

POLITECNICO DI MILANO
SCUOLA DI INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI SISTEMI EDILIZI



INNOVARE IL PROCESSO EDILIZIO ITALIANO ATTRAVERSO
IL BUILDING INFORMATION MODELING

Relatore: Prof. Arch. Alberto Pavan

Tesi di Laurea Magistrale di:
Stefano Remo Vittorio Vegezzi
Matricola: 783977

A.A. 2012/2013

Ringraziamenti:

Ringrazio i miei genitori,

gli amici,

Massimiliano, Jacopo, Michele e Riccardo in particolare,

gli zii e cugini di Gaggiano,

Valentina che rientra sia tra gli amici che tra i cugini,

gli zii di Gallarate,

i miei nonni.

I compagni di corso di questi 5 anni di università.

Ringrazio il prof. Pavan

e tutti i professori che ho incontrato

e che mi hanno aiutato durante

lo sviluppo della tesi.

ABSTRACT

Questa tesi consiste nella ricerca della possibilità di innovare il processo edilizio italiano attraverso il Building Information Modeling, che essendo uno strumento, può essere usato positivamente o negativamente. Sfruttarne le potenzialità e i derivanti vantaggi economici è un'occasione da non perdere per l'Italia.

All'estero diversi Paesi hanno già preso seriamente in considerazione di integrare il BIM nel loro processo edilizio per aumentarne l'efficienza e quindi la qualità delle opere, il rispetto dei tempi di costruzione e il controllo dei costi.

L'industria delle costruzioni è un settore che si differenzia notevolmente dagli altri settori produttivi per una serie di peculiarità: l'oggetto della produzione è prototipico, è durevole e il luogo di produzione non può essere collocato in base alla convenienza economica. Inoltre la maggior parte dei componenti dell'opera viene realizzata in cantiere, luogo molto diverso dallo stabilimento industriale, in termini di qualità delle condizioni di lavoro e numero di imprevisti possibili.

Infine il BIM può aiutare la progettazione a muoversi verso l'integrazione dei vari ambiti, volgendosi ad una visione olistica dell'opera fin dalle fasi iniziali, caratteristica importante proprio a causa dell'elevata durata e incidenza che la costruzione ha sull'ambiente in cui viene inserita.

Parole chiave: BIM, Livelli di dettaglio LOD, Innovazione, Efficienza, Condivisione, Collaborazione, Informazioni, Opportunità

ABSTRACT (ENGLISH)

This thesis concerns the research opportunities to innovate the Italian building process through the Building Information Modeling, which as a tool, can be used in a positive or negative way. Italy cannot afford to miss the opportunity of exploiting the potential and the economic benefit coming for BIM.

Several foreign countries have already given serious consideration to integrate BIM in their construction process in order to increase efficiency and therefore the quality of the constructions, the respect of the schedule and the cost control.

The construction industry is a very different sector from others for a number of peculiarities: the object of the production is prototypical, durable and the production site cannot be moved according to economic convenience. Furthermore most of the components are built in the construction site, which is a very different work place compared to a factory, in terms of working condition qualities and numbers of possible hitches.

Finally, BIM can help plan to move towards the integration of the different project sectors, turning to a holistic vision of the building from the outset, an important feature just because of the high durability and impact that the construction has on the environment in which it is placed.

Key Words: BIM, Level of Detail LOD, Innovation, Efficiency, Sharing, Collaboration, Information, Opportunity

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	Il progetto INNOVance	4
1.2	Il BIM: Building Information Modeling.....	5
2.	L'INTEGRAZIONE DEL BIM NEL PROCESSO EDILIZIO ITALIANO	9
2.1	Introduzione	9
2.2	La normativa italiana attuale	9
2.3	I LOD: Levels of Detail	25
2.4	Contenuti dei LOD	29
2.4.1	Edificio	29
2.4.2	Struttura	33
2.4.3	Chiusure.....	49
2.4.4	Interni	60
2.4.5	Impianti	71
2.4.6	Esterni.....	83
2.5	Gli elementi BIM riferiti alle fasi del processo edilizio italiano	85
2.5.1	Studio di fattibilità	85
2.5.2	Progetto preliminare	85
2.5.3	Progetto definitivo.....	87
2.5.4	Progetto esecutivo.....	91
2.5.5	Fase di costruzione	93
2.5.6	Gestione e manutenzione del manufatto edilizio	93
2.6	Confronto elementi LOD con elementi tecnici norma UNI 8290	95
2.7	I Ruoli e le Responsabilità nel processo BIM.....	98
3.	L'OPPORTUNITÀ DELL'INTEGRAZIONE DEL BIM CON IL GIS.....	104
3.1	Cos'è il GIS	104
3.2	L'opportunità dell'integrazione BIM-GIS	106
3.3	Open Geospatial Consortium.....	107
4.	PROBLEMATICHE E PROSPETTIVE.....	109
5.	BIBLIOGRAFIA	110
6.	ALLEGATO A: SCHEDE LOD DEGLI ELEMENTI	112

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Schema della centralità e condivisione del modello BIM.....	5
Figura 2: Livelli di approfondimento nell'uso del BIM, dal livello 0 all'obiettivo del livello 3, BSI PAS 1192-2 .	7
Figura 3: Fasi del processo edilizio	10
Figura 4: Schema del processo di realizzazione di un intervento edilizio, norma UNI 10722-2.....	18
Figura 5: Diagramma di flusso LOD riferiti all'edificio.....	31
Figura 6: Diagramma di flusso LOD per struttura, involucro, interni e impianti	32
Figura 7: Diagramma di flusso LOD fondazioni	38
Figura 8: Diagramma di flusso LOD muro controterra	40
Figura 9: Diagramma di flusso LOD strutture di elevazione.....	44
Figura 10: Diagramma di flusso LOD solai	48
Figura 11: Diagramma di flusso LOD chiusure verticali opache e trasparenti.....	53
Figura 12: Diagramma di flusso LOD infissi esterni, finestre e porte	56
Figura 13: Diagramma di flusso LOD solaio controterra e coperture	59
Figura 14: Diagramma di flusso LOD partizioni interne verticali.....	64
Figura 15: Diagramma di flusso LOD soletta di partizione e scale	67
Figura 16: Diagramma di flusso LOD pavimento sopraelevato, controsoffitto e finiture interne	70
Figura 17: Diagramma di flusso LOD dispositivi di sollevamento	72
Figura 18: Diagramma di flusso LOD impianto idrico	75
Figura 19: Diagramma di flusso LOD impianto di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione	79
Figura 20: Diagramma di flusso LOD impianto antincendio e impianto elettrico	82
Figura 21: Proporzione della durata delle fasi di Progettazione, Costruzione, Gestione e Manutenzione e Dismissione	93
Figura 22: Proporzione dei costi durante il ciclo di vita per le fasi di Progettazione, Costruzione, Gestione e Manutenzione e Dismissione	94
Figura 23: Rappresentazione indicativa delle potenzialità degli strumenti	104
Figura 24: I 5 Level of Detail definiti con il CityGML – IGG Uni Bonn	108

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Contenuti Analisi delle esigenze	19
Tabella 2: Contenuti Studio di fattibilità.....	20
Tabella 3: Contenuti Documento preliminare alla progettazione	20
Tabella 4: Contenuti Progetto preliminare	21
Tabella 5: Contenuti Progetto definitivo	23
Tabella 6: Contenuti Progetto esecutivo	24
Tabella 7: Descrizione contenuti LOD edificio	30
Tabella 8: LOD elementi tecnici UNI 8290 e relativa fase progettuale	97
Tabella 9: Ambiti progettuali, responsabilità e ruoli nel progetto BIM	101
Tabella 10: Ruolo dei vari ambiti progettuali durante il ciclo di vita del progetto e dell'opera	102

1. INTRODUZIONE

Il mondo delle costruzioni sta affrontando una crisi più acuta di quella che sta affrontando il restante comparto economico produttivo del Paese e la ripresa dell'Italia non può prescindere dalla ripresa dell'edilizia. L'importanza dell'edilizia nell'economia generale italiana è evidenziata dai suoi numeri: l'edilizia incide per il 10% sul PIL italiano e conta circa 2 milioni di addetti, di cui il 65% di lavoratori dipendenti, cui bisogna sommare tutto l'indotto che essa genera.¹

Le peculiarità del mercato edilizio che lo caratterizzano e lo differenziano dagli altri settori produttivi sono molteplici. È un settore dove la produzione seriale dell'intero prodotto non è applicabile, o almeno così è stato fino ad oggi. Si è cercato e si cerca di produrre il maggior numero possibile di prodotti e componenti in stabilimento, dove ci sono le migliori condizioni per realizzare un prodotto di elevata qualità: condizioni di lavoro migliori rispetto al cantiere in termini di pulizia e temperatura dell'ambiente prima di tutto, oltre alla disponibilità dei sistemi di controllo produzione e qualità, ma la realizzazione dell'intero prodotto finale in stabilimento non è percorribile per evidenti motivi di trasporto e, di non minor rilevanza, di flessibilità progettuale e di qualità e valore del Progetto architettonico, il prodotto finale infatti deve essere studiato per integrarsi al meglio nell'ambiente dove sorge: lo stesso progetto ubicato in due luoghi differenti non soddisfa le stesse necessità e non raggiunge lo stesso valore di utilità sociale e qualità. Il prodotto è immobile, non è possibile quindi trasferire la produzione in luoghi più convenienti, è prototipico e durevole, è importante sottolineare che l'incidenza del costo durante il ciclo di vita è sette volte maggiore del costo di progettazione e costruzione. Oltre a queste caratteristiche peculiari si aggiungono: la squadra operativa può variare ad ogni cantiere, diventa difficile quindi creare affiatamento tra le varie squadre che lavorano in cantiere, le condizioni del cantiere mutano giorno per giorno per motivi esterni, come le condizioni meteorologiche, o per esigenze organizzative o operative, le imprese edili sono piccole, con pochi dipendenti, si arriva a parlare di imprese a conduzione familiare dove si ha 1 titolare e 1 dipendente e questo causa un forte ricorso al sub-appalto. Quest'ultima peculiarità contraddistingue il settore delle costruzioni oltre che dagli altri settori italiani anche dallo stesso settore nei diversi Stati europei, che hanno un maggior numero di imprese edili di media dimensione. È evidente che la prima cosa che sacrifica un'impresa di piccola dimensione è il reparto di ricerca e sviluppo, con tutte le conseguenze che questo comporta.

È in questo ambito che sviluppo la mia tesi, basandomi sul Progetto Innovance, analizzando lo stato normativo italiano attuale e definendo come sia possibile ottimizzare il processo edilizio grazie ad un aumento dell'informatizzazione attraverso il BIM, Building Information Modeling (o Management), che offre grandi possibilità di rivoluzionare l'approccio al progettare permettendo di: aumentare la condivisione, la collaborazione e lo scambio di informazioni tra i diversi ambiti progettuali, virtualizzare l'oggetto progettato prima di averlo costruito, ridurre i rischi e gli imprevisti in cantiere attraverso l'utilizzo di software che verificano che non ci siano interferenze tra gli oggetti architettonici, strutturali e impiantistici, fare simulazioni riguardo il comportamento energetico dell'edificio e ottimizzare la gestione dell'opera.

¹ Dati ANCE, *Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni*, dicembre, 2012

1.1 Il progetto INNOVance

Il progetto Innovance è uno dei progetti vincitori del bando Industria 2015 promosso dall'Associazione Nazionale Costruttori Edili ANCEnergia in collaborazione con diversi partner tra cui il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino, l'Università degli studi di Napoli, l'ITC CNR, i produttori di software e Confindustria. Il progetto si propone di creare la prima banca dati nazionale interoperabile di libero accesso contenente tutte le informazioni, siano esse di natura tecnica, scientifica, economica, legale e quant'altro, utili alla filiera delle costruzioni. L'idea è di affiancare all'ottimizzazione energetica, un'ottimizzazione dell'intero processo produttivo, rendendo efficiente il Progetto, inteso nel senso anglosassone del termine e quindi comprendente anche tutte le fasi che sono attorno ai 3 livelli di progettazione (preliminare, definitivo ed esecutivo), partendo dallo studio di fattibilità, passando attraverso i livelli di progettazione, la realizzazione in cantiere, programmando la manutenzione, ottimizzando la gestione dell'immobile e infine determinando, al termine della vita utile dell'immobile, quale possa essere la migliore scelta tra dismissione o riutilizzo. La durata di vita utile dovrebbe essere definita proprio durante la fase di progettazione e rispettata per garantire l'efficienza, l'efficacia e l'utilità di un'opera pensata per soddisfare determinate esigenze, ben chiare fin dall'ideazione dell'opera stessa.

L'idea è quindi quella di ottimizzare tutto il processo produttivo del settore costruttivo italiano innanzitutto attraverso la codificazione e denominazione di tutte le procedure e i prodotti (componenti e risultanti) della filiera delle costruzioni (dal mattone, alla finestra e alla porta fino alle case, ai ponti, alle infrastrutture), raccogliendo le informazioni e rendendole disponibili nel database Innovance, in modo che tutti gli operatori del settore possano attingerne. Il sistema consente quindi la messa in rete di tutti gli attori della filiera al fine di facilitare la circolazione del know-how tra i differenti soggetti coinvolti e di conseguenza ottimizzare ogni fase del processo costruttivo. Attraverso la raccolta, catalogazione e distribuzione dei dati, è possibile arrivare ad una forte integrazione dei soggetti e delle fasi del processo, sfruttando le potenzialità esistenti in materia di interoperabilità tra i diversi software esistenti (BIM, gestionali, energetici, ecc) e garantendo nel contempo un continuo aggiornamento delle informazioni in esso raccolti ed in distribuzione. L'importanza di avere efficienza nella trasmissione delle informazioni terminologiche è stata stimata pari a 53 €/m² dal NIST (National Institute of Standards and Technology americano), pertanto in Italia questa inefficienza costa circa 500 milioni di euro ogni anno.

Il forte sviluppo tecnologico che si è verificato nel mondo dell'edilizia negli ultimi 10 anni richiede, per sfruttare al massimo le potenzialità dei vari componenti entrati in gioco, dai pannelli solari ai cappotti e alle facciate ventilate, che si elevi il know-how dell'impresa edile, alzando il livello qualitativo dell'informazione attualmente disponibile e rendendola facilmente accessibile ed usufruibile all'interno del processo di produzione.

Le informazioni saranno raccolte in un apposito sistema di schedatura normato attraverso la norma UNI ed UNI-CTI e contribuiranno alla complessiva riorganizzazione, in termini semantici, delle informazioni tecniche. La piattaforma interoperabile e l'uso della tecnologia BIM assicurerà un notevole vantaggio competitivo per le imprese italiane anche all'estero dove che potranno operare su standard qualitativi superiori a quelli della concorrenza e consolidati.

1.2 Il BIM: Building Information Modeling

Un fondamentale strumento per sfruttare appieno il database Innovance è il BIM, Building Information Modeling, che consiste nella concreta introduzione delle potenzialità dell'informatica nel processo edilizio. La prima cosa che si pensa quando si sente parlare di BIM è che esso sia uno strumento per visualizzare in modo tridimensionale il progetto architettonico di una costruzione, sia essa un edificio o un'infrastruttura. In realtà il BIM è molto più di questo, anzi è possibile affermare che la visualizzazione 3D del progetto è solo la base, il punto di partenza, del progettare in BIM. Innanzitutto questo strumento è utile anche nel progetto strutturale ed impiantistico, oltre che per il progetto del cantiere. Oltre alla visualizzazione 3D si ha la possibilità di gestire tutte le informazioni dell'intero progetto in modo coordinato e immediato, infatti modificando ad esempio la posizione o il tipo di una finestra, in qualsiasi visualizzazione ci si trovi (pianta, prospetto, sezione o 3D) tutte le altre viste del progetto vengono aggiornate in base alle nuove informazioni, riducendo quindi i rischi di incongruità delle tavole progettuali. Inoltre tutti le figure che fanno parte del processo edilizio, i vari progettisti in primis (architettonico, strutturale e impiantistico), ma anche la committenza, l'impresa edile, la direzione lavori e il coordinamento per la sicurezza, collaborano e lavorano su uno stesso file/modello, annullando quindi gli errori dovuti ad incongruenze tra il progetto impiantistico e strutturale ad esempio e attraverso l'aggiornamento in tempo reale, grazie alla condivisione cloud del file di progetto, il modello, si evitano gli errori dovuti ad una lentezza nel passaggio delle informazioni, errori che spesso finiscono per essere risolti, quando possibile, direttamente in cantiere, il luogo dove, viste le condizioni di lavoro, i tempi e i costi, si dovrebbero prendere meno scelte progettuali possibili.

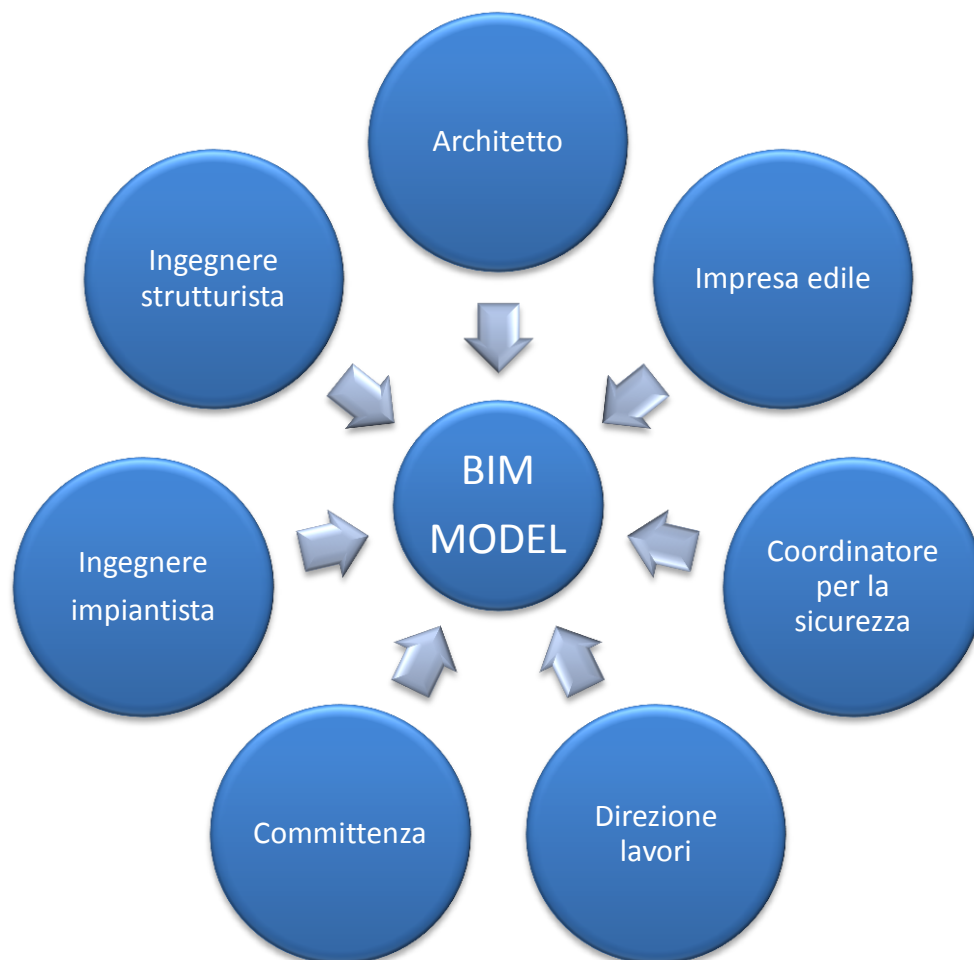


Figura 1: Schema della centralità e condivisione del modello BIM

Un modello BIM non rappresenta quindi solamente la geometria del progetto, ma contiene al suo interno tutte le informazioni tecniche, scientifiche, commerciali ed economiche, che permettono di avere come risultato finale una completa rappresentazione virtuale dell'opera progettata (edificio o infrastruttura), con tutti i vantaggi che ne derivano: possibilità di vedere gli effetti della costruzione sull'ambiente in cui verrà inserita, effettuare simulazioni sulle performance energetiche dell'edificio e controllare, attraverso dei plug-in disponibili per i software BIM, che ad esempio i tubi impiantistici non abbiano interferenze con le parti strutturali dell'edificio. Il tutto prima che sia avviato il cantiere, quindi riducendo i rischi e gli imprevisti in fase di costruzione che vanno ad intaccare il risultato finale dell'opera, in termini di qualità, tempi e costi.

Il BIM è quindi un unico contenitore di dati grafici, attributi, informazioni, schede tecniche organizzato in forma di database. Progettare in modalità "BIM oriented" significa poter comunicare e collaborare, senza perdita qualitativa, con colleghi che si occupano di altri settori e fasi del processo edilizio. La compatibilità tra i diversi software è permessa dal formato IFC. L'IFC è il formato preferenziale per scambiarsi dati nel mondo BIM ed è stato sviluppato da Building Smart, sito di riferimento per l'interoperabilità in ambito BIM.

Il ruolo del BIM nell'industria delle costruzioni è di sostenere la comunicazione, la cooperazione, la simulazione e il miglioramento generale del processo edilizio lungo il completo ciclo di vita dell'opera.

I progettisti possono usare il BIM per confrontare rapidamente diverse alternative concettuali, velocizzare lo scambio di informazioni e ottimizzare in generale il progetto. Le imprese edili possono usare il modello per simulare le fasi di costruzione dell'opera, con i relativi vantaggi esposti precedentemente. I proprietari dell'immobile possono usare il modello per ottimizzare l'efficienza dell'edificio durante il suo ciclo di vita, monitorando in modo semplice la manutenzione e gestendo le fasi di riscaldamento e raffrescamento in modo ottimale, aggiornando i dati anno per anno.

Il BIM può essere sfruttato a differenti livelli di approfondimento:

- Livello 0: utilizzato come uno strumento CAD, in 2D, con tavole e fogli elettronici.
- Livello 1: utilizzato come strumento CAD, in 2D e 3D, in modo collaborativo fornendo un ambiente di dati comune, con un approccio standardizzato in termini di struttura dei file e formato. Le informazioni economiche sono gestite in modo autonomo e senza integrazione automatica con gli altri strumenti di progettazione.
- Livello 2: a questo livello si ha un ambiente 3D gestito da strumenti BIM a cui sono collegate tutte le informazioni utili per il progetto. Le informazioni e i dati economici sono gestiti dai software di pianificazione e integrati nel BIM. Questo livello permette di integrare anche il cosiddetto 4D (gestione dei tempi) e il 5D (gestione dei costi). Il governo britannico, ad esempio, ha richiesto che dal 2016 tutte le opere pubbliche vengano progettate in BIM, almeno al livello 2.
- Livello 3: un processo completamente integrato e basato sulla collaborazione, sfruttando servizi web e compatibile con lo standard IFC. Questo livello di BIM utilizza il 4D, 5D e il 6D (gestione del ciclo di vita dell'immobile).

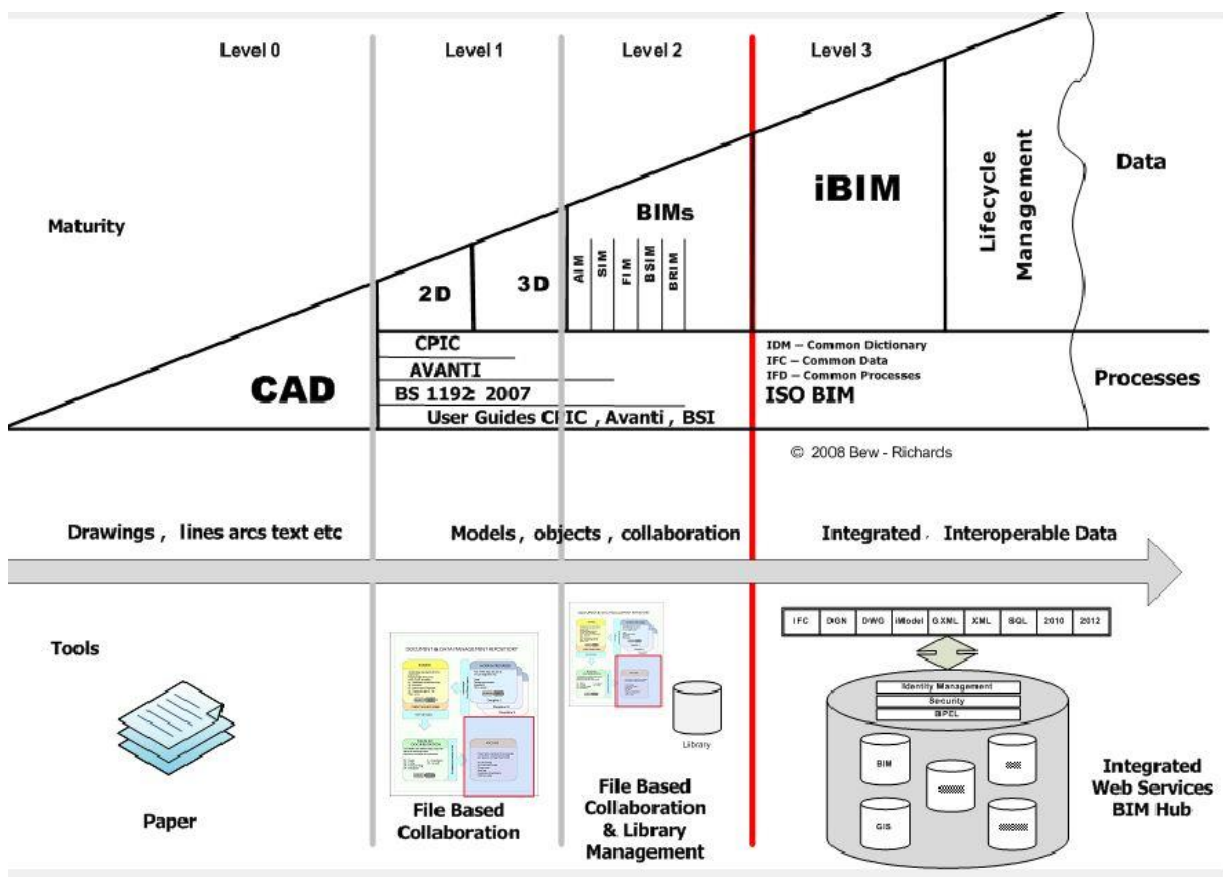


Figura 2: Livelli di approfondimento nell'uso del BIM, dal livello 0 all'obiettivo del livello 3, BSI PAS 1192-2

4D: i tempi

Il progetto 4D è la pianificazione e gestione dei tempi della fase costruttiva. Il modello BIM fornisce strumenti per verificare la logistica e le operazioni di cantiere, anche attraverso strumenti per rappresentare visivamente lo spazio di utilizzo del sito di lavoro lungo tutto il periodo di costruzione. Il modello può includere anche elementi temporanei come gru, camion o recinzioni. Le vie di accesso per i mezzi pesanti, le gru, gli ascensori e altri oggetti di grande dimensione possono essere integrate nel modello come parte del piano della logistica di cantiere. Il modello può essere inoltre utilizzato come strumento per migliorare la pianificazione e il monitoraggio delle disposizioni in merito alla sicurezza e salute dei lavoratori.

Riguardo la programmazione operativa, il modello BIM permette di visualizzare ciò che è previsto nel Programma Lavori in un certo periodo di tempo e i progettisti, insieme con l'impresa, possono prendere le decisioni sulla base di molteplici fonti di informazioni aggiornate in tempo reale. Nel modello BIM, i grafici possono essere utilizzati per visualizzare il percorso critico. Nel momento in cui si scelgono di fare modifiche in corso d'opera alla pianificazione, il modello BIM si aggiorna e può identificare automaticamente i cambiamenti che interessano il percorso critico e il relativo impatto che si avrà sulla consegna finale del progetto.

5D: i costi

Per determinare la quantità di risorse (manodopera, materiali e attrezzature) necessaria per la realizzazione del progetto e il costo di costruzione dell'opera, gli appaltatori tradizionalmente devono eseguire "manualmente" il calcolo delle quantità dei materiali, un processo che, per progetti di elevata complessità, risulta essere soggetto ad errori. Con il BIM, il modello contiene informazioni tecniche ed economiche, come le quantità e i costi unitari e totali dei materiali. Basandosi quindi sulle informazioni fornite per ogni elemento del modello, il software BIM permette di fare analisi di previsione economica, ad esempio aggiornando il computo metrico estimativo in tempo reale, seguendo la modifica delle scelte progettuali che si stanno confrontando. Bisogna sottolineare che il computo metrico estimativo fornito dal BIM deve essere rivisto dai progettisti per sistemare, ad esempio, i punti in cui dei vuoti devono essere considerati dei pieni, come indicato dal prezzo di riferimento, ma è uno strumento molto utile per effettuare confronti tra soluzioni progettuali alternative e per ridurre gli errori nei progetti particolarmente complessi, in cui il calcolo delle quantità potrebbe essere complicato.

6D: Facility Management

La gestione del ciclo di vita dell'opera. Se il modello creato dal progettista viene aggiornato durante la fase di costruzione, si avrà a lavori ultimati, il modello "as built", che può essere consegnato al committente. Il modello contiene tutte le specifiche di gestione e di manutenzione, manuali e informazioni di garanzia, utili per le future manutenzioni.

Dei sensori possono fornire feed-back e registrare i dati relativi alla fase di gestione dell'edificio, consentendo al facility manager di ottimizzare il comportamento energetico dell'edificio. Inoltre è possibile monitorare i costi del ciclo di vita di un edificio e di ottimizzarne l'efficienza anche in termini di costi ed infine permette di valutare i costi/benefici di eventuali aggiornamenti proposti.

Ci sono 10 punti da rispettare e avere ben chiari quando si vuole progettare in BIM:

- coordinazione e pianificazione con tutte le figure professionali, fin dai primi meeting;
- garantire che tutte le parti abbiano una visione globale del progetto e dell'opera in tutto il suo ciclo di vita (a life cycle view) coinvolgendole fin dall'inizio e spesso;
- prima si costruisce il modello, poi lo si arricchisce di dettagli;
- i dati forniti in modo dettagliato possono essere riassunti, il contrario è impossibile;
- i dati si inseriscono una sola volta, successivamente si migliorano e perfezionano durante il ciclo di vita;
- mantenere aggiornati i dati durante il ciclo di vita;
- garantire la sicurezza delle informazioni per costruire fiducia nel team, bisogna sempre esplicitare e proteggere le fonti dei dati e gli autori;
- progressivo passaggio da una consegna cartacea degli elaborati ad una verifica virtuale direttamente attraverso il modello BIM;
- assicurare che i dati siano accessibili a tutti ma protetti;
- seguire gli standard internazionali e sfruttare i servizi cloud per assicurare l'accessibilità a lungo termine delle informazioni.

Come si può notare molta attenzione è data alle Informazioni che sono il cuore del BIM.

2. L'INTEGRAZIONE DEL BIM NEL PROCESSO EDILIZIO ITALIANO

2.1 Introduzione

Con il primo capitolo sono state sottolineate la situazione economica attuale e le peculiarità del settore edilizio rispetto agli altri settori, è stato introdotto il progetto Innovance e infine si è spiegato in cosa consiste il Building Information Modeling. Passando al secondo capitolo, il nucleo della tesi, si procede innanzitutto descrivendo i contenuti dell'attuale normativa in merito al processo edilizio e successivamente definendo in cosa consistono i Levels of Detail. I contenuti di ogni livello di dettaglio vengono approfonditi nel sottocapitolo 2.4, in cui ad ogni LOD riferito agli elementi tecnici relativi alle strutture, alle chiusure, agli interni e agli impianti, viene assegnata la relativa fase o livello progettuale a cui esso corrisponde, in base alla qualità e quantità di informazioni previste al determinato livello di dettaglio. Si passa quindi a definire i contenuti BIM per le varie fasi del processo edilizio, che per quanto riguarda lo studio di fattibilità e la fase di progettazione consistono nell'elenco degli elementi tecnici che devono essere modellati nel modello ed il relativo LOD, secondo quanto indicato nel sottocapitolo 2.4. Per quanto riguarda la fase di costruzione e gestione dell'immobile si ha una descrizione dei motivi per cui è positivo implementare il Building Information Modeling anche in queste fasi, indicando i vantaggi ottenibili. Bisogna sottolineare che, soprattutto per quanto riguarda la fase di manutenzione e gestione dell'immobile, i vantaggi sono basati su stime in quanto né in Italia, né all'estero si è ancora arrivati ad un effettivo utilizzo del BIM come strumento 6D.

Per facilitare il passaggio dalla progettazione classica a quella BIM oriented agli elementi tecnici elencati nella norma UNI 8290 viene assegnato il rispettivo livello di dettaglio per ogni fase e livello progettuale. Infine prevedendo un futuro passaggio dall'attuale consegna cartacea degli elaborati ad una consegna informatica, attraverso un unico file di modello, risulta necessario definire i ruoli e le responsabilità dei diversi professionisti che collaborano e concorrono allo sviluppo del progetto.

2.2 La normativa italiana attuale

La normativa italiana attuale riguardante il Processo edilizio istituisce fasi e livelli con lo scopo di definire in modo completo l'intero ciclo di vita dell'opera che si vuole realizzare. La prima fase del Processo è l'Analisi delle esigenze che si completa con la redazione del primo livello del Documento Preliminare alla Progettazione, il livello strategico. È importante conoscere i bisogni e le esigenze che portano alla necessità di modificare il territorio in cui si vive, ipotizzando soluzioni e interventi diretti che vanno a modificare l'ambiente, con lo scopo di soddisfare le necessità che si vengono a creare nella società. La normativa sottolinea l'importanza della fase preliminare alla progettazione perché "il processo di produzione edilizia consente azioni correttive di minore efficacia rispetto a quelle apportabili in altri settori produttivi industriali, per cui la qualità dell'opera è fortemente condizionata dalle scelte adottate nelle fasi preliminari"².

² UNI 10722-2 Capitolo 4 Paragrafo 4.2

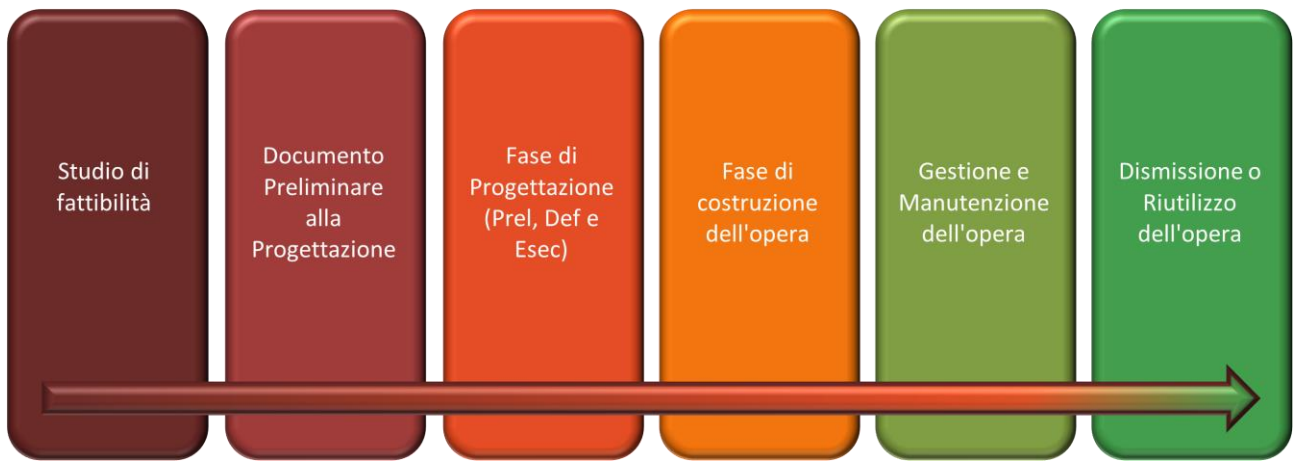


Figura 3: Fasi del processo edilizio

Le principali normative riguardanti il processo edilizio sono:

- D. Lgs. 163/2006
- DPR 207/2010
- UNI 10722-1
- UNI 10722-2
- UNI 10722-3
- D. Lgs. n.81 9 aprile 2008
- UNI 10604
- UNI 10951
- UNI 10831

Durante lo Studio di fattibilità si sviluppano e si confrontano varie ipotesi progettuali possibili, tutte soddisfacenti le necessità esplicitate attraverso l'analisi delle esigenze. Le diverse soluzioni vengono confrontate in termini economici, attraverso stime parametriche del costo dell'opera, e in termini di impatto ambientale della costruzione sul territorio. Lo studio di fattibilità contiene:

- le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali, economico-finanziarie dei lavori da realizzare;
- l'analisi delle possibili soluzioni alternative rispetto alla soluzione realizzativa individuata;
- la verifica della possibilità di realizzazione mediante i contratti di partenariato pubblico privato;
- l'analisi dello stato di fatto, nelle sue componenti architettoniche, geologiche, socio-economiche, amministrative;
- la descrizione, ai fini della valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e della compatibilità paesaggistica dell'intervento, dei requisiti dell'opera da progettare, delle caratteristiche e dei collegamenti con il contesto nel quale l'intervento si inserisce, con particolare riferimento alla verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici, paesaggistici interferenti sulle aree o sugli immobili interessati dall'intervento, nonché dall'individuazione delle misure idonee a salvaguardare la tutela ambientale e i valori culturali e paesaggistici.

Se lo studio di fattibilità è posto a base di gara, si compone dei seguenti elaborati, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento, anche con riferimento alla loro articolazione, in rapporto alla specifica tipologia e alla dimensione dei lavori da realizzare:

- relazione illustrativa generale;
- relazione tecnica;

- elaborati progettuali stabiliti dal responsabile del procedimento;
- elaborato tecnico-economico.

Successivamente viene redatto il Documento Preliminare alla Progettazione al livello operativo in cui vengono definiti gli elementi e i requisiti del progetto. I contenuti possono essere raggruppati in tre argomenti principali: identificazione degli obiettivi e delle finalità dell'intervento da realizzare, il contesto in cui esso si colloca, risorse necessarie e futura gestione e i requisiti, le prestazioni e le caratteristiche dell'opera. Il responsabile del procedimento redige un documento preliminare all'avvio della progettazione, con allegato ogni atto necessario alla redazione del progetto e recante, in particolare, le seguenti precisazioni di natura procedurale:

- la tipologia di contratto applicata individuata per la realizzazione dell'opera o del lavoro;
- se per l'appalto si seguirà una procedura aperta, ristretta o negoziata;
- se il contratto sarà stipulato a corpo o a misura, o parte a corpo e parte a misura;
- se in relazione alle caratteristiche dell'oggetto del contratto, verrà adottato il criterio di aggiudicazione al prezzo più basso o dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

Sapendo che il costo della progettazione e costruzione è, in proporzione, un settimo rispetto a quello del ciclo di vita dell'opera, dovrebbe essere la prassi comune quella di optare per l'offerta economicamente più vantaggiosa, facendo un'analisi sul costo globale dell'intervento, dalla progettazione, passando attraverso la costruzione, la gestione e manutenzione, per finire con la demolizione o ristrutturazione per riuso, in particolare per le opere pubbliche dove il costo sul ciclo di vita grava sui cittadini stessi.

Il documento preliminare, con approfondimenti tecnici e amministrativi graduati in rapporto all'entità, alla tipologia e categoria dell'intervento da realizzare, riporta tra l'altro l'indicazione:

- della situazione iniziale e della possibilità di far ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica;
- degli obiettivi generali da perseguire e delle strategie per raggiungerli;
- delle esigenze e bisogni da soddisfare;
- delle regole e norme tecniche da rispettare;
- dei vincoli di legge relativi al contesto in cui l'intervento è previsto;
- delle funzioni che dovrà svolgere l'intervento;
- dei requisiti tecnici che dovrà rispettare;
- degli impatti dell'opera sulle componenti ambientali e, nel caso degli organismi edilizi, delle attività ed unità ambientali;
- delle fasi di progettazione da sviluppare e della loro sequenza logica nonché dei relativi tempi di svolgimento;
- dei livelli di progettazione degli elaborati grafici e descrittivi da redigere;
- dei limiti finanziari da rispettare e della stima dei costi e delle fonti di finanziamento;
- dei possibili sistemi di realizzazione da impiegare.

Una volta conclusa la fase preliminare, si passa al fase di Progettazione. La normativa vigente, sia cogente che tecnica, interviene nel definire i principi, gli obiettivi e i diversi livelli di approfondimento dell'attività di progettazione. La progettazione ha come fine fondamentale la realizzazione di un intervento di qualità, tecnicamente valido, nel rispetto del miglior rapporto tra benefici e costi globali di costruzione, manutenzione e gestione.

La progettazione mira quindi alla massima propensione qualitativa, condizione necessaria, ma non sufficiente per garantire la qualità effettiva dell'opera, che si concretizza durante la fase di costruzione del

bene immobile. La propensione qualitativa è determinata: dalla sostenibilità ambientale dell'opera, dalla massimizzazione della manutenibilità, dall'ottimizzazione dell'efficienza energetica, dalla durabilità dei materiali e dei componenti e dalla loro sostituibilità.

Sia la normativa cogente, il DPR 207/2010, che quella tecnica, la UNI 10722, suddividono la fase di progettazione in tre livelli di approfondimento:

- progetto preliminare;
- progetto definitivo;
- progetto esecutivo.

I tre livelli hanno un grado di dettaglio crescente e questo consente di elaborare scelte progettuali in modo progressivo, partendo dal generale e arrivando al particolare, al dettaglio, dedicando attenzione a tutti gli aspetti dell'intervento e permette di controllare più agevolmente le scelte progettuali. La pianificazione della documentazione di progetto ha come obiettivo quello di agevolare la sua controllabilità e la stessa esigenza di controllo comporta proprio la definizione dei livelli di dettaglio (LOD) per il processo BIM, che vengono approfonditi nei capitoli successivi.

Il progetto preliminare definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire nel rispetto delle indicazioni del documento preliminare alla progettazione, evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare, compreso il limite di spesa per gli eventuali interventi e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione. Il progetto preliminare stabilisce i profili e le caratteristiche più significative degli elaborati dei livelli successivi livelli di progettazione, in funzione delle dimensioni economiche e della tipologia e categoria dell'intervento, ed è composto dai seguenti elaborati, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento, anche con riferimento alla loro articolazione:

- relazione illustrativa;
- relazione tecnica;
- studio di prefattibilità ambientale;
- studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui è inserita l'opera, corredata da dati bibliografici, accertamenti ed indagini preliminari (quali quelle storiche, archeologiche e ambientali, topografiche, geologiche, idrologiche, geotecniche e sulle interferenze e relazioni ed elaborati grafici) atti a prevenire ad una completa caratterizzazione del territorio in particolare delle aree impegnate;
- planimetria generale e elaborati grafici;
- prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro per la stesura dei piani di sicurezza;
- calcolo sommario della spesa;
- quadro economico di progetto;
- piano particellare preliminare delle aree o rilievo di massima degli immobili.

In sintesi il progetto preliminare definisce:

- i criteri di inserimento dell'edificio nel contesto;
- lo schema distributivo e il dimensionamento di massima degli spazi;
- le qualità fisico-ambientali e le attrezzature;
- la stima di massima dei costi;

- la caratterizzazione di massima delle tecnologie da impiegare per le principali parti costruttive.

Per quanto riguarda gli elaborati grafici, redatti in scala opportuna e debitamente quotati, con le necessarie differenziazioni in relazione alla dimensione, alla categoria e alla tipologia dell'intervento, e tenendo conto della necessità di includere le misure e gli interventi di compensazione ambientale e degli eventuali interventi di ripristino, riqualificazione e miglioramento ambientale e paesaggistico, con la stima dei relativi costi, sono costituiti, salva diversa e motivata determinazione da parte del responsabile del procedimento, da:

- dallo stralcio degli strumenti di pianificazione territoriale e di tutela ambientale e paesaggistica, nonché degli strumenti urbanistici generale ed attuativi vigenti, sui quali sono indicate la localizzazione dell'intervento da realizzare e le eventuali altre localizzazioni esaminate;
- dalle planimetrie con le indicazioni delle curve di livello in scala non inferiore a 1:2000, sulle quali sono riportati separatamente le opere ed i lavori da realizzare e le altre eventuali ipotesi progettuali esaminate;
- dagli elaborati relativi alle indagini e studi preliminari, in scala adeguata alle dimensioni dell'opera di progettazione: carta e sezioni geologiche, sezioni e profili geotecnici, carta archeologica, planimetria delle interferenze, planimetrie catastali, planimetria ubicativa dei siti di cava e di deposito;
- dagli schemi grafici e sezioni schematiche nel numero, nell'articolazione e nelle scale necessarie a permettere l'individuazione di massima di tutte le caratteristiche spaziali, tipologiche, funzionali e tecnologiche delle opere e dei lavori da realizzare, integrati da tabelle relative ai parametri da rispettare.

Il progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato e di quanto emerso in sede di eventuale conferenza di servizi, contiene tutti gli elementi necessari ai fini dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, inoltre sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

Esso comprende i seguenti elaborati grafici, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:

- relazione generale;
- relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
- rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico;
- elaborati grafici;
- studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
- calcoli delle strutture e degli impianti;
- disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
- censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
- piano particellare di esproprio;
- elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- computo metrico estimativo;
- aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza;
- quadro economico con l'indicazione dei costi della sicurezza.

Gli elaborati grafici descrivono le principali caratteristiche dell'intervento da realizzare. Essi sono redatti nelle opportune scale in relazione al tipo di opera o di lavoro, puntuale o a rete, da realizzare, ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche di costo. Per gli edifici, i grafici sono costituiti, salva diversa motivata indicazione del progetto preliminare e salva diversa determinazione del responsabile del procedimento, da:

- stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dell'area interessata all'intervento;
- planimetria d'insieme in scala non inferiore a 1:500, con le indicazioni delle curve di livello dell'area interessata all'intervento, con equidistanza non superiore a cinquanta centimetri, delle strade, della posizione, sagome e distacchi delle eventuali costruzioni confinanti e delle eventuali alberature esistenti con la specificazione delle varie essenze;
- planimetria in scala non inferiore a 1:500 con l'ubicazione delle indagini geologiche, planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alla dimensione dell'intervento, con l'indicazione delle indagini geotecniche e sezioni, nella scala, che riportano il modello geotecnico del sottosuolo;
- planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alla dimensione dell'intervento, corredata da due o più sezioni atte ad illustrare tutti i profili significativi dell'intervento, anche in relazione al terreno, alle strade e agli edifici circostanti, prima e dopo la realizzazione, nella quale risultino precisati la superficie coperta di tutti i corpi di fabbrica. Tutte le quote altimetriche relative sia al piano di campagna originario sia alla sistemazione del terreno dopo la realizzazione dell'intervento, sono riferite ad un caposaldo fisso. La planimetria riporta la sistemazione degli spazi esterni indicando le recinzioni, le essenze arboree da porre a dimora e le eventuali superfici da destinare a parcheggio. È altresì integrata da una tabella riassuntiva di tutti gli elementi geometrici del progetto: superficie dell'area, volume dell'edificio, superficie coperta totale e dei singoli piani e ogni altro elemento utile;
- le piante dei vari livelli, nella scala prescritta dai regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 con l'indicazione delle destinazioni d'uso, delle quote planimetriche e altimetriche e delle strutture portanti;
- un numero adeguato di sezioni, trasversali e longitudinali nella scala prescritta da regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100, con la misura delle altezze nette dei singoli piani, dello spessore dei solai e dell'altezza totale dell'edificio. In tali sezioni è altresì indicato l'andamento del terreno prima e dopo la realizzazione dell'intervento, lungo le sezioni stesse, fino al confine ed alle eventuali strade limitrofe;
- tutti i prospetti, a semplice contorno, nella scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 completi di riferimento alle altezze e ai distacchi degli edifici circostanti, alle quote del terreno e alle sue eventuali modifiche. Se l'edificio è adiacente ad altri fabbricati, i disegni dei prospetti comprendono anche quelli schematici delle facciate adiacenti;
- elaborati grafici nella diversa scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 atti ad illustrare il progetto strutturale nei suoi aspetti fondamentali, in particolare per quanto riguarda le fondazioni;
- schemi funzionali e dimensionamento di massima dei singoli impianti, sia interni che esterni;
- planimetrie e sezioni in scala non inferiore a 1:100, in cui sono riportati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione delle centrali dei diversi apparati, con l'indicazione del rispetto delle vigenti norme in materia di sicurezza, in modo da poterne determinare il relativo costo.

Il progetto esecutivo costituisce l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste. Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:

- relazione generale;
- relazioni specialistiche;
- elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
- calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- piano di sicurezza e di coordinamento e quadro di incidenza della manodopera;
- computo metrico estimativo e quadro economico;
- programma dei lavori;
- elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;
- schema di contratto e capitolato speciale di appalto;
- piano particellare di esproprio.

Gli elaborati grafici esecutivi, eseguiti con i procedimenti più idonei, sono costituiti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:

- dagli elaborati che sviluppano nelle scale ammesse o prescritte, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;
- dagli elaborati che risultino necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva;
- dagli elaborati di tutti i particolari costruttivi;
- dagli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;
- dagli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione dei progetti preliminari, definitivi o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;
- dagli elaborati di tutti i lavori da eseguire;
- dagli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio dei componenti prefabbricati;
- dagli elaborati che definiscono le fasi costruttive assunte per le strutture.

Una volta terminata la fase di progettazione esecutiva si procede con la progettazione operativa, che si pone a cerniera tra la fase di progettazione e la fase di costruzione dell'opera. L'importanza di questa fase intermedia tra la progettazione vera e propria e la costruzione è importante perché ha come obiettivo quello di facilitare l'adozione e l'applicazione dei livelli di progettazione precedenti, al fine di realizzare un manufatto edilizio il più vicino possibile alle qualità attese. È quindi un fondamentale collegamento tra la propensione qualitativa e la qualità effettiva, quella dell'opera realizzata.

La progettazione operativa consiste in:

- lettura ed interpretazione dell'intervento nei suoi diversi livelli di progettazione;
- disarticolazione dell'oggetto edilizio da realizzare in termini operativi;

- individuazione e determinazione di fasi di lavoro per materiali, risorse (manodopera, macchinari, attrezzature) e strumenti organizzativi e gestionali.

L'esito della progettazione operativa è il progetto inteso come insieme di elaborati atti alla definizione delle prescrizioni e delle indicazioni delle modalità realizzative delle varie parti del sistema tecnologico di un intervento.

Una volta completati i tre livelli di progettazione e la progettazione operativa, si passa in cantiere, il luogo dove l'opera viene costruita e dove si concretizzano le idee e le disposizioni progettuali. In questa fase è importante che ci siano meno incongruenze possibili e questo si può ottenere solo fornendo alle imprese esecutrici tutte le informazioni necessarie per procedere con la costruzione nel modo più lineare possibile. L'opera deve essere realizzata nel rispetto dei requisiti di qualità, tempi e costi previsti a progetto, o quanto meno deve cercare di discostarsi il meno possibile da essi.

La successiva fase è quella della gestione del bene edilizio e relativa manutenzione. Come già detto in precedenza questa fase viene tenuta poco in considerazione, nonostante abbia una rilevante incidenza in termini economici e ambientali. Negli ultimi anni con la crescente attenzione alla trasmittanza dell'involucro si sono iniziati a ridurre i costi di gestione dell'immobile, almeno per quanto riguarda la fase di riscaldamento, ma manca ancora una sufficiente attenzione al rendimento energetico generale dell'edificio durante tutta la sua vita utile, che dovrebbe essere monitorato anno per anno, affinando attraverso sistemi informatici, il funzionamento dei vari impianti.

In particolare per quanto riguarda la manutenzione, essa deve essere considerata con attenzione perché riferendosi ad un bene immobile ha peculiarità che la contraddistinguono dalla manutenzione di altri beni:

- la necessità di salvaguardarne il valore patrimoniale nel tempo;
- la possibilità che subisca modifiche della destinazione d'uso nel corso della sua vita utile;
- la pluralità di soggetti responsabili della manutenzione (proprietario, amministratore, inquilino, datore di lavoro);
- la sua durata nel tempo.

La manutenzione inoltre deve essere presa in considerazione durante la progettazione definitiva ed esecutiva perché un'altra peculiarità per i beni immobili consiste nella difficoltà, a volte impossibilità, di apportare modifiche all'edificio una volta costruito per permetterne una manutenzione efficace.

In tali condizioni è difficile prevedere con precisione la vita di ogni componente. La programmazione economica della manutenzione e, in particolare, la progettazione degli interventi, richiede di disporre ed analizzare sistematicamente i dati di ritorno acquisibili dalle attività manutentive.

Obiettivo della manutenzione di un immobile è quello di garantire l'utilizzo del bene, mantenendone il valore patrimoniale e le prestazioni iniziali entro limiti accettabili per tutta la vita utile e favorendone l'adeguamento tecnico e normativo alle iniziali o nuove prestazioni tecniche scelte dal gestore o richieste dalla legislazione.

Già nel 1997 la norma UNI 10604 esplicitava l'importanza e necessità di avere un database di dati: "a tal fine, codificare criteri generali di raccolta dei dati essenziali per le attività manutentive ed utilizzare appropriati sistemi informativi può favorire la formazione di banche dati e strumenti gestionali atti a migliorare la redditività dei patrimoni immobiliari".

Infine giunti alla fine della vita utile si deve scegliere tra la demolizione o la ristrutturazione per il riuso dell'edificio, la durata di vita utile dovrebbe essere esplicitata già durante la fase di progettazione e dovrebbe essere rispettata per mantenere un patrimonio immobiliare, in particolare quello pubblico, di qualità ed efficiente in termini tecnici ed economici.

Per quanto riguarda l'urbanistica essa ha come scopo la progettazione dello spazio urbanizzato e la pianificazione organica delle sue modifiche su tutto il territorio, compreso quello scarsamente urbanizzato. Estensivamente l'urbanistica comprende anche tutti gli aspetti gestionali, di tutela, programmatici e normativi dell'assetto territoriale ed in particolare delle infrastrutture e dell'attività edificatoria.

Mentre in passato la disciplina urbanistica si è occupata essenzialmente di progettare e gestire le nuove espansioni della città, oggi tale scienza abbraccia anche la sua programmazione e gestione nel tempo, perde i convenzionali confini territoriali per guardare alla cosiddetta città diffusa, dove il limite tra città e campagna perde il suo senso. È in quest'ottica che tematiche come la sostenibilità (usare le risorse presenti oggi sul territorio in modo da non pregiudicare l'uso alle prossime generazioni), la pianificazione territoriale, la progettazione ambientale, quella delle infrastrutture e dei trasporti sono oggi al centro dei nuovi progetti urbani a tutte le scale.

Il modo e le fasi del progetto urbano sono oggi mutate rispetto al passato, oggi ogni oggetto architettonico non è disegnato solo rispetto alla sua forma e alla sua intrinseca funzione, compito dell'urbanistica moderna è inserire le singole parti che compongono la città all'interno di relazioni che appartengono al contesto più ampio, a valutazioni di fattibilità e materialità, alla storia che ha determinato il territorio attuale, alla ricadute nei processi di coesione e riproduzione sociale, alle regole costitutive della forma della città.

I modi di vivere nelle grandi città stanno cambiando ed evolvendo molto più velocemente rispetto al passato, i movimenti non sono più legati solo a distanze spaziali ma anche e soprattutto temporali, nel senso che luoghi spazialmente lontani tra loro, possono essere. grazie alla presenza ed efficienza di infrastrutture di trasporto, raggiungibili più velocemente di luoghi più vicini. La vita delle popolazioni, oggi sempre più spesso, si svolge in "reti di città".

I temi principali di questa disciplina possono essere riassunti nei seguenti punti:

- la riqualificazione di ambiti degradati sia a livello fisico che economico e sociale;
- la definizione dei meccanismi perequativi;
- il miglioramento delle condizioni di accessibilità e la relativa pianificazione dei sistemi di mobilità;
- la pianificazione di una razionale localizzazione delle attività funzionali a tutte le scale di intervento;
- la gestione dei meccanismi di relazione, sia spaziali che economici, tra gli spazi pubblici e gli spazi privati;
- la definizione degli strumenti per la valutazione degli impatti generati dalle attività umane sull'ambiente;
- la definizione e gestione degli strumenti per la valutazione ambientale ed economica degli interventi di trasformazione urbana e territoriale;
- la definizione e gestione delle politiche urbane sul territorio.

In Italia esistono diversi piani urbanistici. Il Piano Urbanistico è un vero e proprio atto amministrativo e generalmente si compone di una relazione preliminare che ne indica i principi ispiratori, di norme attuative e di elaborati grafici. Il Piano Urbanistico per eccellenza è il Piano Regolatore Generale (o P.R.G.), il Lombardia, con la legge regionale n.12 dell'11 marzo 2005, è stato sostituito dal Piano di Governo del Territorio (o P.G.T.). La legge statale delega i criteri e l'approvazione dei P.R.G. alle Regioni.

Spesso i Comuni adottano piani attuativi, così definiti in quanto sostanzialmente costituiti da piani urbanistici di attuazione di dettaglio o di settore che rispondono a specifiche esigenze, tra i quali: il Piano particolareggiato (PP), il Piano di Recupero (PdR), il Piano per l'Edilizia Economica Popolare (PEEP) e il Piano per gli insediamenti produttivi (PIP), il Piano Urbano del Traffico (PUT).

Gli strumenti urbanistici sono gerarchicamente ordinati nel seguente ordine decrescente:

- Piano Urbanistico Territoriale Regionale PTR o Piano Paesaggistico Regionale PPR;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale PTCP;
- Piano strategico intercomunale o comunale;
- Piano Regolatore Generale PRG o Piano di Governo del Territorio PGT;
- Piani attuativi.

Inoltre, in seguito alla direttiva 2001/42/CE sono nati ulteriori piani per la valutazione di piani e progetti urbani:

- Valutazione Ambientale Strategica VAS;
- Valutazione d'impatto ambientale VIA.

Si riporta sotto un grafico che riassume il processo edilizio:

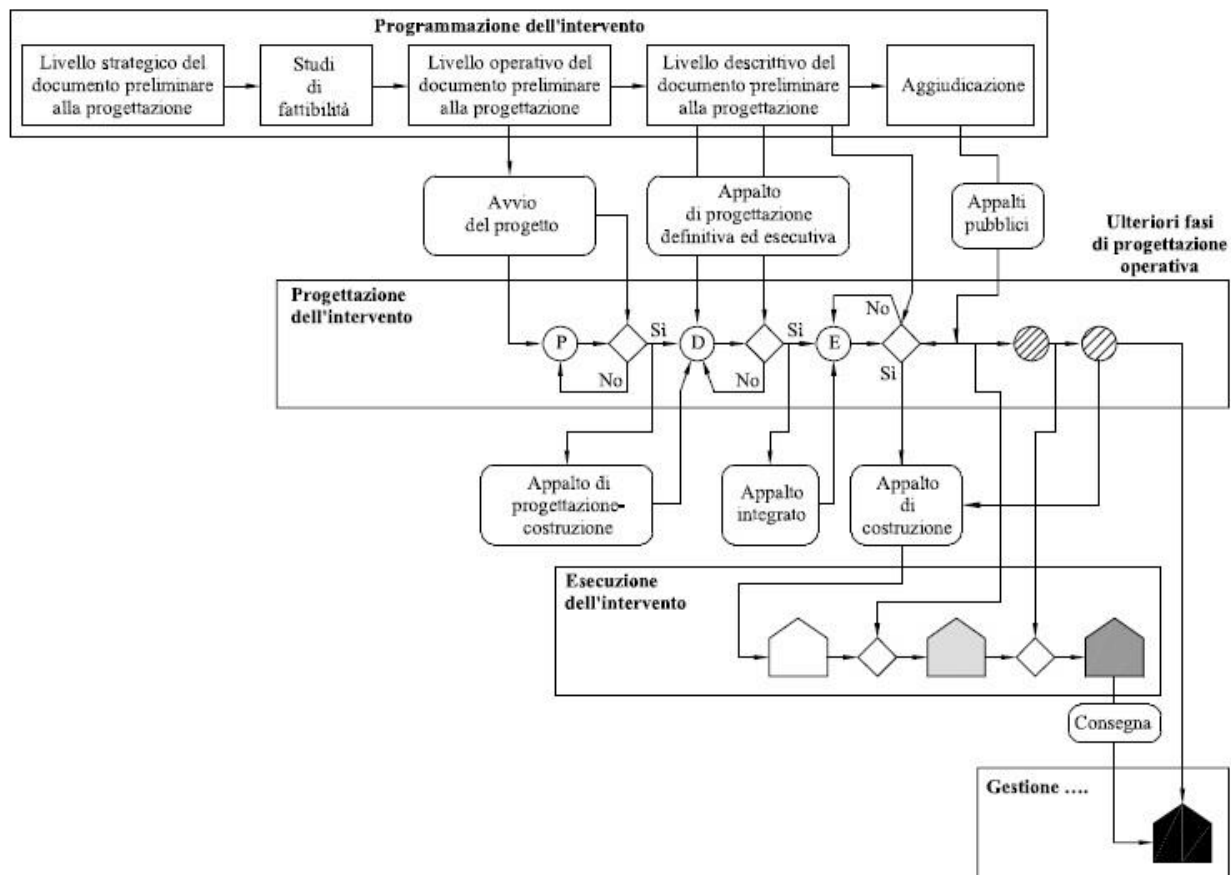


Figura 4: Schema del processo di realizzazione di un intervento edilizio, norma UNI 10722-2

La seguente tabella riporta i contenuti delle fasi preliminari alla progettazione e dei tre livelli di progettazione suddivisi per documenti ed elaborati grafici richiesti dal DPR 207/2010 o dalla norma UNI 10722-3:

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
Analisi delle esigenze	Individuazione e quantificazione delle esigenze e dei fabbisogni espressi		
	Analisi e determinazione degli interventi necessari per soddisfare le rischiste del punto precedente		
	Raccolta di informazioni per l'avvio dello studio di fattibilità		
	Verifica delle disponibilità finanziarie previste dai documenti di programmazione economica e finanziaria		
	Verifica che i fabbisogni espressi possano essere soddisfatti attraverso una partnership pubblico-privato o esclusivamente privato		
	Verifica della possibilità di procedere all'alienazione di beni immobili		

Tabella 1: Contenuti Analisi delle esigenze

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
Studio di fattibilità	Relazione illustrativa contentente: le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali, economico-finanziarie dei lavori da realizzare; l'analisi delle possibili alternative rispetto alla soluzione realizzativa individuata; la verifica della possibilità di realizzazione mediante i contratti di parternariato pubblico privato; l'analisi dello stato di fatto, nelle eventuali componenti architettoniche, geologiche, socio-economiche, amministrative; la descrizione ai fini della valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e della compatibilità paesaggistica dell'intervento, dei requisiti dell'opera da progettare, delle caratteristiche e dei collegamenti con il contesto nel quale l'intervento si inserisce		
	Se posto a base di gara, la relazione illustrativa generale contiene: l'inquadramento territoriale e socio-economico dell'area oggetto dell'intervento; l'analisi della domanda e dell'offerta attuale e di previsione di riferimento; l'analisi delle alternative progettuali; lo studio dell'impatto ambientale riferito alla soluzione progettuale individuata e delle possibili soluzioni alternative		

Studio di fattibilità	Se posto a base di gara, la relazione tecnica contiene: le caratteristiche funzionali e tecniche dei lavori da realizzare; descrizione ai fini della valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e della compatibilità paesaggistica dell'intervento, dei requisiti dell'opera da progettare, delle caratteristiche e dei collegamenti con il contesto; analisi sommaria delle tecniche costruttive e indicazione delle norme tecniche da applicare; cronoprogramma		
	Elaborati progettuali stabiliti dal responsabile del procedimento		
	Elaborato tecnico economico contenente: verifica della possibilità di realizzazione mediante concessione rispetto all'appalto; analisi di fattibilità finanziaria; analisi di fattibilità economica; schema di sistema tariffario, nel caso di concessione; elementi essenziali dello schema di contratto		

Tabella 2: Contenuti Studio di fattibilità

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
Documento Preliminare alla Progettazione DPP	Situazione iniziale e possibilità di far ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica		
	Obiettivi generali da perseguire e delle strategie per raggiungerli		
	Esigenze e bisogni da soddisfare		
	Regole e norme tecniche da rispettare		
	Vincoli di legge relativi al contesti in cui l'intervento è previsto		
	Funzioni che dovrà svolgere l'intervento		
	I requisiti tecnici che dovrà rispettare		
	Gli impatti dell'opera sulle componenti ambientali e nel caso degli organismi edilizi delle attività ed unità ambientali		
	Le fasi di progettazione da sviluppare e della loro sequenza logica nonché dei relativi tempi di svolgimento		
	I livelli di progettazione e degli elaborati grafici e descrittivi da redigere		
	I limiti finanziari da rispettare e della stima dei costi e delle fonti di finanziamento		
Il sistema di realizzazione da impegnare			

Tabella 3: Contenuti Documento preliminare alla progettazione

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
LIVELLO 1 PROGETTO PRELIMINARE	Relazione illustrativa	Stralcio degli strumenti di pianificazione territoriale e di tutela ambientale e paesaggistica, nonché degli strumenti urbanistici generali ed attuativi vigenti	Inquadramento urbanistico: stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo scala non inferiore a 1:10000 originale e localizzato in progetto o alternative
	Relazione tecnica	Planimetrie con curve di livello in scala non inferiore a 1:2000, sulle quali sono riportati separatamente le opere e i lavori da realizzare e le altre eventuali ipotesi progettuali esaminate	Rilievo plano-altimetrico: curve di livello (max 1:2000), piante da catastale, prospetti e sezioni, documentazione fotografica
	Studio di prefattibilità ambientale	Elaborati relativi alle indagini e studi preliminari, in scala adeguata alle dimensioni dell'opera in progettazione, contenenti: carta e sezioni geologiche, sezioni e profili geotecnici, carta archeologica, planimetria delle interferenze, planimetrie catastali, planimetria ubicativa dei siti di cava e di deposito	Elaborati grafici degli aspetti architettonici e degli aspetti distributivi: schemi piante, schemi prospetti e sezioni, sistemazioni esterne (accessi, parcheggi)
	Studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui è inserita l'opera	Schemi grafici e sezioni adeguate in modo da permettere l'individuazione di massima di tutte le caratteristiche spaziali, tipologiche, funzionali e tecnologiche delle opere e dei lavori da realizzare, integrati da tabelle relative ai parametri da rispettare	
	Prime indicazioni e misure finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro		
	Calcolo sommario della spesa		
	Quadro economico di progetto		
Piano particellare preliminare delle aree o rilievo di massima degli immobili			

Tabella 4: Contenuti Progetto preliminare

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
LIVELLO 2 PROGETTO DEFINITIVO	Relazione generale	Stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dell'area interessata dall'intervento	Rilievo plano-altimetrico, piante, sezioni, prospetti e documentazione fotografica
	Relazioni tecniche e relazioni specialistiche	Planimetria d'insieme in scala non inferiore a 1:500, con curve di livello (max 50 cm), con strade, posizione, sagome e distacchi delle eventuali costruzioni confinanti e delle eventuali alberature esistenti con la specificazione delle varie essenze	Visuale principale prima dell'intervento e collocazione dell'intervento nel contesto
	Rilievi planoaltimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico	Planimetria in scala non inferiore a 1:500 con l'ubicazione delle indagini geologiche, planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alla dimensione dell'intervento, con l'indicazione delle indagini geotecniche e sezioni, nella stessa scala che riportano il modello geotecnico del sottosuolo	Progetto architettonico: piante (1:100), prospetti (1:100), sezioni (1:100 o 1:50), particolari costruttivi (1:10 o 1:5), abaco serramenti (1:10), sistemazioni esterne

LIVELLO 2 PROGETTO DEFINITIVO	Studio di impatto ambientale o studio di fattibilità ambientale	Planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alla dimensione dell'intervento, corredata da due o più sezioni atte ad illustrare i profili significativi dell'intervento, anche in relazione al terreno, alle strade e agli edifici circostanti, prima e dopo la realizzazione, nella quale risulti precisata la superficie coperta di tutti i corpi di fabbrica. Tutte le quote altimetriche relative sia al piano di campagna originario sia alla sistemazione del terreno dopo la realizzazione dell'intervento, sono riferite ad un caposaldo fisso. La planimetria riporta la sistemazione degli spazi esterni indicando le recinzioni, le essenze arboree da porre a dimora e le eventuali superfici da destinare a parcheggio, è altresì integrata una tabella riassuntiva di tutti gli elementi geometrici del progetto: superficie dell'area, volume dell'edificio, superficie coperta totale e dei singoli piani e ogni altro utile elemento	Demolizioni e ricostruzioni: piante, prospetti e sezioni e sistemazioni esterne
	Calcoli delle strutture e degli impianti	Le piante dei vari livelli, nella scala prescritta dai regolamenti edilizi comunque non inferiore a 1:100 con l'indicazione delle destinazioni d'uso, delle quote planimetriche e altimetriche e delle strutture portanti. Le quote altimetriche sono riferite al caposaldo precedente ed in tutte le piante sono indicate le linee di sezione	Progetto di arredo: piante con schemi distributivi dei mobili di arredo (verifica mobilità portatori di handicap)
	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	Un numero adeguato di sezioni, trasversali e longitudinali nella scala prescritta da regolamenti edilizi comunque non inferiore a 1:100, con la misura delle altezze nette dei singoli piani, dello spessore dei solai e dell'altezza totale dell'edificio. In tali sezioni è altresì indicato l'andamento del terreno prima e dopo la realizzazione dell'intervento, lungo le sezioni stesse, fino al confine ed alle eventuali strade limitrofe. Tutte le quote altimetriche sono riferite allo stesso caposaldo precedente	Progetto strutturale: individuazione del tipo di fondazioni, schemi grafici
	Piano particellare di esproprio	Tutti i prospetti, a semplice contorno, nella scala prescritta da normative specifiche comunque non inferiore a 1:100 completi di riferimento alle altezze e ai distacchi dagli edifici circostanti, alle quote del terreno e alle eventuali modifiche. Se l'edificio è adiacente ad altri fabbricati, i disegni dei prospetti comprendono anche quelli schematici delle facciate adiacenti	Progetti impiantistici: schemi grafici

LIVELLO 2 PROGETTO DEFINITIVO	Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi dei prezzi	Elaborati grafici in scala non inferiore a 1:100 atti ad illustrare il progetto strutturale nei suoi aspetti fondamentali, in particolare per quanto riguarda le fondazioni	Progetto di conformità dispositivi antincendio
	Computo metrico estimativo	Schemi funzionali e dimensionamento di massima dei singoli impianti, sia interni che esterni	
	Aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza	Planimetrie e sezioni in scala non inferiore a 1:100, in cui sono riportati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione delle centrali dei diversi apparati, con l'indicazione del rispetto delle vigenti norme in materia di sicurezza, in modo da poterne determinare il costo	
	Quadro economico con l'indicazione dei costi di sicurezza desunti sulla base del documento relativo	Per interventi su opere esistenti, gli elaborati indicano con idonea rappresentazione grafica, le parti conservate, quelle da demolire e quelle nuove	
	GdA: schema di contratto		
	GdA: capitolato speciale d'appalto		
GdA: PSC			

Tabella 5: Contenuti Progetto definitivo

FASE	Contenuti		
	Documenti DPR 207/2010	Elaborati grafici DPR 207/2010	Elaborati grafici UNI 10722-3
LIVELLO 3 PROGETTO ESECUTIVO	Relazione generale	Tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo ad una scala maggiore	Progetto architettonico: planimetria tracciamenti, piante (1:50), prospetti (1:50), sezioni (1:50 o 1:20), particolari costruttivi (1:5 o 1:2), abaco dei serramenti (1:10 o 1:5), sistemazioni esterne
	Relazioni specialistiche	Elaborati necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva	Demolizioni e ricostruzioni: piante, prospetti, sezioni, sistemazioni esterne
	Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti	Elaborati grafici dei particolari costruttivi	Verifica mobilità portatori di handicap: piante con schemi distributivi dei mobili di arredo
	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	Elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio	Progetto strutturale: planimetria stato di fatto, carpenteria fondazioni, carpenteria di ogni piano, armatura delle fondazioni, armature degli elementi strutturali, tabella armature pilastri, particolari degli elementi costruttivi portanti
	Piano di sicurezza e di coordinamento e quadro di incidenza della manodopera	Elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione del progetto preliminare, definitivo o di approvazione di specifici aspetti di progetti	Progetti impiantistici: schemi, piante e sezioni 1:20
	Computo metrico estimativo e quadro economico	Elaborati di tutti i lavori da eseguire rispettando le prescrizioni dell'art. 15 comma 9 (effetti negativi sull'ambiente di cantiere)	Progetto antincendio: schema, piante e sezioni 1:20
	Cronoprogramma	Elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio dei componenti prefabbricati	
	Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi dei prezzi	Elaborati che definiscono le fasi costruttive assunte per le strutture	
	Schema di contratto e capitolato speciale di appalto	Progetto strutturale: elaborati grafici d'insieme (carpenterie, profili e sezioni) in scala non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio in scala non inferiore ad 1:10	
	Piano particellare di esproprio	Progetto impiantistico: elaborati grafici d'insieme, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio, in scala non inferiore ad 1:10, con le notazioni metriche necessarie	

Tabella 6: Contenuti Progetto esecutivo

2.3 I LOD: Levels of Detail

Una volta definito il processo edilizio stabilito dall'attuale normativa, è possibile tornare a parlare del mondo BIM e di come sia possibile far sì che questo strumento sia utilizzato con efficienza ed efficacia da tutti i protagonisti del processo edilizio: architetti, ingegneri, direttori dei lavori e coordinatori per la sicurezza, costruttori, manutentori e committenti.

Ogni modello BIM è costituito da tanti elementi a loro volta modellati. Questa scomposizione del modello in elementi è utile per controllare lo sviluppo del progetto e avere la possibilità di collaborare in team. Un altro aspetto da tenere in considerazione è che con questo approccio non si ragiona più sulla consegna e verifica delle tavole, non si ha più la consegna cartacea, ma l'elaborato è direttamente il modello tridimensionale e per definire lo stato di avanzamento del progetto e il livello progettuale che ha raggiunto è utile avvalersi dei LOD, i Levels of Detail. I LOD definiscono la quantità e il grado di approfondimento delle informazioni fornite con il modello. La struttura basata sui LOD affronta diversi problemi del BIM che aumentano quando questo strumento è usato per comunicare o collaborare in team, per esempio quando qualcuno oltre l'autore deve estrarre informazioni dal modello:

- Lungo la fase di progettazione, i sistemi edilizi e i componenti passano da una vaga idea concettuale ad una precisa definizione e descrizione. In passato non c'era modo di definire a che punto si trovava un elemento del modello lungo questo percorso. Lo sapeva solo l'autore;
- È facile commettere errori di interpretazione riguardo il livello di precisione al quale l'elemento è modellato. Nei disegni a mano si passa da schizzi concettuali a linee precise le cui dimensioni sono esplicitate, è quindi facile definire il livello di precisione del disegno basandosi semplicemente sulla sua apparenza. In un modello BIM un generico componente collocato in modo approssimativo può apparire esattamente come un componente specifico collocato con precisione, per cui è necessario avere qualcosa che indichi il livello di precisione e che non si basi sull'apparenza;
- È possibile ricavare informazioni da un modello BIM che l'autore non intende dare, dimensioni non esplicite possono essere misurate in modo preciso, gruppi di informazioni standard sono disponibili prima che il modello sia finalizzato;
- Con la struttura dei LOD l'autore può dichiarare chiaramente l'affidabilità del modello, per cui le informazioni grafiche o non, su cui si può fare affidamento e che possono essere usate da altri professionisti che usano il modello sono quelle esplicitamente indicate per il determinato elemento al LOD indicato da chi lo ha modellato;
- Quando il BIM è utilizzato come strumento di collaborazione, persone diverse dall'autore si basano sulle informazioni presenti nel modello per sviluppare le loro parti di progetto, pertanto la gestione del flusso, della condivisione e dell'affidabilità delle informazioni raggiunge la massima importanza, è necessario per chi usa il modello per sapere quando un'informazione è disponibile e affidabile per programmare il proprio lavoro.

La struttura LOD affronta questi problemi fornendo degli standard di sviluppo che descrivono lo stato di approfondimento e accuratezza dei vari elementi BIM. Questi standard permettono efficienza nella comunicazione e esecuzione facilitando la definizione del livello di dettaglio di un BIM milestone e del prodotto finale.

In bibliografia, in particolare nei Draft Specification forniti dal sito BIM Forum, ci si sofferma sulla differenza tra Level of Detail e Level of Development. Il Level of Detail è sostanzialmente il livello di dettaglio incluso nell'elemento di modello. Il Level of Development è il grado al quale la geometria dell'elemento e le relative informazioni sono state sviluppate, approfondite, è il grado al quale il team di progettazione fa

affidamento sulle informazioni presenti nel modello. In sostanza, il primo può essere considerato come l'obiettivo iniziale, mentre il secondo è il grado di dettaglio raggiunto dal prodotto finito.

Nella restante bibliografia non si trova una reale distinzione tra i due e in generale si parla sempre di Level of Detail, intendendo con esso, sia la quantità di informazioni e il livello di approfondimento richieste inizialmente, sia quelle che devono essere presenti nel modello ai vari milestone e nel modello finale. Si proseguirà quindi parlando sempre di Level of Detail, intesi nella loro definizione più ampia.

I LOD sono: 50, 100, 200, 300, 350, 400, 500 e a livello macroscopico possono essere descritti nel seguente modo:

- LOD 50: modello di volumi in cui non sono fornite informazioni in merito ai materiali o agli elementi tecnici. Lo scopo di questo modello è visualizzare l'edificio nel suo contesto, fare valutazioni economiche di massima e urbanistiche;
- LOD 100: il modello è rappresentato graficamente con indicati attraverso simboli, o altre rappresentazioni generiche, i vari elementi. Gli elementi rappresentati non raggiungono il dettaglio del LOD 200. Le informazioni legate agli elementi del modello possono essere ricavate da altri modelli simili;
- LOD 200: sistema generale e semplificato con quantità, dimensioni, forma, posizione e orientamento approssimativi. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Il modello può essere utilizzato per effettuare analisi preliminari sulle prestazioni ottenibili applicando al modello diversi sistemi semplificati;
- LOD 300: il modello è costituito da elementi specifici in termini di quantità, dimensione, forma, posizione e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Utilizzabile per lo sviluppo dei tradizionali disegni e documenti esecutivi. Il modello può essere analizzato per fare simulazioni riguardo le performance di specifici sistemi scelti appositamente per il modello;
- LOD 350: gli elementi del modello, oltre ad essere completamente definiti singolarmente, sono analizzati e rappresentati nei punti di interconnessione con gli altri elementi del modello. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche;
- LOD 400: gli elementi del modello sono rappresentati graficamente all'interno del modello come un sistema specifico in termini di dimensione, forma, posizione, quantità, orientamento con dettagli, fabbricazione e informazioni per l'installazione. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche come le schede tecniche;
- LOD 500: gli elementi del modello sono verificati e confrontati rispetto al costruito e rappresentati correttamente come effettivamente realizzati in termini di dimensione, forma, posizione, quantità e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche.

Quest'ultimo LOD è di fondamentale importanza per le fasi di gestione e manutenzione e vista la maggiore rapidità nell'aggiornare il modello BIM, rispetto al tradizionale metodo con il CAD, si può auspicare che il progettista tenuto a farlo sia più propenso a realizzare il modello As Built da consegnare al committente.

Dal LOD 300 si usa il termine "specifico" intendendo che la informazioni relative alla quantità, dimensione, posizione e orientamento dell'elemento possono essere lette e misurate direttamente dal modello senza riferirsi a informazioni esterne al modello come note o quote. Pertanto significa che l'elemento è stato modellato appositamente per il modello in cui è inserito.

Il team di progettazione, se lo ritiene utile, può introdurre dei LOD intermedi, ad esempio il LOD 150, per creare ulteriori milestone di progetto, i cui contenuti dovranno essere definiti in fase di pianificazione dell'attività da parte delle figure professionali interessate.

Il LOD 100 corrisponde quindi ad un livello concettuale. Per esempio, in un modello di volumi, i muri interni potrebbero non essere ancora modellati, ma è comunque possibile usare l'area di pavimento approssimativa per generare una prima valutazione economica basata sulla superficie di piano. Così anche per i muri, che al LOD 100 non sono ancora modellati, è possibile estrarre informazioni da ciò che è stato modellato e fare delle valutazioni.

Continuando con l'esempio del muro, il piano spesso è disegnato in prima battuta venendo delimitato da "generic walls". Pertanto è possibile avere informazioni approssimative, in termini di quantità, spessore e posizione dei muri, senza però aver definito, e quindi avere informazioni, sugli strati che compongono il muro. Al LOD 200 i muri perimetrali esterni sono modellati e possono essere misurati direttamente sul modello.

Al LOD 300 l'elemento muro è modellato in modo specifico, è una composizione dei vari strati, con informazioni riguardo la sua struttura, i rivestimenti esterni ed interni, l'isolamento. L'elemento è modellato con i corretti spessori ed è posizionato accuratamente dentro il modello. Posso essere presenti anche informazioni non geometriche. Questo significa che non è necessario modellare ogni dettaglio di ogni componente del muro, un elemento solido con accurato spessore e posizionamento e con le opportune informazioni incluse nel tipo di muro soddisfa i requisiti del LOD 300.

Al LOD 350 sono fornite sufficienti informazioni esecutive come i dettagli costruttivi. Per l'esempio del muro, l'elemento include informazioni riguardo il fissaggio, montanti principali, rinforzi.

LOD 400 può essere pensato contenente tutte quelle informazioni esecutive e operative che solitamente si trovano nelle schede tecniche e nei codici di pratica.

È importante sottolineare che i sistemi edilizi sono sviluppati a diverse velocità durante la progettazione, per esempio il progetto delle parti architettoniche è solitamente molto più avanti rispetto a quello degli impianti. Ai primi milestones, il modello può includere elementi sviluppati ad un LOD 200, ma anche altri elementi sviluppati al LOD 100, come alcuni al 300 o anche al 400.

Quindi non esiste un LOD riferito al modello. Esso contiene elementi sviluppati a LOD differenti durante il processo progettuale e per ogni elemento è necessario definire i contenuti per ciascun livello di dettaglio.

Inoltre l'approccio basato sullo sviluppo di tavole progettuali per ogni livello di progettazione comporta che sia difficile avere dei feedback durante lo sviluppo dei vari livelli in merito ai costi e ai tempi. Solo alla fine di ogni livello progettuale è possibile fare stime sui costi e sui tempi.

A causa del tempo necessario per sviluppare delle stime su questi due aspetti fondamentali, può capitare che dopo aver completato una fase del progetto, si debba poi tornare a fare modifiche per allinearsi ai limiti di costi e di tempi.

Il Building Information Modeling fornisce gli strumenti utili per i progettisti per incrementare i controlli intermedi durante lo sviluppo del progetto, ad esempio ogni due o tre settimane, durante i quali, grazie alla velocità del BIM nell'elaborare i dati è possibile avere stime parziali riguardo i tempi e i costi, senza la necessità che il modello sia completo. Quindi è possibile fare eventuali aggiornamenti in corsa durante lo sviluppo di un livello progettuale, riducendo i rischi di perdere tempo con soluzioni non compatibili con i vincoli della committenza.

Il concetto fondamentale è che con l'uso del BIM e dei controlli intermedi, il sottoinsieme di informazioni determinanti per i costi e i tempi può essere girato al responsabile di questi ambiti, il Project Manager ad esempio, il quale fornisce rapidamente dei feedback ai progettisti e il team progettuale si regola di

conseguenza. Questo consente quindi a tutte le figure professionali che concorrono nello sviluppo del progetto e nella costruzione dell'opera di collaborare in modo continuativo, ottimizzando il risultato finale. Per effettuare questi controlli intermedi il team progettuale può decidere di creare dei LOD aggiuntivi, ad esempio il LOD 250 o persino il LOD 225 in base alla complessità del progetto. I Level of Detail sono utili proprio perché indicano la quantità di informazioni disponibili nel modello e la relativa accuratezza, quindi gli estimatori e i pianificatori possono sviluppare le loro stime consapevoli del livello di accuratezza da garantire.

Per ogni LOD è possibile definire l'accuratezza delle stime di costi e tempi, in particolare per i costi:

- LOD 50/100: stima parametrica del costo di costruzione sulla base della destinazione d'uso e di parametri fisici (superficie o volume) o funzionali (posti letto per gli ospedali, posti alunno per le scuole, numero camere per gli alberghi, posti a sedere per i teatri, posti auto per i parcheggi, unità abitative per le residenze);
- LOD 200: stima dei costi delle classi di unità tecnologiche (fondazioni, strutture di elevazione, chiusure), basandosi su progetti simili per dedurre il costo parametrico;
- LOD 300: computo metrico estimativo delle classi di unità tecnologiche (fondazioni, strutture di elevazione, chiusure);
- LOD 350: computo metrico estimativo degli elementi tecnici esplicitando le percentuali di incidenza dei materiali, dei noli e trasporti e della manodopera;
- LOD 400: computo metrico estimativo degli elementi tecnici con i costi aggiornati in base ai preventivi dei produttori di componenti e dell'impresa edile esplicitando costo dei materiali, delle attrezzature, della manodopera e altri eventuali costi.

E per quanto riguarda i tempi:

- LOD 50: non è fornita una stima dei tempi;
- LOD 100: stima parametrica del tempo totale in base a progetti simili, i valori sono molto approssimativi;
- LOD 200: prima bozza di schedulazione dei tempi, non utilizzabile per fare analisi sull'ottimizzazione dei tempi perché la stima è approssimativa;
- LOD 300/350: calcolo sulla base del computo metrico estimativo, ed in particolare sulla base dell'incidenza percentuale della manodopera, degli uomini-giorno e in base alla dimensione della squadra operativa standard, la relativa durata prevista per le lavorazioni. Il calcolo della durata delle lavorazioni è adatto ad effettuare le prime valutazioni per l'ottimizzazione della pianificazione;
- LOD 400: i valori delle durate delle lavorazioni aumentano di accuratezza perché aumenta l'accuratezza degli input ed è possibile procedere alle analisi per l'ottimizzazione dei tempi, per sviluppare i flussi di cassa e procedere a schedulare gli ordini delle risorse.

2.4 Contenuti dei LOD

In questo capitolo viene approfondito il contenuto di ogni Level of Detail per l'edificio in generale e per i vari elementi tecnici che costituiscono l'edificio stesso. Si analizzano infatti gli elementi della parte strutturale, delle chiusure, degli interni e degli impianti descrivendo per ogni elemento i rispettivi LOD, ai quali vengono collegate le fasi del processo edilizio, in base a quanto indicato dalla normativa italiana esposta al capitolo 2.2. L'idea è quella di creare una struttura basata sui LOD che sia il più congruente possibile con la normativa italiana in modo da facilitare l'adozione del metodo BIM sia da parte dei professionisti che da parte dei legislatori.

2.4.1 Edificio

Si inizia descrivendo l'edificio nel suo insieme. In realtà, come detto nel capitolo precedente, è difficile parlare di Level of Detail globale del modello dell'edificio senza scomporlo nelle sue parti principali. Questo perché, come si vedrà in seguito, in generale, la progettazione delle chiusure, è sviluppata più velocemente fin dalle prime fasi e livelli di progettazione, seguita dalle strutture, dagli interni e dagli impianti. I progettisti responsabili di questi tre macroargomenti nelle prime fasi sono disponibili per fornire utili informazioni che possono permettere di partire fin dallo studio di fattibilità, con un progetto integrato, in cui le problematiche dei vari settori vengono analizzate da tutto il gruppo progettuale al fine di massimizzare la collaborazione e l'integrazione e di ridurre le modifiche durante i livelli di progettazione più avanzati, causati dalla mancanza o lentezza nello scambio di informazioni tra i vari progettisti. Inoltre bisogna sottolineare che più si avanza con i livelli progettuali, minore è la flessibilità del progetto, perché per apportare una modifica di rilievo, non di dettaglio, occorre più tempo di quanto sarebbe necessario durante il progetto preliminare.

Per quanto riguarda i Level of Detail dell'edificio si inizia dalla seguente tabella:

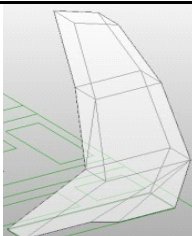
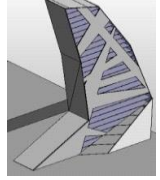
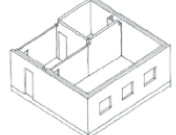
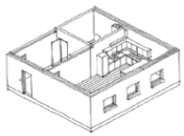
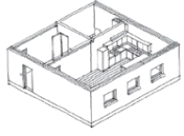
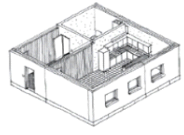
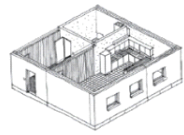
Level of Detail LOD	Descrizione dei contenuti	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50 - Concept	Il modello è rappresentato attraverso un solid mass model tramite il quale è possibile visualizzare e avere informazioni riguardo i volumi e le superfici. Il modello a questo LOD può essere utilizzato per fare le prime valutazioni di carattere urbanistico e economico. Devono essere modellati anche il terreno e eventuali edifici già presenti nell'intorno del lotto oggetto di progetto, per una profondità nei lotti circostanti di almeno 50 metri.	Studio di fattibilità, Valutazioni urbanistiche, Valutazioni economiche	
LOD 100 - Concept	Il modello è rappresentato graficamente con indicati attraverso simboli, o altre rappresentazioni generiche, i vari elementi. Gli elementi rappresentati non raggiungono il dettaglio del LOD 200. Le informazioni legate agli elementi del modello possono essere ricavate da altri modelli simili.	Progetto preliminare	
LOD 200 - Design Model	Sistema generale/semplificato/generico con quantità, dimensioni, forma, localizzazione e orientamento APPROSSIMATIVI. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Il modello può essere utilizzato per effettuare analisi preliminari sulle prestazioni ottenibili applicando al modello diversi sistemi generici/semplificati/APPROSSIMATIVI.	Progetto definitivo	
LOD 300 - Construction Model	Il modello è costituito da elementi specifici in termini di quantità, dimensione, forma, localizzazione e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Utilizzabile per lo sviluppo dei tradizionali documenti e elaborati costruttivi/esecutivi. Il modello può essere analizzato per calcolare le performance di specifici sistemi scelti appositamente per il modello.	Progetto definitivo, Progetto esecutivo	
LOD 350	Gli elementi del modello, oltre ad essere completamente definiti singolarmente, sono analizzati e rappresentati nei punti di interconnessione con gli altri elementi del modello. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche.	Progetto esecutivo	
LOD 400 - Fabrication Model	Gli elementi del modello sono rappresentati graficamente all'interno del modello come un sistema specifico in termini di dimensione, forma, localizzazione, quantità, orientamento con dettagli, fabbricazione e informazioni per l'installazione. Agli elementi del modello devono essere collegate delle informazioni non grafiche come schede tecniche e informazioni utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	
LOD 500 - As Built Model	Gli elementi del modello sono verificati e confrontati rispetto al costruito e rappresentati correttamente come il costruito in termini di dimensione, forma, localizzazione, quantità e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche.	As built	

Tabella 7: Descrizione contenuti LOD edificio

Come si può notare il LOD 300 si può riferire sia al progetto definitivo che all'esecutivo, per definire il Level of Detail dell'edificio in funzione della fase progettuale è necessario quindi usare dei range che verranno descritti quando si approfondiranno le parti strutturali, le chiusure, gli interni e gli impianti. Ad esempio il LOD 300 delle chiusure verticali corrisponde al progetto definitivo, mentre lo stesso LOD per il solaio in laterocemento corrisponde al progetto esecutivo.

La seguente tabella e il relativo diagramma di flusso sono il risultato di questo ragionamento:

EDIFICIO	
Fase/Livello progettuale	LOD
Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche / Valutazioni economiche	50/100
Progetto preliminare	100/200
Progetto definitivo	200/300
Progetto esecutivo	300/400
As Built	500

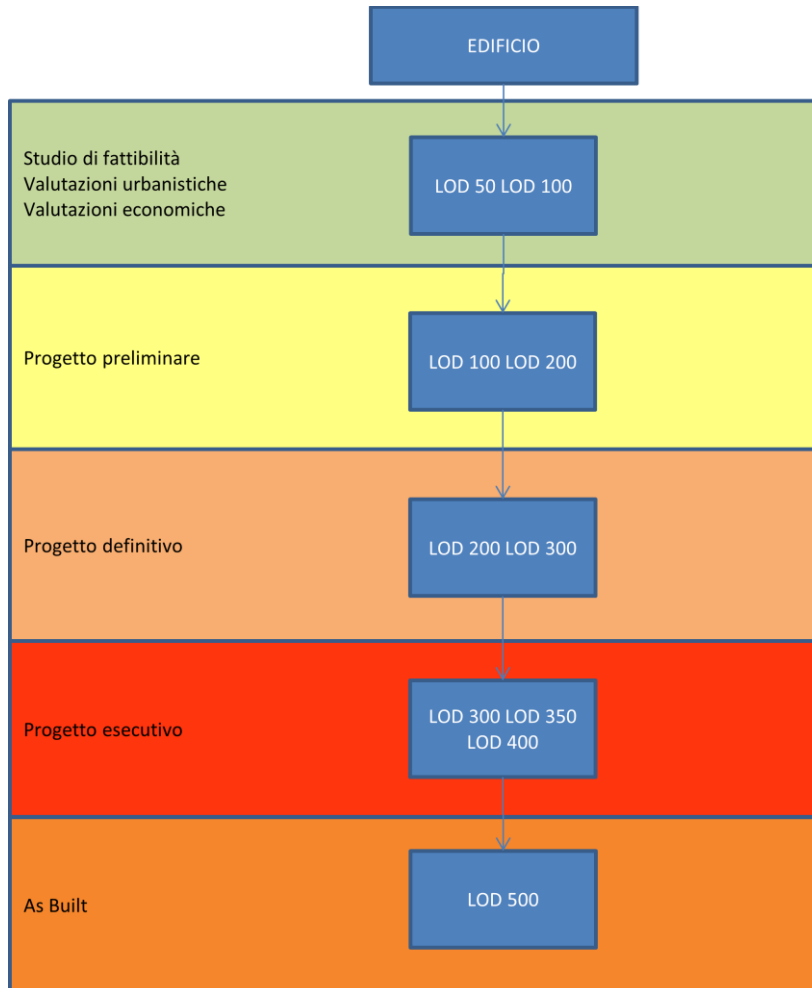


Figura 5: Diagramma di flusso LOD riferiti all'edificio

Si prosegue suddividendo l'edificio in classi di unità tecnologiche ed in particolare si parla di: struttura, chiusure, interni e impianti. Arrivando a questo livello di scomposizione è possibile definire il LOD di una classe di unità tecnologica e quindi il team di progettazione può richiedere ad esempio che ad un determinato milestone le strutture siano sviluppate ad un determinato LOD e fare la stessa cosa per le chiusure, gli interni e gli impianti. Analogo discorso può essere fatto per una futura consegna informatizzata del modello di progetto, sostituendo la consegna cartacea delle tavole progettuali: l'ente responsabile della verifica del progetto richiede che per soddisfare i requisiti e i contenuti del progetto definitivo, ad esempio, le strutture siano sviluppate al LOD 200/300, le chiusure al LOD 200/300, gli interni al LOD 200 ed infine gli impianti al LOD 200.

EDIFICIO				
Fase/Livello progettuale	LOD			
	Struttura	Chiusure	Interni	Impianti
Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche / Valutazioni economiche	-	50/100	50	-
Progetto preliminare	100	100/200	100	100
Progetto definitivo	200/300	200/300	100/200	200
Progetto esecutivo	300/350/400	300/350/400	300/350/400	300/350/400
As Built	500	500	500	500

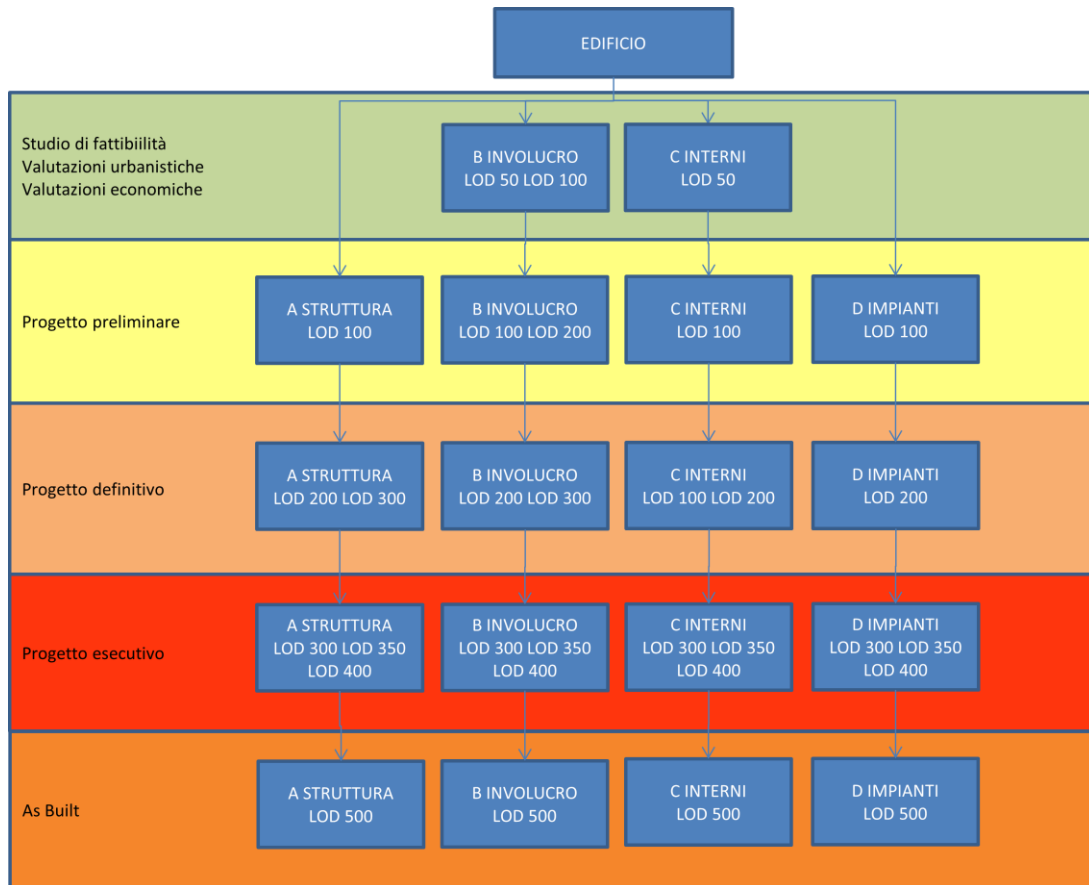


Figura 6: Diagramma di flusso LOD per struttura, involucro, interni e impianti

Nei seguenti sottocapitoli si approfondiscono gli elementi di ciascuna classe tecnologica.

2.4.2 Struttura

Come anticipato nel paragrafo precedente il punto fondamentale è la definizione dei Level of Detail degli elementi tecnici che costituiscono, in questo sottocapitolo, la struttura dell'edificio. È dalla definizione dei LOD per gli elementi tecnici che è possibile creare le tabelle e i diagrammi di flusso riferiti all'edificio nel suo insieme.

In particolare per quanto riguarda la struttura si descrivono le schede dei LOD per:

- fondazioni;
- muri controterra;
- strutture di elevazione verticale ed orizzontale;
- solai.

FONDAZIONI

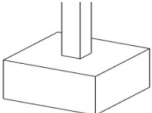
All'interno della scheda delle fondazioni si ha una scomposizione tra: fondazioni dirette (plinti, travi rovesce, a platea) e fondazioni indirette (a pali).

FONDAZIONI DIRETTE

Il contenuto del LOD 100 riguardante le fondazioni dirette consiste in una descrizione fornita dal responsabile delle strutture, il quale riferendosi al modello architettonico modellato, indica al progettista architettonico la dimensione di massima e la proporzione delle fondazioni. Lo strutturista inizia quindi a fare una scelta tra fondazioni dirette e indirette, senza però scegliere a questo LOD, il tipo di fondazione diretta. Inoltre informa il team di progettazione di eventuali parametri da rispettare o esigenze progettuali a lui note grazie all'esperienza e che ritiene possano condizionare altri ambiti progettuali e che se non tenute in considerazione fin dall'inizio del progetto possano essere causa di correzioni ai livelli progettuali più avanzati.

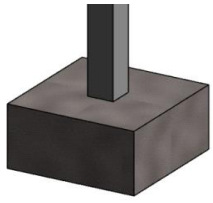
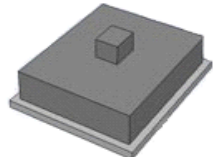
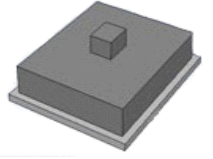
Nella prima fase del progetto definitivo le fondazioni dirette raggiungono un livello di dettaglio classificabile come LOD 200: il progettista delle strutture utilizza un modello generico dell'elemento di fondazione e si porta verso la scelta tra le tipologie di fondazioni dirette, le dimensioni e la scelta tra le tipologia non è ancora definitiva, ma si iniziano ad avere elementi strutturali generici modellati.

Una volta completato il LOD 200, pur rimanendo nell'ambito del progetto definitivo, lo strutturista definisce in modo più netto quale tipo di fondazione diretta ritiene più opportuna per il progetto che si sta delineando e in base al tipo di terreno dove l'opera verrà costruita.

A1.1	Fondazioni dirette	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema di fondazione senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle fondazioni. Inoltre informa il team di progettazione di eventuali parametri da rispettare o esigenze che condizionano anche altri ambiti progettuali.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico modellato che include: dimensioni e forma approssimative dell'elemento di fondazione, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D

Fondazioni dirette - Plinti

La scelta tra le tipologie di fondazioni dirette viene fatta durante il progetto definitivo, raggiungendo un livello di definizione pari al LOD 300. In particolare riguardo i plinti si ha la seguente tabella:

A1.1.1	Fondazioni - Plinti	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo al progetto ingegneristico delle fondazioni, include elementi specifici modellati con: dimensione generale e geometria specifica dell'elemento di fondazione, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani, dimensioni esterne dei componenti, resistenza del materiale. Le informazioni descrittive sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: smussature, barre d'armatura, posizione di eventuali forometrie, giunti, additivi per calcestruzzo, distanziatori in legno. Il modello contiene informazioni necessarie per la collaborazione del team di progetto. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Devono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

I plinti vengono modellati al LOD 300 durante lo sviluppo del progetto definitivo, questi elementi sono disegnati ad un livello di dettaglio maggiore con dimensione, geometria e forma specifiche del progetto. Oltre a questo il modello del plinto è corredato da informazioni non grafiche, come la resistenza del materiale, la presenza di avvallamenti e superfici in pendenza.

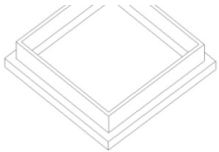
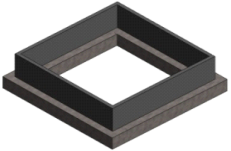
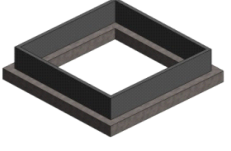
Passando al LOD 350 si inizia a parlare di dettagli costruttivi e vengono modellate le barre d'armatura oltre a elementi di dettaglio come la posizione di eventuali fonometrie.

Al LOD 400 oltre ad incrementare ulteriormente il livello di dettaglio dell'elemento, vengono introdotte tutte le informazioni non grafiche come le schede tecniche e i codici di pratica, in sostanza il LOD 400 può essere visto come un LOD di congiunzione tra la progettazione esecutiva e la fase di costruzione dell'opera, è quindi congruente con la progettazione operativa.

Un discorso a parte merita il LOD 500 che consiste nell'aggiornamento delle informazioni, grafiche e non grafiche, con quanto effettivamente costruito in modo da fornire al committente un modello BIM che corrisponde al realizzato e che è utile al termine della vita utile in caso si scelga di procedere con una ristrutturazione in modo da avere tutte le informazioni necessarie, o per eventuali ampliamenti nel corso degli anni.

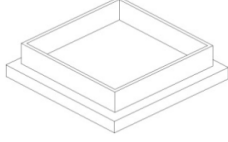
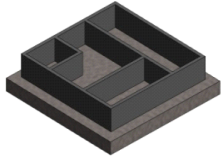
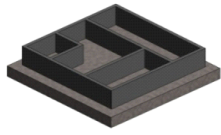
Fondazioni dirette – Travi rovesce

La distinzione delle travi rovesce dal gruppo delle fondazioni dirette avviene, come per i plinti, durante la progettazione definitiva ed in particolare al LOD 300. I ragionamenti fatti per i plinti sono validi anche per le travi rovesce, di cui si riporta la scheda:

A1.1.2	Fondazioni - Travi rovesce	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo al progetto ingegneristico delle fondazioni, include elementi specifici modellati con: dimensione generale e geometria specifica dell'elemento di fondazione, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani, dimensioni esterne dei componenti, resistenza del materiale. Le informazioni dell'elemento sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato.	Progetto definitivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: barre d'armatura, posizione di eventuali forometrie, giunti, additivi per calcestruzzo, distanziatori in legno e tutti gli elementi e informazione utili per la collaborazione nel team di progetto. Ulteriori elementi modellati sono: posizione e forma dell'elemento strutturale, tutti gli elementi integrati. Tutti i punti di inserimento e collegamento devono essere dettagliati e modellati. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Devono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

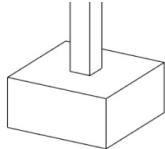
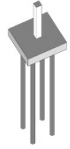


Fondazioni dirette – Platea

La distinzione della fondazione a platea dal gruppo delle fondazioni dirette avviene, come per i plinti e travi rovesce, durante la progettazione definitiva ed in particolare al LOD 300. I ragionamenti fatti per i plinti e travi rovesce sono validi anche per le fondazioni a platea, di cui si riporta la scheda:

A1.1.3	Fondazioni a platea	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo alla dimensione e forma della platea, include elementi specifici modellati con: dimensione generale, spessore e geometria specifica della platea, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani e resistenza del materiale. Le informazioni dell'elemento sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato, additivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	Il modello contiene informazioni necessarie per la collaborazione del team di progetto come: posizione di eventuali forometrie, elementi distanziatori, giunti, barre d'armatura. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Possono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Fondazioni indirette – a pali

Un discorso a parte meritano le fondazioni indirette a pali. L'idea è che il progettista strutturale rilevi la necessità di utilizzare fondazioni indirette fin dalla progettazione preliminare, in base alla dimensione dell'opera in corso di progettazione e alla resistenza del terreno, informazioni che sono già disponibili a questo livello progettuale. Al LOD 100 quindi viene descritto il sistema di fondazione previsto e la dimensione di massima della fondazione. Con il LOD 200 le dimensioni degli elementi sono più accurate, ma rimangono variabili. Il LOD 300 consiste nel passaggio a rappresentazioni specifiche in termini di dimensione, forma e posizione dei pali. Oltre alle informazioni grafiche sono fornite informazioni riguardanti il sito e la resistenza del terreno. I dettagli costruttivi e altre informazioni specifiche e di dettaglio sono fornite al LOD 350. Queste informazioni grafiche e non vengono ulteriormente arricchite con schede tecniche e indicazioni utili per la fase costruttiva degli elementi di fondazione. Infine il LOD 500 consiste nell'aggiornamento dei dati di progetto con quanto effettivamente realizzato per creare il modello as built.

A1.2	Fondazioni a pali	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema di fondazione senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle fondazioni. Inoltre informa il team di progettazione di eventuali parametri da rispettare o esigenze che condizionano anche altri ambiti progettuali.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico modellato che include: dimensioni e forma approssimative dell'elemento di fondazione, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: dimensione, forma e posizione dei pali, approssimativa profondità di resistenza, informazioni sul sito e sulla consistenza del terreno prevista.	Progetto definitivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: dettaglio della sommità e base del palo per i controlli in sito, tutte le altre informazioni utili per la collaborazione del team. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: profondità dello strato portante, profondità di penetrazione del palo, posizione delle sovrapposizioni e degli ancoraggi. Tra le informazioni si hanno le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito di riporta il diagramma di flusso relativo alle fondazioni:

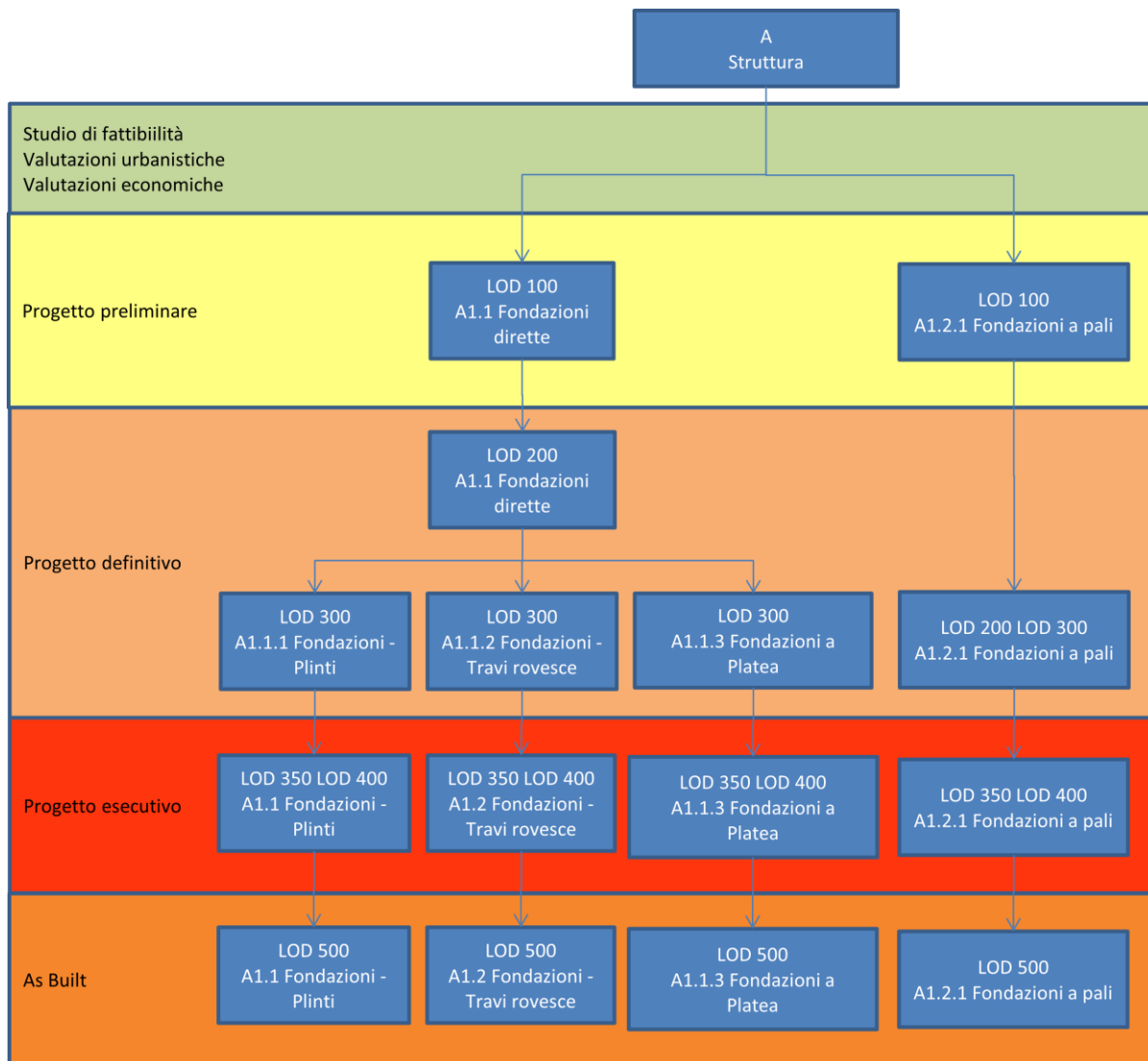


Figura 7: Diagramma di flusso LOD fondazioni

Di seguito si riporta il diagramma di flusso delle strutture di contenimento:

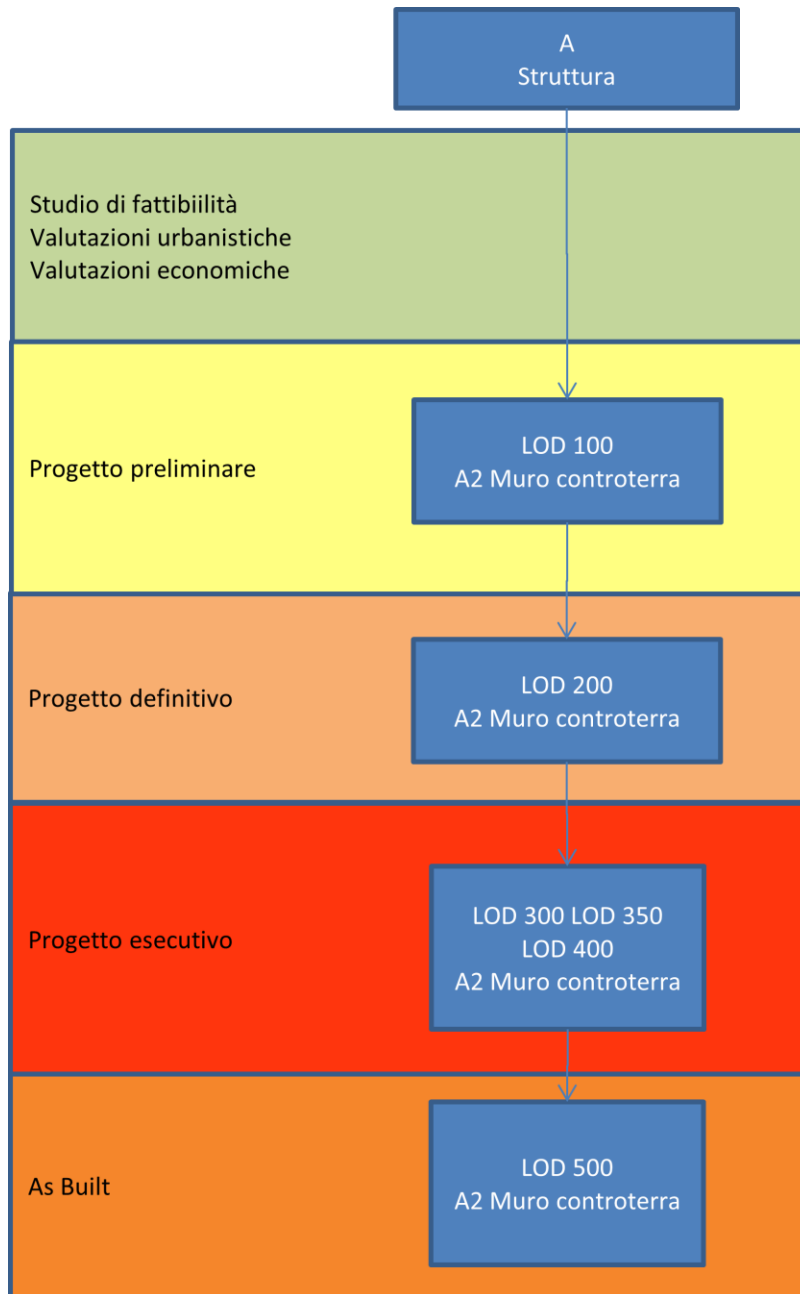


Figura 8: Diagramma di flusso LOD muro controterra

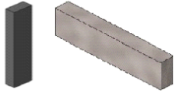
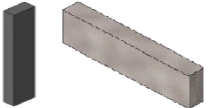
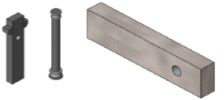
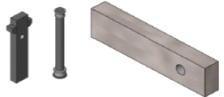
STRUTTURE DI ELEVAZIONE VERTICALE ED ORIZZONTALE

Per quanto riguarda le strutture di elevazione, al LOD 100 viene definita la griglia strutturale e la dimensione di massima dei principali elementi, pilastri e travi, senza modellarli. A questo LOD non si ha ancora la distinzione tra struttura di elevazione in calcestruzzo armato, acciaio o legno. Questo perché a questo livello di dettaglio ci si concentra sullo sviluppare e analizzare varie ipotesi tra le soluzioni strutturali possibili andando ad indagare e individuare quella più vantaggiosa, in termini economici, di tempi e di stoccaggio in cantiere.

A3	Strutture di elevazione verticale ed orizzontale	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema strutturale senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle strutture.	Progetto preliminare	INFO

STRUTTURE DI ELEVAZIONE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Raggiunto il livello di dettaglio LOD 200 il progettista, dopo aver ascoltato le esigenze anche degli altri progettisti che concorrono allo sviluppo del progetto, sceglie la struttura di elevazione che meglio si adatta tra calcestruzzo armato, acciaio o legno. Nel caso scelga la prima opzione inizia a modellare gli elementi strutturali secondo la tabella seguente:

A3.1	Strutture di elevazione in calcestruzzo armato	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Modello generico che indichi: i principali elementi con forma e dimensione approssimativa, tipo di sistema strutturale in cemento armato, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elementi specifici modellati e che includono: specifica dimensione, forma e posizione dei principali elementi strutturali modellati secondo la griglia strutturale con corretto posizionamento, informazioni relative al calcestruzzo scelto (resistenza, dimensione aggregati). Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D: barre d'armatura e relativa posizione, ancoraggi, presenza di forometrie per il passaggio di elementi impiantistici, rinforzi, finiture, curvature, smussature.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la definizione dello stesso: sono modellate le barre d'armatura e i rinforzi, presenza di forometrie, finiture, curvature, smussature. Sono rappresentati anche i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni necessarie per la fase di costruzione o posa in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati. Tra le informazioni si hanno le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Pertanto inizialmente al LOD 200, durante il progetto definitivo modella in modo generico i principali elementi, indicando il tipo di sistema strutturale scelto e la griglia strutturale. Al LOD 300 gli elementi devono essere modellati in modo specifico e sono fornite le principali informazioni riguardo la struttura di

STRUTTURE DI ELEVAZIONE IN LEGNO

Nel caso in cui il progettista responsabile delle strutture ritenga più adatta la soluzione che prevede l'utilizzo del legno come principale materiale strutturale, vengono modellati i primi elementi delle strutture di elevazione del modello al LOD 200 indicando la griglia strutturale e la dimensione di massima dei principali elementi, pilastri e travi. Al LOD 300 si ha un elemento specifico modellato con i suoi elementi principali e vengono fornite informazioni riguardo il legno strutturale, mentre al LOD 350 iniziano ad essere inseriti più dettagli dell'elemento e dei punti di connessione, oltre a rappresentare i dettagli costruttivi. Il livello di dettaglio 400 fornisce tutte le informazioni grafiche e non utili per modellare completamente l'elemento e gestirne la fase di costruzione, ad esempio vengono fornite le schede tecniche.

A3.3	Strutture di elevazione in legno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Modello generico che indichi: i principali elementi con forma e dimensione approssimativa, tipo di sistema strutturale in legno, griglia strutturale.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: dimensione specifica dei pilastri e delle travi modellate lungo la griglia strutturale posizionata correttamente, informazioni riguardo il legno scelto e la tipologia di connessione prevista.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: quota e posizione delle connessioni, tipologia di connessione, elementi di connessione principali, tutti gli eventuali elementi metallici previsti con corretto orientamento, tutti gli elementi di rinforzo come i controventi, dettagli strutturali in 2D.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati e sono fornite le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso relativo alle strutture di elevazione verticale ed orizzontale:

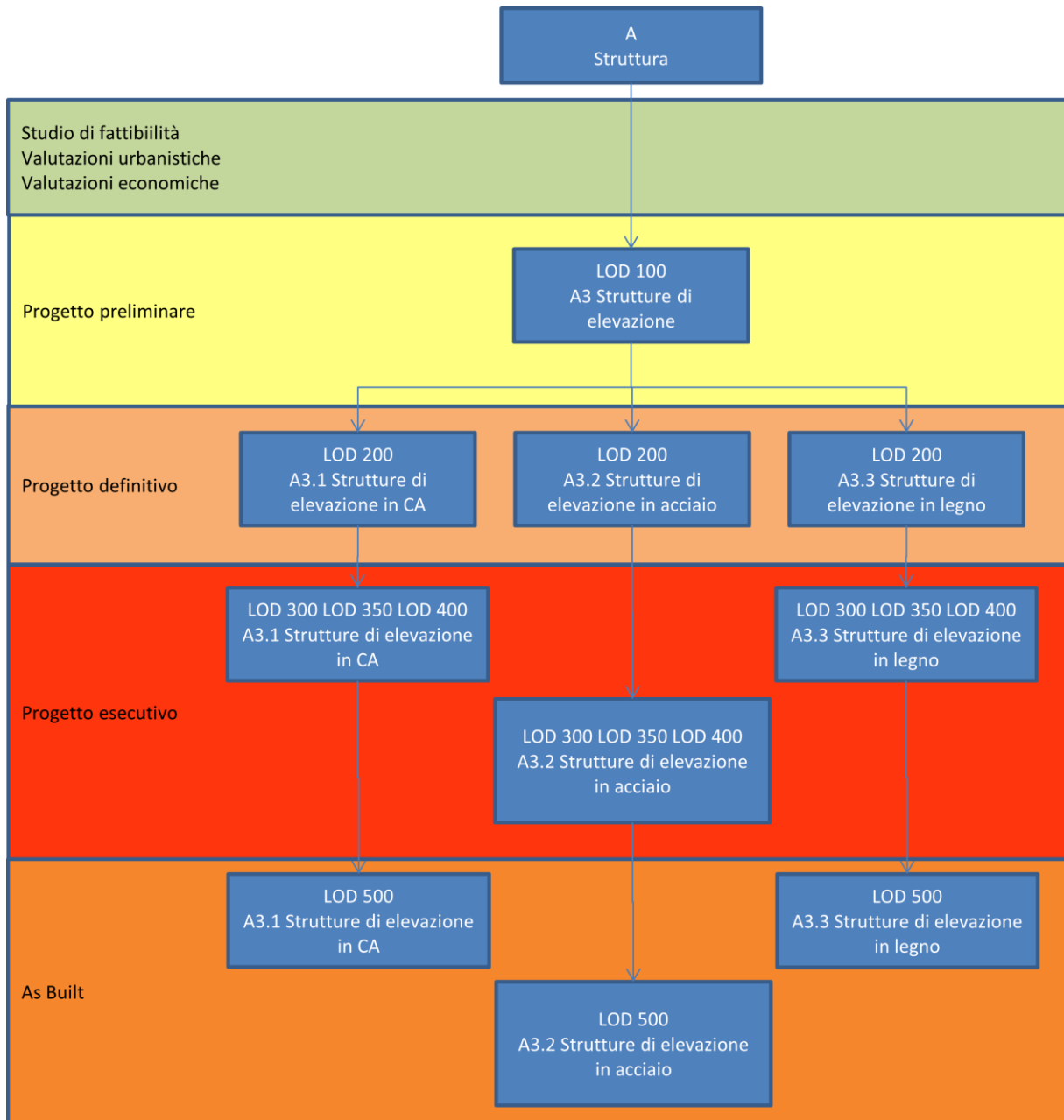


Figura 9: Diagramma di flusso LOD strutture di elevazione

STRUTTURE DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE - SOLAIO


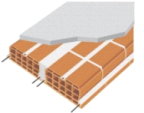
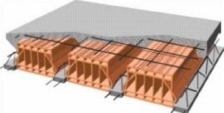
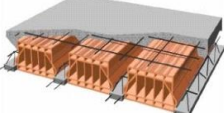
Per quanto riguarda la parte strutturale della soletta, il solaio, al LOD 100 si ha una semplice descrizione del sistema previsto dallo strutturista, senza che vengano modellati gli elementi strutturali della soletta. Il progettista indica lo spessore approssimativo che ritiene adatto in base alla soluzione architettonica. Al LOD 100 non si ha ancora una precisa scelta sul materiale strutturale che verrà impiegato per il solaio.

A4	Strutture di elevazione orizzontale - solaio	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema strutturale senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle strutture.	Progetto preliminare	INFO

Questo tipo di informazioni sono compatibili con quanto previsto per il progetto preliminare. Passando ad un dettaglio più elevato, il LOD 200 si ha una suddivisione tra i materiali strutturali impiegati: solaio in laterocemento, solaio in lamiera grecata, solaio in legno.

SOLAIO IN LATEROCEMENTO

Completato il LOD 100, il responsabile delle strutture sceglie quale tipologia di solaio è più adatta alla soluzione architettonica e nel caso ritenga opportuno un solaio in laterocemento prosegue modellando gli elementi strutturali seguendo la scheda riportata sotto:

A4.1	Strutture di elevazione orizzontale - solaio in laterocemento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Struttura generica con: tipo di solaio in laterocemento, griglia strutturale, dimensione di massima del solaio.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: specifica dimensione dei principali elementi strutturali modellati lungo la griglia strutturale posizionata correttamente, anche i laterizi di alleggerimento sono modellati.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di dettaglio contiene tutte le informazioni utili per la collaborazione del team di progetto: posizione e forma del solaio in laterocemento, tutte le integrazioni e i rinforzi metallici, eventuali giunti di dilatazione. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Sono rappresentati i dettagli costruttivi. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO


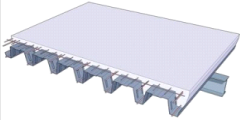
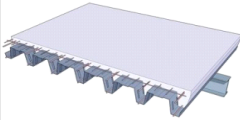
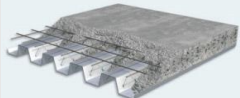
Al LOD 200 il solaio viene modellato in modo generico, si definisce la griglia strutturale e la dimensione di massima. Questo livello di definizione è compatibile con il progetto definitivo, in quanto è stato scelto in materiale principale e lo spessore totale dell'elemento, senza addentrarsi nei particolari costruttivi e senza modellare gli elementi secondari.

Al LOD 300 l'elemento è modellato rappresentando il calcestruzzo, le barre d'armatura e i laterizi di alleggerimento.

Al LOD 350 l'elemento è integrato con i dettagli costruttivi, mentre al LOD 400 sono fornite tutte le informazioni utili in fase costruttiva e di installazione in opera. Infine il LOD 500 consiste nell'aggiornamento delle informazioni, grafiche e non grafiche, con quanto effettivamente costruito.

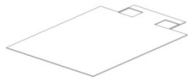
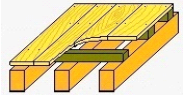
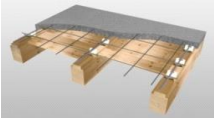
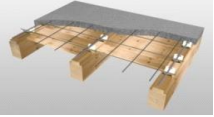
SOLAIO IN ACCIAIO

Il ragionamento esposto sopra si ripete con il solaio in acciaio, in lamiera grecata a secco o con getto collaborante, secondo quanto indicato nella seguente scheda:

A4.2	Solaio con lamiera grecata	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Generico modello di soletta che include: soletta con dimensioni approssimative e griglia strutturale definita nel modello.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico che comprende: caratteristiche della lamiera grecata, forma e spessore, diagramma dei carichi e freccia prevista, caratteristiche della lamiera grecata e spessore, spazature, posizione delle aperture, punti di carico. Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D come: bloccaggi della lamiera grecata, specifiche di saldatura, rinforzi. Tra le informazioni non grafiche sono riportate le caratteristiche meccaniche dei materiali del solaio.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: sovrapposizioni della lamiera e giunti, aperture nella lamiera modellate con gli elementi di supporto. Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D come: bloccaggi della lamiera grecata, specifiche di saldatura, rinforzi e i dettaglio costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: tutti gli elementi di bloccaggio e le saldature. Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

SOLAIO IN LEGNO

Il ragionamento esposto sopra si ripete anche con il solaio in legno, secondo quanto indicato nella seguente scheda:

A4.3	Solaio in legno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Generico modello di soletta che include: soletta con dimensioni approssimative, elementi di supporto, griglia strutturale definita nel modello.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico del modello che include: dimensione e forma specifica dei travetti, diagramma dei carichi e freccia prevista, orientamento dei travetti. Tra le informazioni non grafiche si ha la descrizione delle caratteristiche meccaniche dei travetti.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: posizionamento dei bordi delle doghe, aperture delle doghe, punti di carico.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: tutti gli elementi di bloccaggio e la tenuta all'acqua. Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso relativo ai solai:

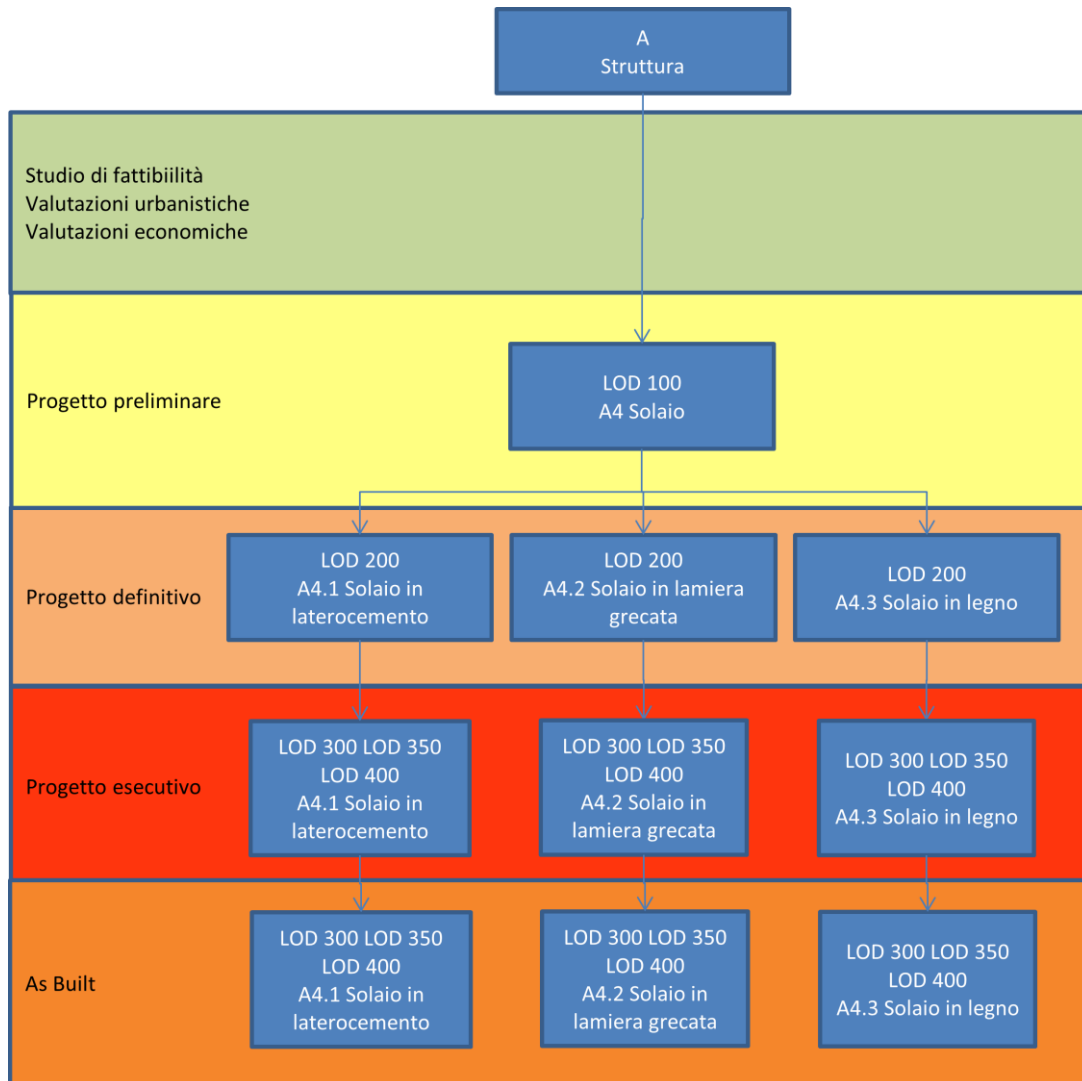


Figura 10: Diagramma di flusso LOD solai

2.4.3 Chiusure

I primi elementi che vengono visualizzati, anche solo mentalmente, quando si pensa ad un edificio sono quelli che costituiscono il suo involucro: i muri, il tetto e gli infissi. Sono infatti proprio questi elementi che sono modellati fin dall'inizio, durante lo studio di fattibilità. Durante questa prima fase, a cui corrisponde un LOD 50 sono modellati dei volumi che rappresentano la sagoma dell'edificio o del complesso di edifici che verranno progettati. È possibile che non siano presenti suddivisioni tra i tipi di materiali che compongono la facciata o la copertura, ma grazie alla potenza dei software BIM è possibile già in questa fase fare valutazioni sia urbanistiche che economiche, attraverso la disponibilità di informazioni come le superfici di facciata, di copertura e la superficie di piano.

Con il crescere del livello di dettaglio aumentano le informazioni specifiche di ogni elemento di chiusura arrivando a definire i dettagli costruttivi e i metodi di posa in opera nei LOD più avanzati.

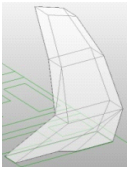
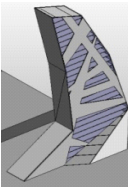
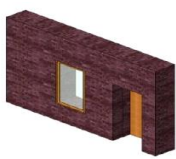
Le schede dei LOD delle chiusure che vengono descritte di seguito sono:

- chiusure verticali opache e trasparenti;
- infissi esterni;
- solaio controterra;
- coperture.

CHIUSURE VERTICALI OPACHE E TRASPARENTI (FACCIATA CONTINUA)

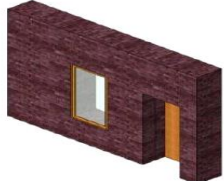
Come anticipato nel paragrafo precedente le chiusure verticali, siano esse opache o trasparenti, al LOD 50 e 100 non sono separate in base al tipo di materiale di cui sono composte. Il progettista può indicare al LOD 100 la percentuale di superfici opache e trasparenti che prevede per l'edificio, ma senza modellare appositamente elementi trasparenti a parte rispetto a quelli opachi. Questo livello di dettaglio corrisponde a quando richiesto per lo studio di fattibilità, in cui è necessaria la rapidità nel creare modelli differenti, tutti soddisfacenti le esigenze del committente, e fare il maggior numero di confronti possibili al fine di individuare la soluzione che meglio si adatta alle necessità del committente.

Al LOD 200 il progettista architettonico disegna le chiusure opache attraverso i "Generic Wall", egli definisce il materiale principale che costituisce la chiusura, ma lo spessore totale e i materiali secondari non sono ancora stati definiti. Per quanto riguarda la facciata continua, il progettista disegna un elemento monolitico trasparente indicando con delle linee i montanti e traversi, senza modellarli.

B1	Chiusure verticali opache o trasparenti (facciata continua)	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model che determini il volume dell'edificio.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche/ Valutazioni economiche	 MOD 3D
LOD 100	Solid mass model che determini il volume dell'edificio ed eventuale descrizione contenente la percentuale di parti opache e trasparenti.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche/ Valutazioni economiche	 MOD 3D + INFO
LOD 200	Generic Wall suddivisi in base al tipo di materiale principale di cui sono costituiti, ad esempio si separano le parti in muratura dai curtain wall. Lo spessore e le informazioni più dettagliate sono ancora variabili. Ad esempio i montanti dei curtain wall posso essere rappresentati semplicemente da delle linee.	Progetto preliminare	 MOD 3D

CHIUSURE VERTICALI OPACHE



Arrivati al LOD 300 le chiusure verticali opache e le facciate continue vengono modellate in modo separato. Per quanto riguarda le chiusure verticali opache, a questo livello di dettaglio è definita la stratigrafia del pacchetto, ma i singoli elementi che la compongono non sono modellati. Tra le informazioni non grafiche si ha la trasmittanza del pacchetto e le altre principali caratteristiche prestazionali.

B1.1	Chiusure verticali opache	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Modello complessivo che comprende lo spessore complessivo di tutti gli strati che compongono la stratigrafia (rivestimento esterno, parte portante, isolamento, intercapedine d'aria, rivestimento interno). I singoli strati non sono ancora modellati, ma sono stati già studiati per il progetto specifico e le caratteristiche sono riportate come informazioni legate all'elemento. Le parti apribili principali, porte e finestre, sono riportate in base alla dimensione nominale. Tra le informazioni non grafiche si ha: la tipologia di muro e i materiali che lo compongono e le principali caratteristiche prestazionali.	Progetto definitivo	 <p>MOD 3D + INFO</p>

Chiusure verticali opache – rivestimento esterno

Le chiusure opache che vengono progettate al giorno d'oggi sono molto tecnologiche e per questo risulta necessaria una scomposizione tra il rivestimento esterno, la parte centrale e il rivestimento interno.



In particolare è il rivestimento esterno che nelle facciate ventilate ad esempio è un elemento complicato e ricco di componenti che lo formano: i montanti, i traversi e i pannelli di facciata con il relativo sistema di fissaggio. Dal LOD 350 il rivestimento esterno viene quindi modellato a parte e viene creata un'apposita famiglia BIM, quando il progettista architettonico o il BIM manager lo ritiene opportuno in base alla complessità tecnologica del rivestimento.

B1.1.1	Rivestimento esterno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD il rivestimento viene modellato singolarmente. Tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I pannelli di rivestimento sono modellati individualmente e i dettagli di connessione sono specificati.	Progetto esecutivo	 <p>MOD 3D + 2D</p>
LOD 400	Tutti gli elementi del rivestimento sono modellati compresi i singoli pannelli di facciata, i rinforzi, illuminazioni in facciata, elementi di tenuta, ancoraggi e altre integrazioni di facciata. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 <p>MOD 3D</p>
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	<p>MOD 3D + INFO</p>

Nel caso che non si ritenga necessario modellarlo singolarmente, il rivestimento esterno sarà rappresentato come lo strato finale, lato esterno, del nucleo della chiusura.

Chiusure verticali opache – parte centrale

Il nucleo centrale della chiusura deve anche'esso essere modellato singolarmente una volta giunti al LOD 350 e di seguito si riporta la relativa scheda:

B1.1.2	Parte centrale - nucleo della chiusura	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD la parte centrale del muro è modellata singolarmente, tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I montanti o i tipi di mattoni usati, oltre agli elementi di rinforzo, sono specificati come informazioni non grafiche. Sono rappresentati nel modello i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati compresi i montanti, tracciamenti-forometrie, mattoni, rinforzi, barriera al vapore e isolamento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Chiusure verticali opache – rivestimento interno

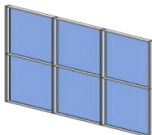

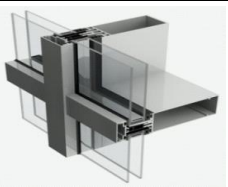
Il rivestimento interno può essere modellato a parte se il progettista lo ritiene opportuno in base alla complessità tecnologica.

B1.1.3	Rivestimento interno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD il rivestimento del muro è modellato singolarmente, tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I montanti o i tipi di mattoni usati, oltre agli elementi di rinforzo, sono specificati come informazioni non grafiche e i dettagli di connessione sono specificati..	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati compresi i pannelli di rivestimento, i fissaggi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Nel caso che non si ritenga necessario modellarlo singolarmente, il rivestimento interno sarà rappresentato come lo strato iniziale, lato interno, del nucleo della chiusura.

CHIUSURE VERTICALI TRASPARENTI – FACCIATA CONTINUA

Il LOD 300 per la facciata continua consiste nella rappresentazione grafica del vetro e dei montanti e traversi della facciata, ma questi elementi possono essere generici, indicativi ed essere poi modellati appositamente per lo specifico progetto al LOD successivo. Al LOD 300 devono essere fornite però tramite informazioni non grafiche le caratteristiche sia del vetro, che dei montanti e traversi che il progettista ha stabilito.

B1.2	Chiusure verticali trasparenti - facciata continua	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	L'elemento modellato comprende il vetro e i montanti e traversi. Sia in vetro che i montanti e traversi possono essere generici, ma le loro caratteristiche devono essere esplicitate attraverso informazioni non grafiche con note.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Le parti modellate al LOD 300 sono integrate inserendo finestre, porte ecc specifici del progetto e i montanti e traversi dei curtain wall devono essere modellati in modo specifico. Vengono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	L'elemento è modellato in modo da approfondire le informazioni fornite al LOD 350. Sono fornite tutte le informazioni utili in fase di fabbricazione e installazione, le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	 MOD 3D
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Con il LOD 350 gli elementi diventano specifici del progetto e vengono rappresentati i dettagli costruttivi, mentre il LOD 400 contiene tutte le informazioni grafiche e non che risultano necessarie in fase di costruzione, mentre il LOD 500 consiste nell'aggiornamento dell'elemento modellato con quanto effettivamente realizzato.

Si riporta di seguito il diagramma di flusso relativo alle chiusure verticali opache e trasparenti:

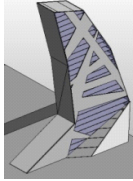
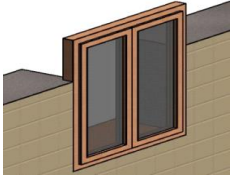





Figura 11: Diagramma di flusso LOD chiusure verticali opache e trasparenti

INFISSI ESTERNI – FINESTRE


Un altro elemento fondamentale fin dai primi passi della progettazione sono gli infissi esterni che contribuiscono a dare l'idea del futuro edificio.

Al LOD 100 non vengono modellate ma è riportata l'indicazione sul modello di volumi della percentuale di parti trasparenti sulle facciate, in modo da poter fare anche le prime valutazioni economiche. Con il passaggio al LOD 200 l'elemento finestra viene inserito nel modello, senza che esso sia specifico e modellato appositamente. Può essere semplicemente un elemento monolitico trasparente corredato da informazioni non grafiche. Dal LOD 300 la finestra è modellata appositamente per il modello in corso di progettazione e vengono fornite numerose informazioni sulle caratteristiche come: tipologia e trasmittanza del vetro e del telaio, materiale del telaio, presenza o meno del taglio termico, spessore del vetro. I LOD successivi incrementano queste informazioni e il dettaglio dell'elemento modellato, attraverso i dettagli costruttivi, LOD 350, e fornendo le informazioni utili in fase di costruzione al LOD 400.

B2	Infissi esterni - Finestre	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Solid mass model che determini il volume dell'edificio ed eventuale descrizione contenente la percentuale di parti opache e trasparenti.	Studio di fattibilità / Valutazioni economiche	 INFO
LOD 200	Infissi la cui posizione, dimensione, numero e tipo sono approssimativi. Gli elementi possono essere modellati come un semplice componente monolitico o rappresentati con un semplice telaio e vetro generici. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto preliminare	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Gli elementi sono modellati in modo specifico in termini di posizione e dimensione nominale. La funzione della finestra/portafinestra è indicata. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno: caratteristiche estetiche come la finitura del telaio e il tipo di vetro, i valori richiesti delle caratteristiche tecnologiche come trasmittanza, carico al vento, resistenza alle esplosioni, tipo gas in intercapedine, taglio termico, resistenza all'acqua e valori di abbattimento acustico, infine viene descritto schematicamente come si prevede di collegare la finestra al muro.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro, geometria del serramento, tutti i dettagli del collegamento al muro.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: i subcomponenti della parte vetrata come le guarnizioni, gli elementi al nodo. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO





INFISSI ESTERNI – PORTE E GRIGLIE

Il ragionamento fatto nel paragrafo precedente si ripete con le porte. Per le porte si hanno però due famiglie di elementi differenti, le porte d'ingresso e i portoni per i garage. Questo perché hanno caratteristiche e requisiti differenti. Ad esempio per i portoni per i garage bisogna indicare l'area da lasciare libera per permettere la movimentazione della saracinesca.

B3	Infissi esterni - Porte e Griglie	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Rappresentazione semplificata di una porta. Dimensione, numero, posizione sono dati approssimativi.	Progetto preliminare	 MOD 3D

INFISSI ESTERNI – PORTE D'INGRESSO

Il LOD 300 è il livello in cui si separano le porte d'ingresso dalle saracinesche dei garage. Fino al LOD precedente si aveva un elemento monolitico che rappresentava indicativamente l'elemento, mentre da questo livello di dettaglio gli elementi modellati sono specifici del progetto e iniziano ad arricchirsi di dettagli e informazioni che aumentano con il passaggio ai LOD successivi.

B3.1	Porte d'ingresso	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	La porta è modellata come un semplice componente monolitico o rappresentata semplicemente con il telaio e la eventuale parte in vetro. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	La porta e il telaio sono definite in base al tipo. Informazioni sono associate a specifici elementi di modello. Porte specifiche, telai e i componenti secondari sono modellati. Delle attrezzature sono specificate la tipologia e la funzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro, il telaio è modellato con maggiore dettaglio separando i montanti e il traverso superiore.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: tutti i subcomponenti e i dettagli costruttivi ai nodi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

INFISSI ESTERNI – PORTONI PER GARAGE

Il discorso fatto sopra per le porte è valido anche per le saracinesche dei garage, con la differenza al LOD 300 in questo caso bisogna indicare le aree da lasciare libere per la movimentazione del portone e la posizione del motore di azionamento, nel caso di movimentazione automatica.

B3.2	Portoni per garage	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Il portone è modellato come un semplice componente monolitico o rappresentato semplicemente con il telaio e la parte metallica. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Il portone e il telaio sono definiti in base al tipo. Sono associate informazioni a specifici elementi di modello. Porte specifiche, telai e i componenti secondari sono modellati. Delle attrezzature sono specificate la tipologia e la funzione. Sono rappresentate le zone da lasciare libere quando necessario per le porte basculanti e lo spazio riservato al motore per la movimentazione è modellato con le sue dimensioni complessive.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro.	Progetto esecutivo	MOD 3D
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: tutti i subcomponenti e i dettagli costruttivi ai nodi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso relativo agli infissi esterni:

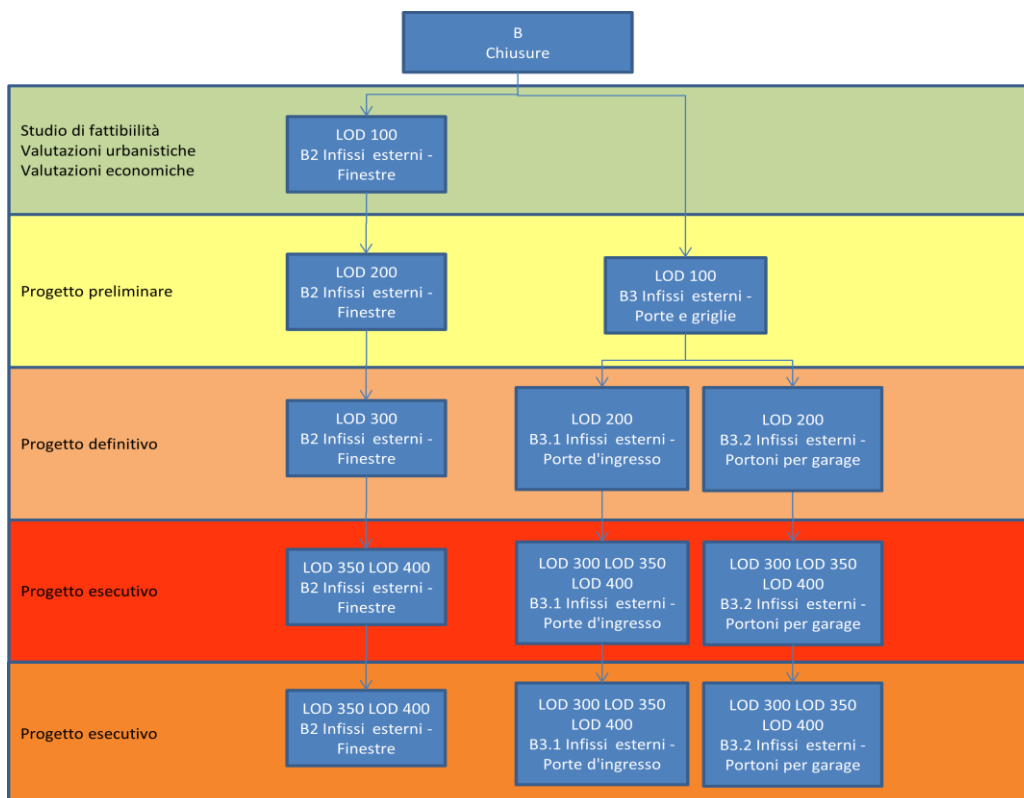
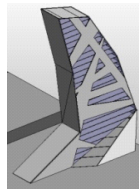
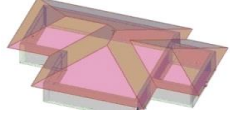


Figura 12: Diagramma di flusso LOD infissi esterni, finestre e porte

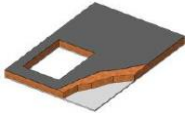
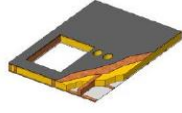


COPERTURA

La copertura come il solaio descritto nel paragrafo precedente, è rappresentata durante lo studio di fattibilità ad un livello di dettaglio pari al LOD 50, quindi la copertura è la chiusura superiore del modello di volumi. Passando al LOD 100 l'elemento acquisisce uno spessore, generico, e ha lo scopo di indicare la forma della copertura. La scelta tra tetto piano o a falde non è ancora definitiva.

B5	Copertura	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model che determini il volume dell'edificio.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche	 MOD 3D
LOD 100	Elemento generico per determinare la forma della copertura, senza indicare i materiali.	Progetto preliminare	 MOD 3D

COPERTURA – COPERTURA A FALDE

Con il LOD 200 viene esplicitato lo spazio previsto per la parte strutturale separandola dal restante pacchetto, successivamente al LOD 300 gli strati principali vengono esplicitati e la parte strutturale viene modellata singolarmente da parte dei progettisti strutturali. I restanti strati vengono modellati al LOD 350. Per quanto riguarda i LOD 400 e 500 in ragionamento è analogo a quello fatto per gli elementi precedenti.

B5.1	Copertura a falde	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Assemblamento generico che può contenere lo spazio previsto per la parte strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	I singoli layer potrebbero non essere modellati singolarmente, ma sono specificati e sono rappresentati in modo preciso (la struttura del tetto è modellata separatamente). Tra le informazioni sono indicati i valori richiesti per le prestazioni funzionali del pacchetto.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 attraverso la modellazione di tutti gli strati che costituiscono il pacchetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi e tra le informazioni riportate nel modello si ha la pendenza e la posizione dei pluviali di scarico dell'acqua piovana.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + 2D + INFO

COPERTURA – COPERTURA PIANA

Il ragionamento esposto nel paragrafo precedente è valido anche per le coperture piane.

B5.2	Copertura piane	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Assemblamento generico che può contenere lo spazio previsto per la parte strutturale.	Progetto definitivo	MOD 3D
LOD 300	Gli spessori specifici e le aperture sono estrapolati dal modello. La struttura è modellata separatamente, le pendenze per l'acqua sono modellate. Tra le informazioni sono indicati i valori richiesti per le prestazioni funzionali del pacchetto.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 attraverso la modellazione di tutti gli strati che costituiscono il pacchetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi e tra le informazioni riportate nel modello si ha la pendenza e la posizione dei pluviali di scarico dell'acqua piovana.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + 2D + INFO

I diagrammi di flusso relativi ai solai controterra e alle coperture sono riportati sotto:

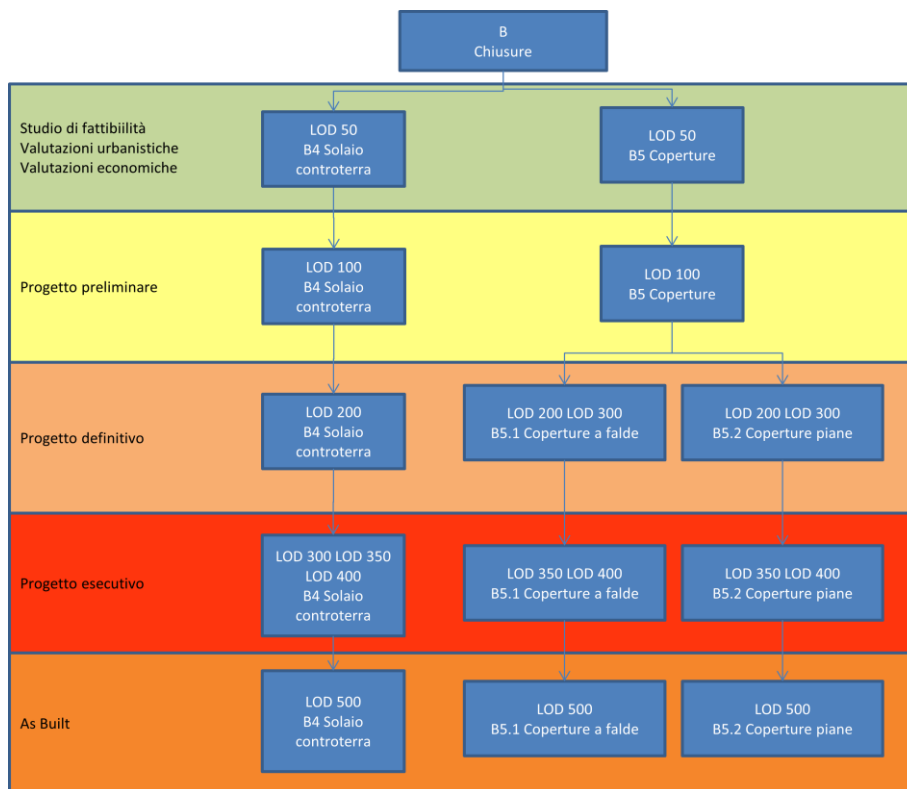


Figura 13: Diagramma di flusso LOD solai controterra e coperture

2.4.4 Interni

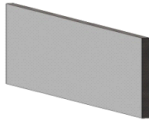
Gli elementi tecnici facenti parti della famiglia degli interni sono distribuiti in modo vario lungo le fasi e i livelli di progettazione. Fin dallo studio di fattibilità vengono rappresentate le solette di partizione interna ad un livello di dettaglio pari al LOD 50, utili per effettuare un calcolo approssimativo sulla superficie lorda di piano ottenibile con una determinata forma del volume dell'edificio e fare confronti con le diverse soluzioni. Nel progetto preliminare vengono introdotte le partizioni interne e le scale al LOD 100. Infine dal progetto definitivo si inizia a parlare di finiture interne.

Le schede dei LOD degli interni che vengono descritte di seguito sono:

- partizioni interne verticali;
- soletta di partizione;
- scale;
- pavimento sopraelevato;
- controsoffitto;
- finiture interne.

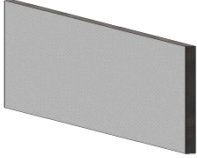
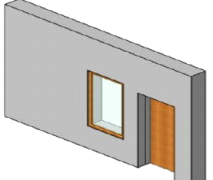
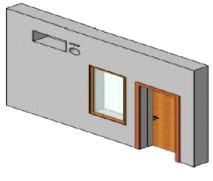

PARTIZIONI INTERNE VERTICALI

Le partizioni interne verticali al LOD 100 sono rappresentate come elementi generici, suddivisi per tipologia e funzione (parete, finestra o porta), ma senza soffermarsi sui materiali che li costituiscono. Successivamente dal LOD 200 si passa ad una specifica descrizione dei LOD delle pareti, finestre e porte.

C1	Interni - Pareti, Finestre e Porte	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Rappresentazione generica o semplice massa degli elementi principali, distinguendoli in base alla tipologia, ma senza fare distinzioni sul tipo di materiale di ogni tipologia. Tipologia, forma e posizione non sono definitivi.	Progetto preliminare	 MOD 3D

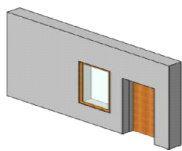
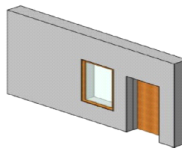
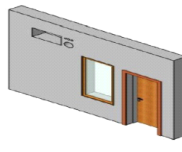
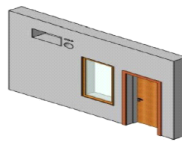
PARETI INTERNE VERTICALI

Dal LOD 200 le pareti interne verticali sono rappresentate come “generic wall”, distinguendole tramite informazioni legate al modello in base alla tipologia (a secco o in muratura). È indicato lo spessore totale del pacchetto. Proseguendo con il LOD 300 la parete è modellata con i principali componenti che la costituiscono, la forma, la posizione e l'altezza sono specifiche del progetto. Sono fornite inoltre informazioni non grafiche come i valori REI riguardo il comportamento al fuoco. Il LOD 350 implementa l'elemento con i dettagli costruttivi e i componenti secondari.

C1.1	Pareti interne verticali	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Gli elementi sono rappresentati graficamente attraverso i generic wall, distinguendoli in base alla tipologia tecnologica (parete a secco o in muratura) con posizione e orientamento approssimati, inclusa l'altezza. È esplicitato lo spessore totale approssimativo del pacchetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti nel modello, come le informazioni sui requisiti prestazionali.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione dei principali componenti che costituiscono l'elemento. La forma, la posizione, l'altezza e lo spessore totale del pacchetto sono specifici del progetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti, ad esempio i valori REI. I componenti con spessore maggiore di 10 mm sono modellati a questo LOD.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto, ad esempio gli impianti. Sono modellati gli strati di rivestimento e le aperture. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Sono forniti i dettagli di fabbricazione e i dettagli costruttivi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo.	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

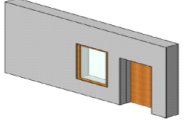
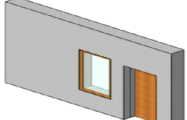
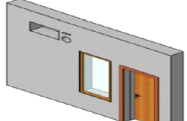

FINESTRE INTERNE

Per quanto riguarda le finestre interne, sono sviluppate al LOD 200 come un elemento generico da inserire nel progetto definitivo, mentre dal LOD 300 sono modellate in modo specifico con i principali elementi e componenti, oltre alle informazioni grafiche utili. Al LOD 350 sono rappresentati i dettagli costruttivi riguardanti il fissaggio della finestra, mentre al LOD 400 sono fornite anche le informazioni di posa in opera e quant'altro necessario per una corretta realizzazione e installazione del componente.

C1.2	Finestre interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Finestra generica con approssimativa dimensione, posizione e orientamento.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione dei principali gli elementi che costituiscono l'elemento, inclusi tutti gli strumenti ed accessori. Informazioni non grafiche possono essere presenti. Informazioni non grafiche possono essere presenti, ad esempio i valori REI.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato include tutti i componenti secondari, gli accessori di supporto e rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i supporti necessari, dettagli costruttivi, attrezzi necessari in fase di costruzione, dati parametrici e prestazionali. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche ed ergotecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

PORTE INTERNE

Infine nella famiglia delle partizioni verticali interne si hanno le porte. Al LOD 200 la porta è un elemento generico, con dimensione e forma variabili. È dal livello di dettaglio 300 che si modella l'elemento specifico del progetto e si forniscono tutte le informazioni non grafiche utili, come le caratteristiche di resistenza REI. Il LOD 350 contiene i dettagli costruttivi di fissaggio della porta, oltre ad un aumento generale del dettaglio dell'elemento.

C1.3	Porte interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Porta generica con approssimativa dimensione, posizione e orientamento oltre a dati parametrici.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione di tutti gli elementi che costituiscono l'elemento, inclusi tutte le informazioni che possono essere utili per gli altri ambiti di progetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti come i dati parametrici e prestazionali, ad esempio i valori di resistenza al fuoco REI.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi gli elementi di supporto, telaio, attrezzature e dati parametrici e prestazionali. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche ed ergonomiche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso relativo alle partizioni interne verticali:

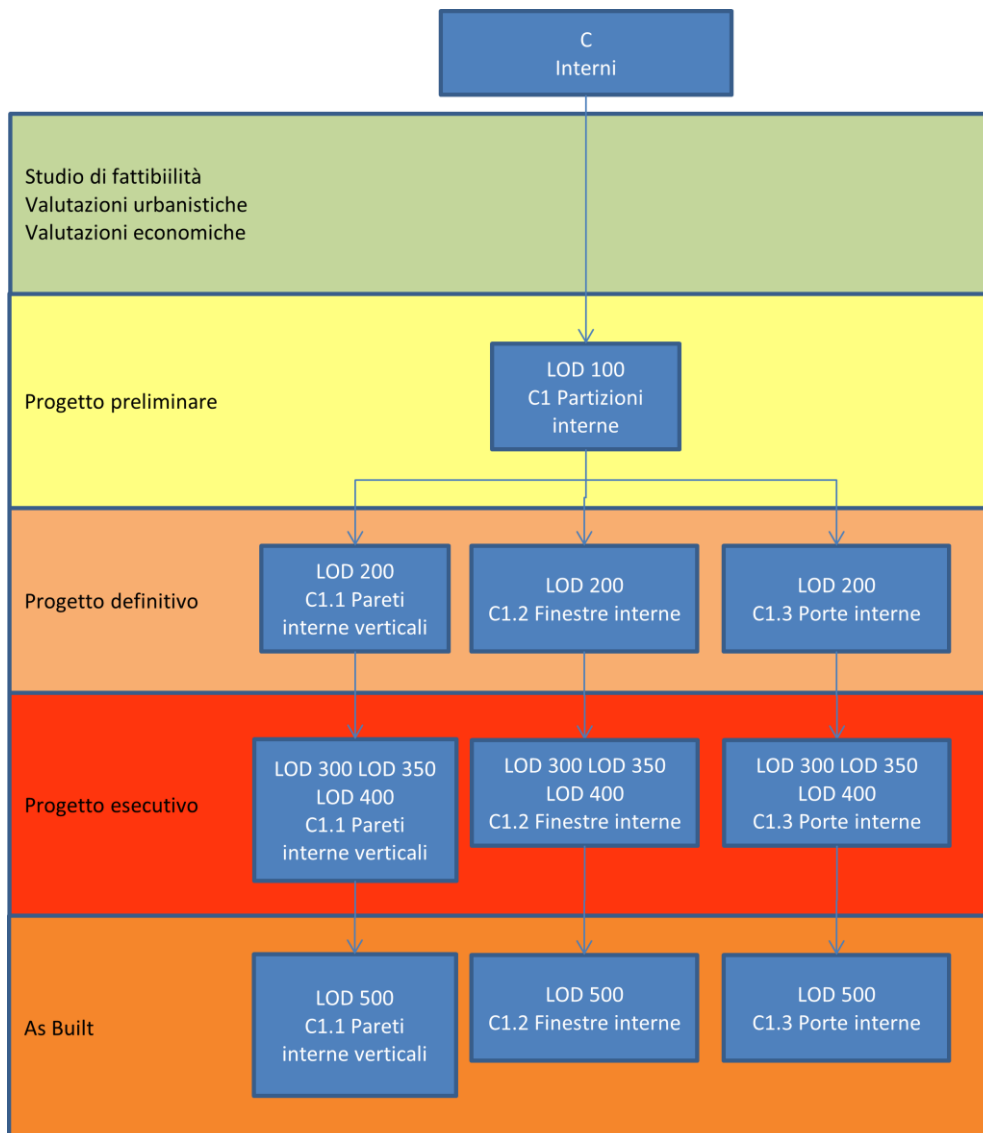
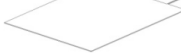

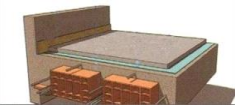
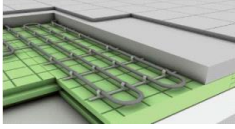
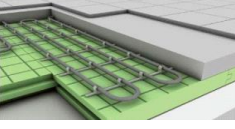


Figura 14: Diagramma di flusso LOD partizioni interne verticali


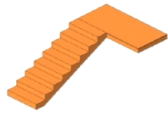
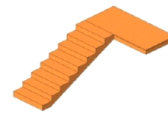

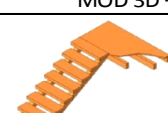
SOLETTA DI PARTIZIONE

Come anticipato nell'introduzione del capitolo riguardante gli interni, la soletta di partizione è l'unico elemento interno all'edificio che viene rappresentato già in fase di studio di fattibilità al LOD 50. Passando al LOD 100 e con esso al progetto preliminare, la soletta è un elemento generico utile per indicare la posizione approssimativa e il relativo spessore, senza modellare gli strati che la compongono, i quali vengono indicati, almeno i principali, al LOD 200. La parte strutturale, il solaio, è modellato a parte dal team di progettisti strutturali, mentre l'indicazione di tutti gli strati che compongono la soletta è fornita tramite informazioni non grafiche. Al LOD 300 iniziano ad essere modellati i principali strati, mentre al LOD 350, oltre a modellare gli strati secondari, vengono rappresentati i dettagli costruttivi.

C2	Soletta di partizione	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model utile per definire il volume dell'edificio e per fare un calcolo approssimato della superficie lorda di pavimento.	Studio di fattibilità / Valutazioni economiche / Valutazioni urbanistiche	 MOD 3D
LOD 100	Elemento generico, in cui non sono indicati i vari strati che lo compongono. Lo spessore totale della soletta e la posizione rimangono variabili.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato escludendo la parte strutturale, modellata separatamente. Lo spessore totale della soletta è specifico del progetto, ma rimane variabile. Nelle informazioni collegate al modello si ha l'indicazione dei principali strati che compongono il pacchetto. Sono esplicitati i requisiti	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	A questo LOD sono modellati anche i principali strati che compongono la soletta.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	A questo LOD sono modellati anche gli strati secondari che compongono la soletta. Sono esplicitati gli spessori di ogni strato. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

SCALE

Le scale sono rappresentate nel modello a partire dal LOD 100 nel progetto preliminare. Inizialmente a questo livello di dettaglio si può utilizzare un modello di massa o un elemento generico. Al LOD 200 sono rappresentate le pedate e le alzate in modo generico, l'altezza e la loro dimensione possono ancora variare. Passando al LOD 300 vengono modellati i principali elementi di supporto e le alzate e le pedate hanno i valori specifici del progetto. Il parapetto e dettagli costruttivi sono rappresentati nel LOD 350. Il LOD 400 fornisce tutte le informazioni utili in fase costruttiva della scala, mentre al LOD 500 l'elemento, dopo essere stato costruito, viene aggiornato nel modello BIM in modo da fornire al committente e ai manutentori il modello congruente con quanto realizzato.

C3	Scale	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Tutti gli elementi costituenti la scala vengono racchiusi in un modello di massa, oppure si ha un generico elemento di modello che indica l'approssimativa dimensione del sistema scala.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato con pedate e alzate semplificate. Altre informazioni fornite sono: dimensione nominale dei pianerottoli e delle pedate e delle alzate, indicando la quota altimetrica rispetto al piano e la quota altimetrica dei pianerottoli.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	A questo LOD sono modellati anche i principali elementi di supporto della scala e il parapetto approssimativo. Pedate e alzate sono modellate per indicare i valori specifici di progetto.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 350	A questo LOD sono modellati anche gli elementi secondari della scala come il parapetto specifico di progetto. Sono indicate eventuali zone da lasciare libere e sono rappresentati i dettagli costruttivi di collegamento.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi della scala sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali e componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

Di seguito di riporta il diagramma di flusso delle solette di partizione e delle scale:

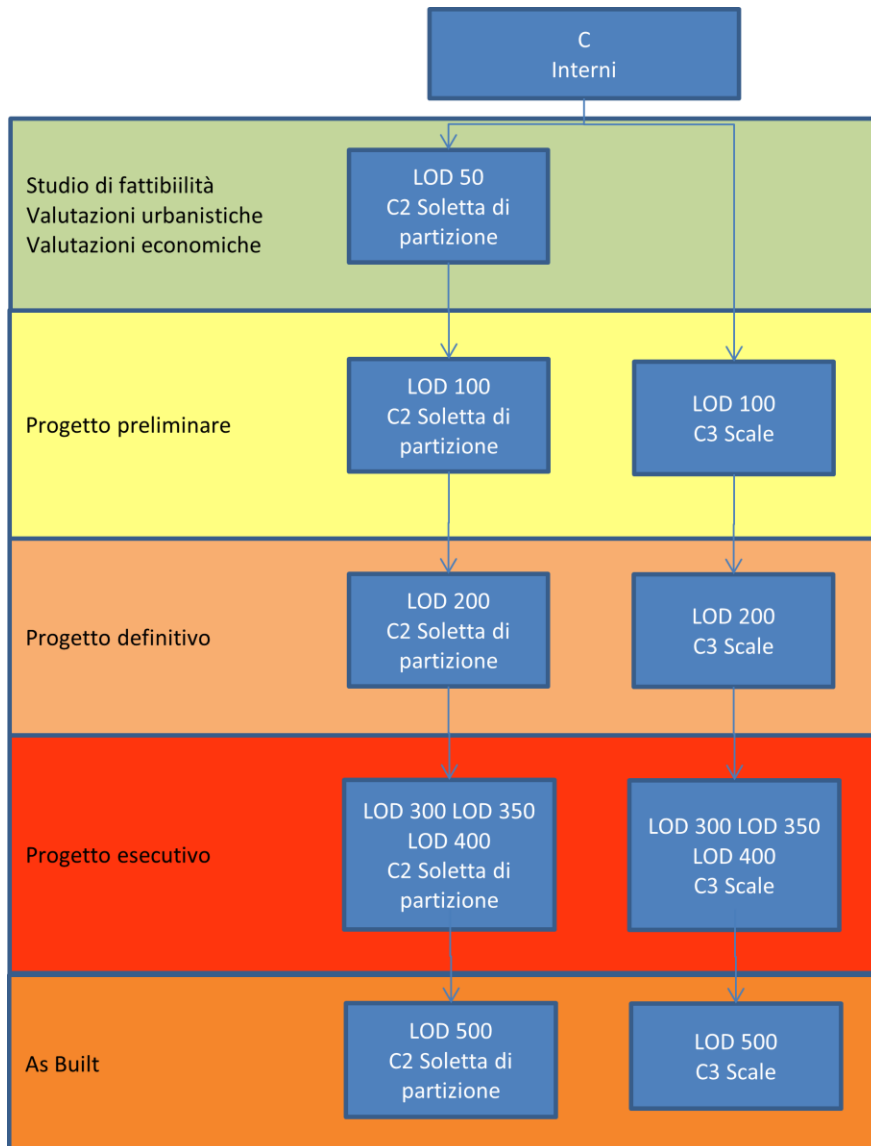


Figura 15: Diagramma di flusso LOD soletta di partizione e scale

PAVIMENTO SOPRAELEVATO

Il pavimento sopraelevato è uno degli elementi degli interni modellati a partire dal progetto definitivo con un LOD 100. Inizialmente può essere semplicemente indicato nelle note relative alla soletta e successivamente, sempre nell'ambito del progetto definitivo, può essere modellato al LOD 200, quindi come un elemento generico in cui i valori di altezza e posizione rimangono variabili. Passando al LOD 300 si raggiunge un livello di definizione tale da essere compatibile con il progetto esecutivo, l'elemento infatti è modellato in modo specifico e sono rappresentati i componenti principali. Al LOD 350 vengono modellati gli accessori di supporto e tutti gli elementi che possono influenzare altri ambiti di progetto, ad esempio quello impiantistico.

C4	Pavimento sopraelevato	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Può essere rappresentato graficamente o descritto nelle note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Elemento generico con approssimata dimensione e posizione. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione comprendente tutti i componenti principali. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i materiali di supporto e ogni supporto strutturale necessario, dettagli costruttivi, attrezzi, dati parametrici. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

CONTROSOFFITTO

Un approccio simile a quanto descritto nel paragrafo precedente è quello relativo al controsoffitto. Anch'esso viene introdotto nel progetto a partire dal progetto definitivo, inizialmente attraverso delle note e successivamente modellando un elemento generico, rispettivamente al LOD 100 e 200. Al LOD 300 l'elemento è modellato in modo specifico rappresentando le lastre e l'eventuale isolamento acustico e/o termico, mentre al LOD 350 vengono modellati anche gli accessori e i rinforzi di supporto come i pendini e i profili. Al LOD 400 sono forniti tutti i dettagli di fabbricazione e le informazioni utili in fase di costruzione e montaggio dell'elemento. Al LOD 500 infine vengono aggiornate tutte le informazioni fornite in precedenza in base a quanto effettivamente realizzato.

C5	Controsoffitto	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Può essere rappresentato graficamente o descritto nelle note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Elemento generico con approssimata dimensione e posizione. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione comprendente tutti i componenti principali: lastre e pendini. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali e le caratteristiche tecniche utili.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i materiali di supporto e ogni supporto strutturale necessario, dettagli costruttivi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

FINITURE INTERNE

La voce finiture interne si riferisce a tutte le finiture siano esse le pavimentazioni o i rivestimenti interni di pareti o soffitti.

Al LOD 100 le finiture interne non sono rappresentate nel progetto, è riportata solo l'indicazione tra le informazioni riguardanti il pacchetto a cui si riferiscono, parete o soletta. Al LOD 200 possono essere suddivise in base al materiale. Il livello di dettaglio aumenta passando al LOD 300 e con esso al progetto esecutivo, l'elemento di finitura viene modellato in modo specifico ed è rappresentata la griglia di posizionamento nei casi in cui la finitura sia costituita da pannelli. Ulteriori informazioni sono fornite al LOD 350 come l'andamento ai bordi e il pattern. Le schede tecniche e altri dettagli utili in fase di costruzione sono forniti al LOD 400.

C6	Finiture interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Non rappresentate nel modello, viene fornita l'indicazione non grafica riguardo al materiale di finitura previsto attraverso note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Le finiture possono essere rappresentate graficamente suddividendole in base al tipo di materiale, lo spessore è approssimativo.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Le finiture sono modellate con il loro specifico spessore e eventuale griglia per il posizionamento. Tutte le finiture sono specificate e dimensionate correttamente. Informazioni non grafiche devono essere fornite in modo completo. Viene indicato il pattern, gli eventuali giunti e l'andamento ai bordi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Le finiture interne possono essere rappresentate graficamente con dettagli aggiuntivi e informazioni in fase di costruzione: indicazione del produttore/fornitore e del modello scelto, relativa scheda tecnica e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Il diagramma di flusso dei pavimenti sopraelevati, dei controsoffitti e delle finiture è riportato di seguito:

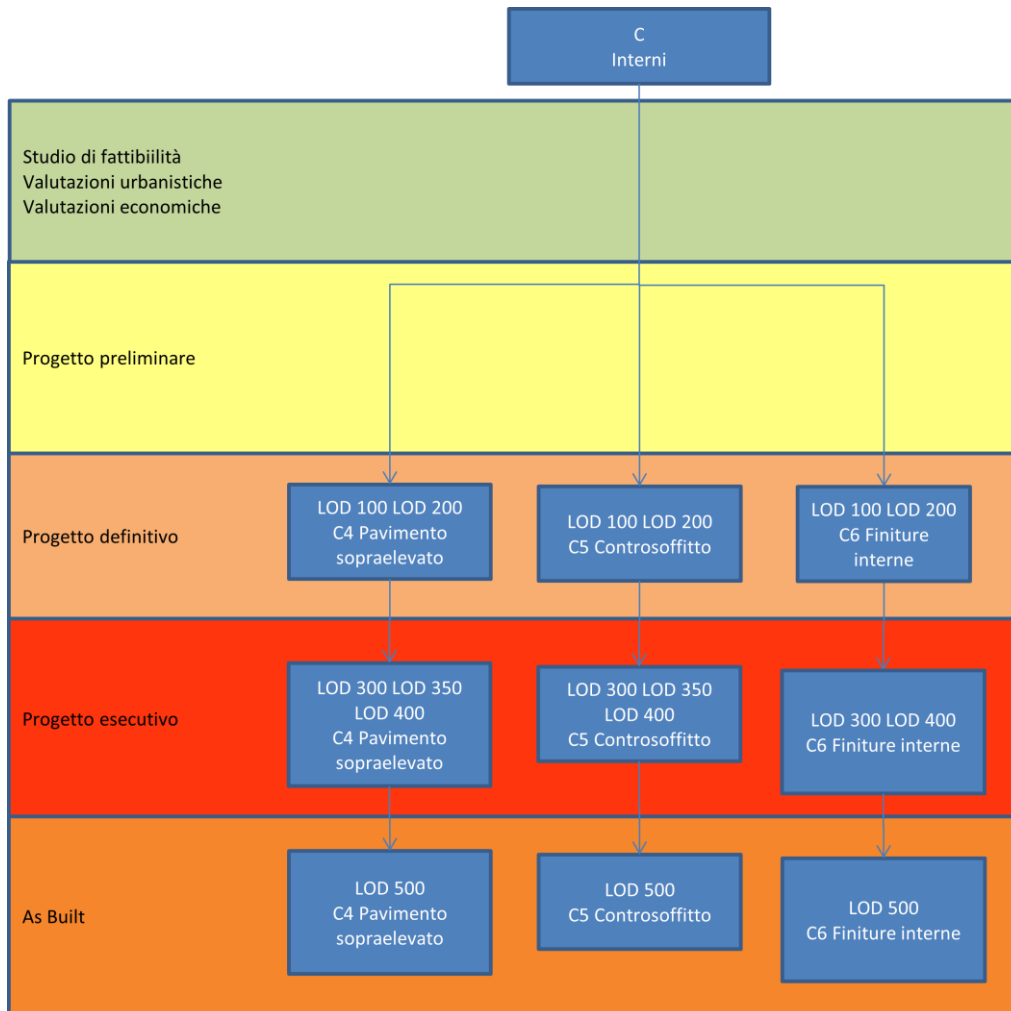


Figura 16: Diagramma di flusso LOD pavimento sopraelevato, controsoffitto e finiture interne

2.4.5 Impianti

Gli impianti vengono progettati e modellati ad una velocità simile a quella delle strutture. Al livello di dettaglio 100 che corrisponde in questo caso al progetto preliminare, il responsabile degli impianti fornisce al team di progettazione tutte le informazioni che ritiene basilari e che sono indipendenti dal progetto architettonico, ad esempio rende note le prescrizioni delle normative che dovranno essere rispettate. In Lombardia ad esempio il 50% dell'energia necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria deve essere fornito da energie rinnovabili. Lo scopo è quello di partire fin dal progetto preliminare con una progettazione integrata in modo da avere ben chiare le necessità dei vari ambiti progettuali, in modo che il progetto architettonico si sviluppi seguendo i vincoli degli altri settori di progetto. I successivi livelli di dettaglio sono più specifici e dipendono dal tipo di impianto, vengono quindi approfonditi nei rispettivi paragrafi.

Le schede dei LOD degli impianti che vengono descritte di seguito sono:

- dispositivi di sollevamento, ascensori;
- impianto idrico;
- impianto di riscaldamento;
- impianto di raffrescamento;
- impianto di ventilazione;
- impianti antincendio;
- impianto elettrico.

DISPOSITIVI DI SOLLEVAMENTO - ASCENSORI

Inizialmente al LOD 100 gli ascensori non sono modellati, ma sono indicati attraverso informazioni collegate ad altri elementi già modellati come pareti o solette. Tra le informazioni fornite si ha la quantità di ascensori prevista in funzione della destinazione d'uso e del numero di persone previsto. Dal LOD 200 si inizia a modellare l'elemento e il relativo cavedio, l'elemento modellato è generico, mentre dal LOD 300 viene realizzato un modello specifico dell'ascensore riferito al progetto. Al LOD 400 vengono rappresentati tutti i dettagli costruttivi necessari e sono fornite le schede tecniche e tutte le altre informazioni utili in fase di costruzione. Con il LOD 500 il progettista aggiorna quanto modellato in fase di progettazione con quanto effettivamente costruito.

D1	Dispositivi di sollevamento - Ascensori	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione con informazioni collegate ad altri elementi, vengono esplicitate le quantità previste in funzione del numero di persone.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici con approssimativa forma, dimensione,	Progetto definitivo	MOD 3D
LOD 300	Elementi specifici con forma, dimensione e posizione precise e relativi cavedi.	Progetto esecutivo	MOD 3D
LOD 400	Modello comprensivo di tutti i dettagli costruttivi necessari e le schede tecniche.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso relativo ai dispositivi di sollevamento:

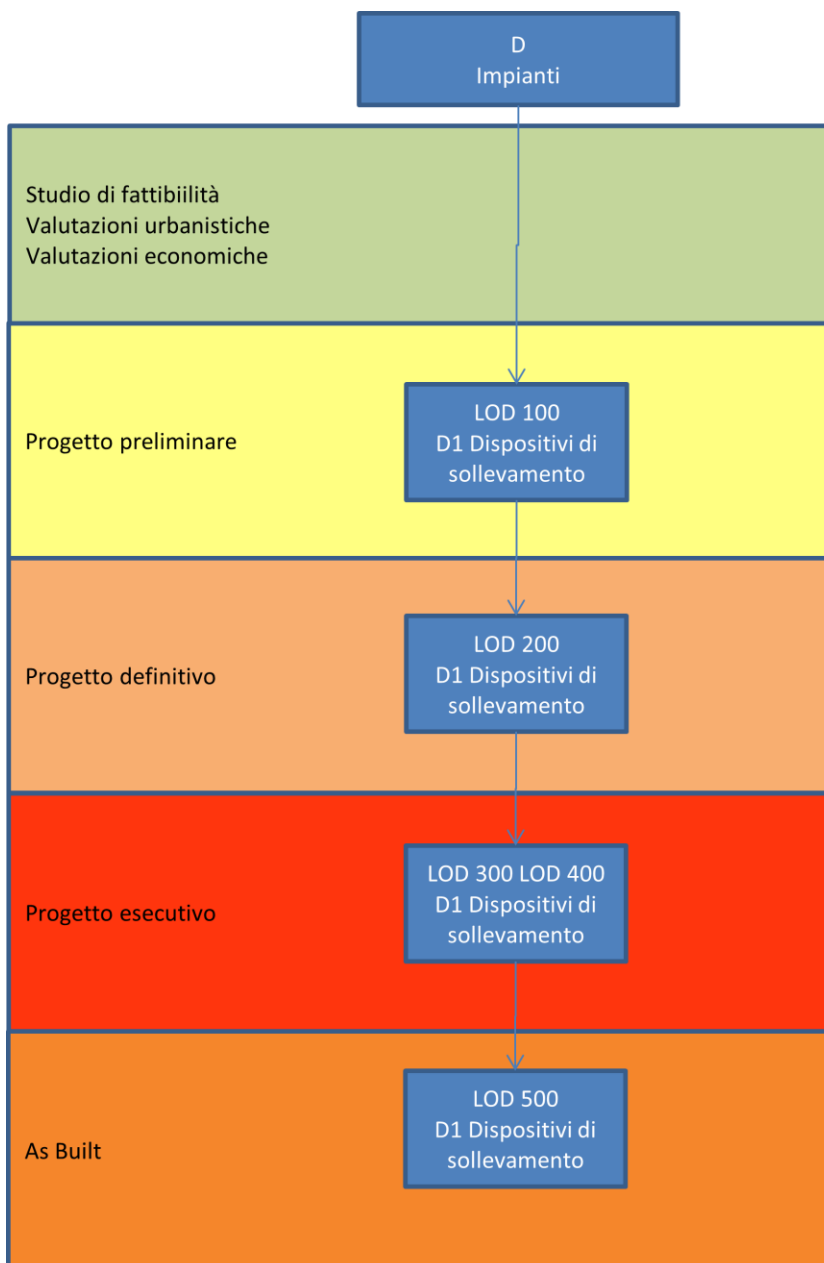


Figura 17: Diagramma di flusso LOD dispositivi di sollevamento

IMPIANTO IDRICO

L'impianto idrico inizialmente è sviluppato in modo generico, in particolare al LOD 100 il responsabile della progettazione impiantistica informa il team di progettazione dei vincoli normativi e realizza uno schema concettuale di funzionamento in base al progetto architettonico che si sta delineando durante la progettazione preliminare. Passando al LOD 200 vengono modellati in modo generico i principali componenti dell'impianto, viene rappresentata la posizione dell'eventuale locale di raccolta di acqua piovana e dei cavedi impiantistici.

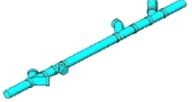
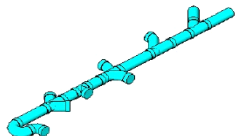
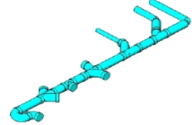
D2	Impianto idrico	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate, informazioni sulle performance e cavedi.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO

Completato il LOD 200 l'impianto idrico si divide in:

- rete di distribuzione;
- locale di raccolta acqua piovana;
- impianti di scarico acque nere, grigie e meteoriche.

IMPIANTO IDRICO SANITARIO – RETE DI DISTRIBUZIONE

Dopo aver definito il layout e lo schema di funzionamento concettuale dell'impianto si passa con il LOD 300 a modellare gli elementi principali della rete di distribuzione: i tubi, la pompe, le valvole e l'isolamento. Al LOD 350 gli elementi sono modellati in modo specifico, con esatta posizione e dimensione dei tubi, delle pompe, delle valvole e dell'isolamento, oltre ai fissaggi, i supporti e i dispositivi antivibranti.

D2.1	Tubazioni dell'impianto idrico sanitario	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elementi generici, modellati come indicato da progetto, con approssimativa forma, dimensione, distanze e posizione dei tubi, delle pompe, delle valvole e dell'isolamento. Viene riportata la tolleranza degli spazi da lasciare liberi, i supporti.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei tubi, delle pompe, delle valvole e dell'isolamento. Sono poi indicati i punti di fissaggio, supporti, dispositivi antivibranti. Sono rappresentati tutti i passaggi dei tubi attraverso muri e solette.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli costruttivi con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	Gli elementi modellati precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

IMPIANTO IDRICO SANITARIO – LOCALE DI RACCOLTA ACQUA PIOVANA

L'eventuale locale di raccolta acqua piovana, indicato al LOD 200 solo tramite informazioni, viene modellato al LOD 300 riportandone forma, posizione, dimensione e accessi. AL LOD 350 aumenta il livello di dettaglio e la precisione delle informazioni, ad esempio gli elementi sono modellati secondo le esatte dimensioni indicate da scheda tecnica. Il LOD 400 raccoglie tutte le informazioni utili in fase di costruzione, come le schede tecniche.

D2.2	Impianto idrico sanitario - Locale di raccolta acqua	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elementi specifici, modellati come indicato da progetto impiantistico, con specifica forma, dimensione, distanze e posizione e accessi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei serbatoi. Sono poi indicati i punti di fissaggio e supporto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elementi costruttivi con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione. Nel modello vengono caricate le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	Gli elementi modellati precedentemente in fase di progettazione vengono aggiornati con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi degli elementi costruiti. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE, GRIGIE E METEORICHE

Per quanto riguarda gli impianti di scarico, questi si approfondiscono dal LOD 300, dopo averne definito le caratteristiche essenziali ai LOD precedenti. Con questo LOD vengono modellati in modo specifico i tubi, i punti di fissaggio e supporto. Inoltre sono rappresentati gli eventuali passaggi attraverso muri o solette e i dettagli costruttivi di collegamento. Il LOD 400 fornisce le informazioni utili in fase di costruzione, ad esempio le schede tecniche.

D2.3	Impianto di scarico acque nere, grigie e meteoriche	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei tubi. Sono poi indicati i punti di fissaggio, supporto. Sono rappresentati tutti i passaggi dei tubi attraverso muri e solette e quindi i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione. Nel modello vengono caricate le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Il diagramma di flusso dell'impianto idrico è riportato sotto:

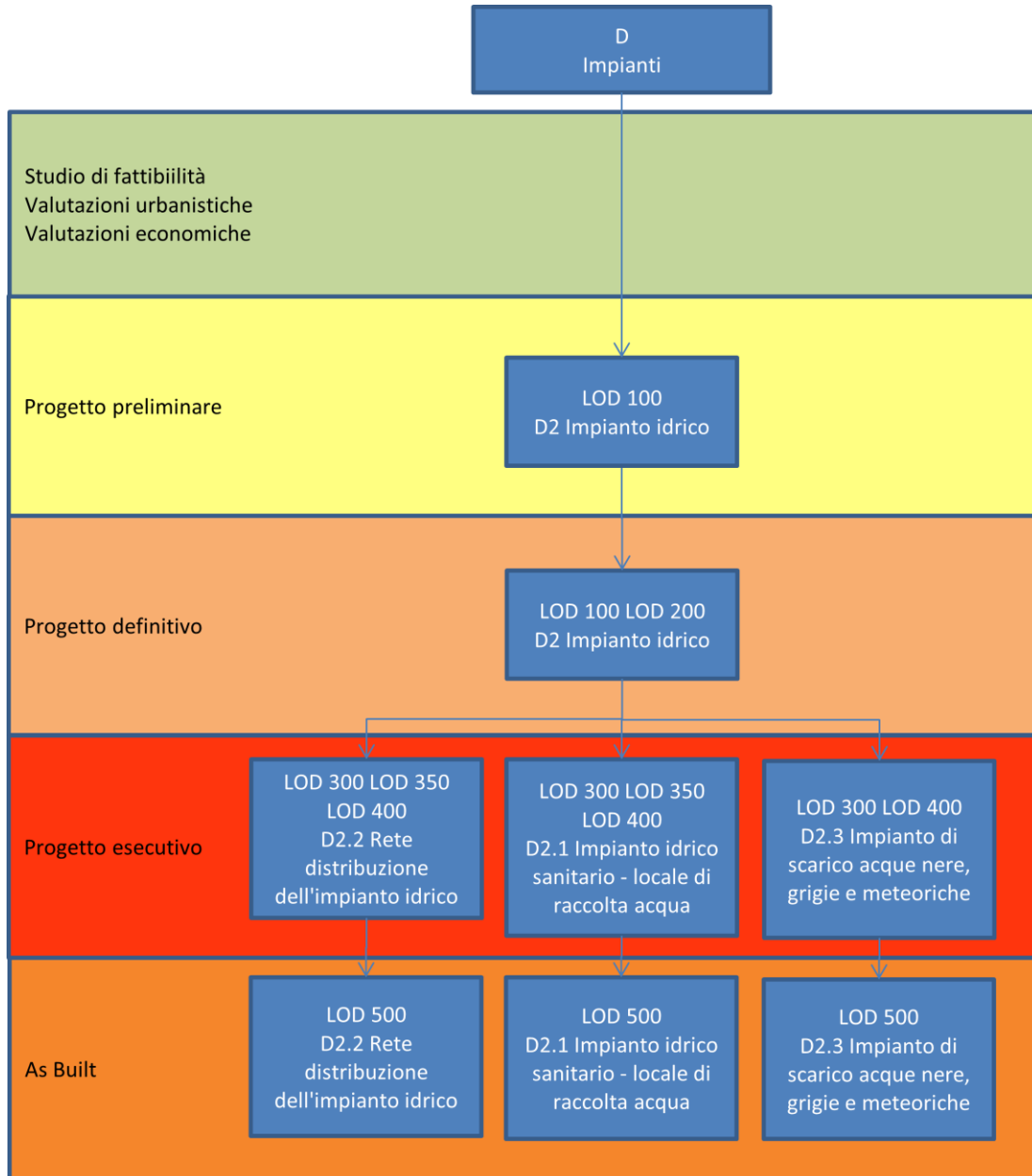
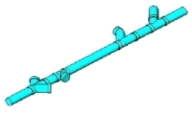
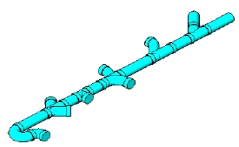
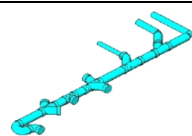


Figura 18: Diagramma di flusso LOD impianto idrico

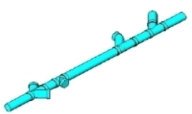
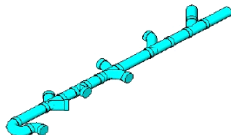
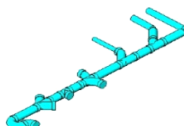
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Le principali informazioni e prescrizioni da rispettare riguardanti gli impianti di riscaldamento vengono fornite al LOD 100 da parte del progettista impiantistico durante il progetto preliminare. Al LOD 200 iniziano ad essere modellati, in modo generico, gli elementi principali dell'impianto, viene rappresentato il layout impiantistico e i tracciati principali delle reti impiantistiche. Passando al LOD 300 sono modellati elementi specifici, con esatta dimensione, spazi liberi e posizione dei componenti. Oltre ai componenti devono essere fornite anche rappresentazioni complessive dell'impianto attraverso piante e sezioni, come richiesto dalla normativa italiana al progetto esecutivo. Un ulteriore incremento del livello di dettaglio si ha al LOD 400 dove vengono fornite tutte le informazioni utili per la fase costruttiva e per la manutenzione. Una volta completati i lavori il progettista impiantistico aggiorna il modello con quanto effettivamente costruito, soddisfacendo i requisiti del LOD 500.

D3	Impianto di riscaldamento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici, schema del layout impiantistico con dimensioni, in cui siano indicati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione della centrale, informazioni sulle performance e sui costi.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

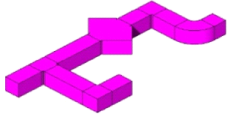
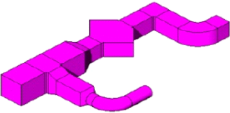
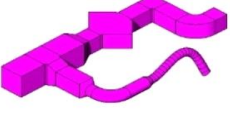
IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO

Le principali informazioni e prescrizioni da rispettare riguardanti gli impianti di raffrescamento vengono fornite al LOD 100 da parte del progettista impiantistico durante il progetto preliminare. Al LOD 200 iniziano ad essere modellati, in modo generico, gli elementi principali dell'impianto, viene rappresentato il layout impiantistico e i tracciati principali delle reti impiantistiche. Passando al LOD 300 sono modellati elementi specifici, con esatta dimensione, spazi liberi e posizione dei componenti. Oltre ai componenti devono essere fornite anche rappresentazioni complessive dell'impianto attraverso piante e sezioni, come richiesto dalla normativa italiana al progetto esecutivo. Un ulteriore incremento del livello di dettaglio si ha al LOD 400 dove vengono fornite tutte le informazioni utili per la fase costruttiva e per la manutenzione. Una volta completati i lavori il progettista impiantistico aggiorna il modello con quanto effettivamente costruito, soddisfacendo i requisiti del LOD 500.

D4	Impianto di raffrescamento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout impiantistico con dimensioni, in cui siano indicati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione della centrale, informazioni sulle performance e sui costi.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Le principali informazioni e prescrizioni da rispettare riguardanti gli impianti di ventilazione vengono fornite al LOD 100 da parte del progettista impiantistico durante il progetto preliminare. Al LOD 200 iniziano ad essere modellati, in modo generico, gli elementi principali dell'impianto, viene rappresentato il layout impiantistico e i tracciati principali delle reti impiantistiche. Passando al LOD 300 sono modellati elementi specifici, con esatta dimensione, spazi liberi e posizione dei componenti e dei cavedi necessari per il passaggio dei canali dell'aria. Oltre ai componenti devono essere fornite anche rappresentazioni complessive dell'impianto attraverso piante e sezioni, come richiesto dalla normativa italiana al progetto esecutivo. Un ulteriore incremento del livello di dettaglio si ha al LOD 400 dove vengono fornite tutte le informazioni utili per la fase costruttiva e per la manutenzione. Una volta completati i lavori il progettista impiantistico aggiorna il modello con quanto effettivamente costruito, soddisfacendo i requisiti del LOD 500.

D5	Impianto di ventilazione	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout impiantistico con dimensioni, forma e posizione approssimate dei canali, in cui sia indicata la posizione prevista per la centrale e informazioni sulle performance.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di canali. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta il diagramma di flusso dell'impianto di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione:

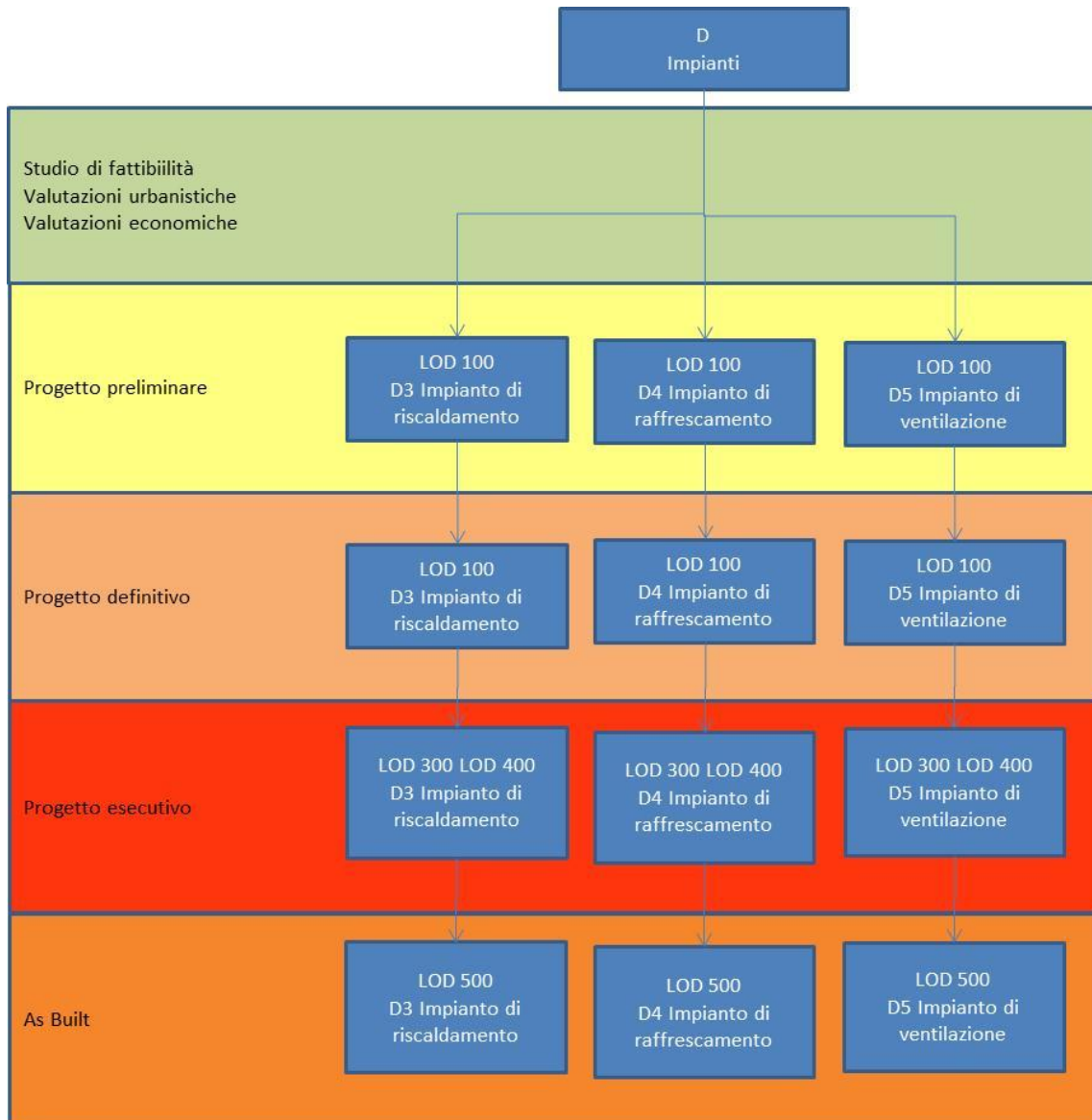


Figura 19: Diagramma di flusso LOD impianto di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione

IMPIANTO ANTINCENDIO

Come per gli altri impianti fin qui descritti, anche l'impianto antincendio viene indicato al LOD 100 attraverso informazioni nel modello, mentre è al LOD 200 che i primi elementi vengono modellati, seppur in modo generico. Successivamente con il LOD 300 gli elementi sono modellati in modo specifico e sono fornite informazioni utili come i dettagli costruttivi. Nel LOD 400 l'elemento contiene tutte le informazioni, grafiche e non, utili per la fabbricazione e installazione dei componenti, oltre ad inserire informazioni riguardo la manutenzione.

D6	Impianto antincendio	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Elemento generico o informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate degli elementi, informazioni sulle performance.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di tutti i componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per gli ancoraggi e supporti. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

IMPIANTO ELETTRICO

L'ultimo impianto descritto è quello elettrico, anch'esso inizia al LOD 100 con informazioni generali riguardo le performance previste dall'impianto e fornendo lo schema concettuale. Al LOD 200 sono modellati in modo generico i principali componenti dell'impianto, mentre con il LOD 300 gli elementi sono specifici e ricchi di dettagli, ad esempio sono rappresentati i dettagli costruttivi. Il LOD 400 fornisce le principali informazione riguardo la fase di costruzione, come le schede tecniche, e informazioni sulla manutenzione dell'impianto. Con il LOD 500 gli elementi modellati vengono aggiornati con quanto effettivamente realizzato per creare il modello as built.

D7	Impianto elettrico	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate degli elementi, informazioni sulle performance, sono rappresentati gli spazi da lasciare liberi.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di tutti i componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi e collegamenti per gli ancoraggi e supporti. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

Di seguito si riporta in diagramma di flusso dell'impianto antincendio e dell'impianto elettrico:

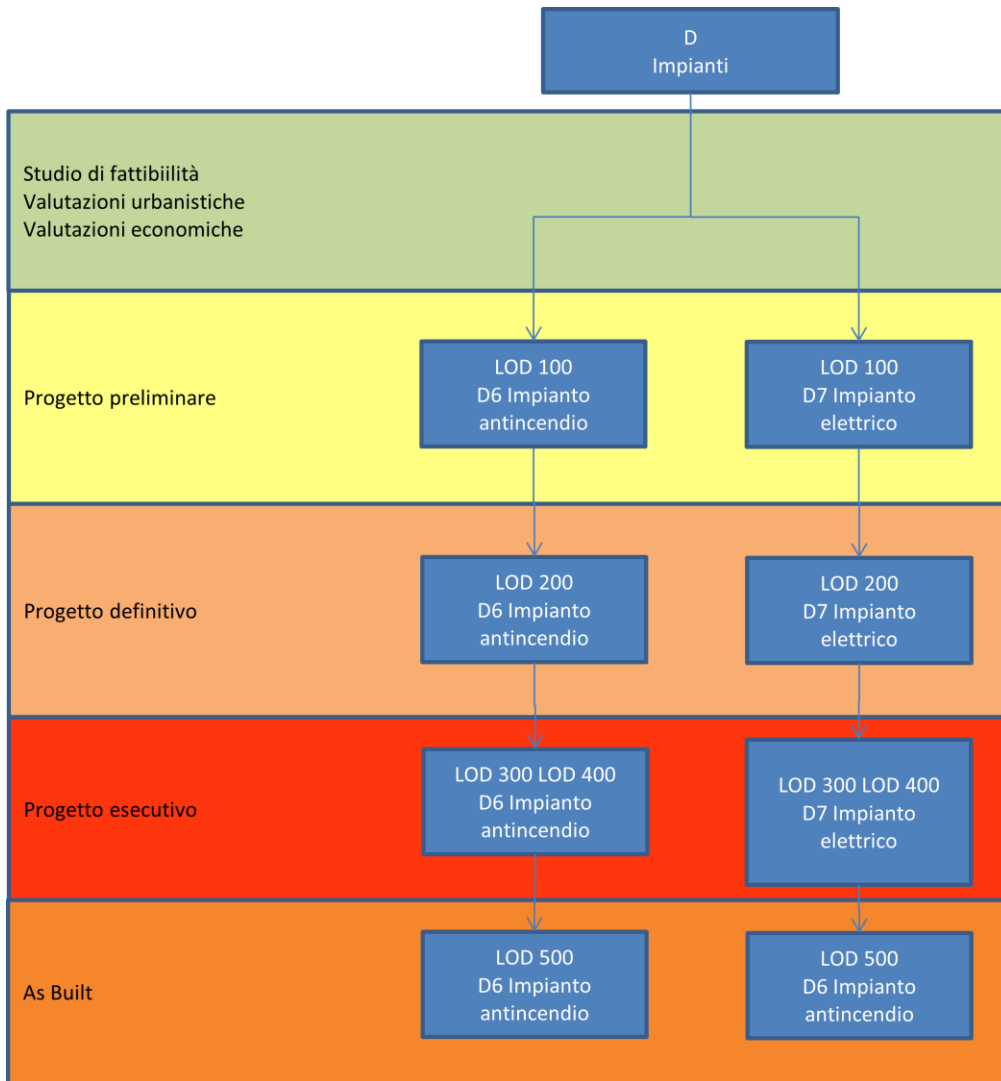


Figura 20: Diagramma di flusso LOD impianto antincendio e impianto elettrico

2.4.6 Esterni

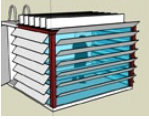
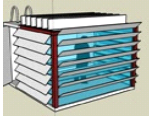

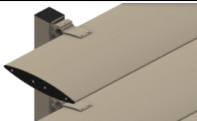
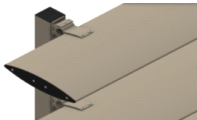
BALCONI

I balconi vengono modellati al LOD 100 durante il progetto preliminare come modello di massa, oppure elementi generici per indicare la forma e dimensione approssimative. Al LOD 200 l'elemento è generico tramite il quale vengono fornite informazioni non grafiche come i requisiti e le prestazioni che l'elemento deve garantire. A partire dal LOD 300 il balcone è un elemento specifico in cui sono rappresentati i principali strati che lo compongono e sono descritte le caratteristiche tecnologiche degli elementi. Al livello di dettaglio 350 tutti gli strati sono modellati e sono inseriti anche i dettagli costruttivi. Il LOD 400 contiene tutte le informazioni utili per la costruzione dell'elemento e per la futura manutenzione.

E1	Balconi	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Tutti gli elementi costituenti il balcone vengono racchiusi in un modello di massa, oppure si ha un generico elemento di modello che indica l'approssimativa forma e dimensione del balcone.	Progetto preliminare	MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato indicando attraverso informazioni non grafiche i principali elementi che lo compongono e i requisiti che essi devono avere.	Progetto definitivo	MOD 3D
LOD 300	Elemento specifico modellato rappresentando i principali strati, in particolare la parte portante, il rivestimento e gli elementi di protezione, indicandone le caratteristiche tecnologiche.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Elemento specifico modellato rappresentando tutti gli strati che lo compongono e i dettagli costruttivi di collegamento alla chiusura e il fissaggio dell'elemento di protezione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi della scala sono modellati per permettere la fabbricazione e la costruzione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

FRANGISOLE

I frangisole partono dal LOD 100 nel quale sono rappresentati in modo schematico, non è necessario che siano elemento tridimensionali. Al LOD 200 l'elemento modellato è generico, la cui posizione rimane approssimativa, mentre dal LOD 300 si parla di elemento specifico, con caratteristiche precise in funzione del progetto e al LOD 350 vengono introdotti anche i dettagli costruttivi per il fissaggio dei frangisole.

B6	Frangisole esterni	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Gli elementi vengono rappresentati calcolandone la quantità in base alla percentuale di area di facciata o una proporzione in base alla superficie abitabile.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Modello generico dell'elemento che indica l'area e la posizione approssimative.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	Modello specifico dell'elemento, che indica l'area e la posizione esatte. Indica inoltre: le dimensioni del telaio di bordo e delle lamelle.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: il telaio è modellato con maggiore dettaglio e sono rappresentati i dettagli costruttivi per il fissaggio.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	A questo LOD vengono fornite tutte le informazioni utili in fase di fabbricazione e installazione in opera. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

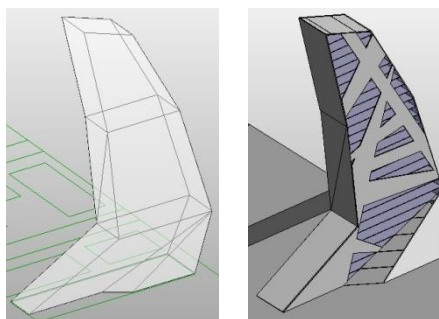
2.5 Gli elementi BIM riferiti alle fasi del processo edilizio italiano

2.5.1 Studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità è necessario per fornire a tutti i professionisti concorrenti nel processo edilizio l'insieme delle informazioni necessarie alla decisione per l'effettivo avvio della realizzazione di un progetto e quindi sull'investimento necessario. Queste informazioni riguardano la fattibilità tecnica e organizzativa, i benefici, i costi, i rischi e le scadenze temporali da rispettare.

Per rispondere a questo obiettivo lo studio di fattibilità deve rendere esplicite le condizioni che rendono conveniente l'effettuazione di progetti di adeguamento dei sistemi informativi automatizzati, chiarendo i benefici attesi ed evidenziando come essi rispondono agli obiettivi di miglioramento individuati, stimando i costi di progettazione, costruzione e esercizio, individuando e valutando i rischi e correlando tutti questi elementi. Lo studio deve contestualmente dare concretezza all'ipotesi progettuale, verificando l'esistenza di un'adeguata soluzione tecnico-organizzativa situata all'interno dei vincoli economici e temporali, anche attraverso il confronto tra soluzioni diverse e la scelta tra di esse sulla base di criteri esplicitati e predefiniti, nonché fornire elementi oggettivi per la soluzione dell'eventuale ricorso al mercato e alle sue modalità. È evidente che per raggiungere tutti questi obiettivi citati è necessario elaborare nello studio di fattibilità un primo livello di descrizione dell'intervento previsto, ossia di un progetto di massima che contenga i seguenti elementi architettonici modellati:

Codice	Elemento	LOD
B1	Chiusure verticali opache e trasparenti	50 - 100
B2	Infissi esterni - Finestre	50
B4	Solaio controterra	50
B5	Copertura	50
C2	Soletta di partizione	50



In sostanza viene modellato l'involucro dell'edificio attraverso un modello di volumi, in cui non sono definiti i materiali previsti, se non attraverso note collegate agli elementi, ma si ha una rappresentazione del volume della costruzione, inserita nel lotto di progetto e visualizzata nel contesto in cui verrà inserita, per verificarne immediatamente l'impatto ambientale. Grazie ai dati ricavabili dal modello BIM è possibile inoltre fare valutazioni parametriche di tipo economico, fare una stima dei costi di costruzione ed eventualmente di gestione, calcolare il numero di piani ottenibili e la relativa superficie lorda approssimativa. Infine il modello viene utilizzato per verificare la rispondenza del progetto ai vincoli urbanistici.

In questa fase del processo edilizio non sono modellati elementi strutturali o impiantistici, ma è auspicabile che i rispettivi progettisti partecipino alle riunioni per fornire informazioni che possono essere utili a tutto il team progettuale e partire fin da subito con un progetto integrato.

2.5.2 Progetto preliminare

Il progetto preliminare definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire nel rispetto delle indicazioni del documento preliminare alla progettazione, evidenzia le aree impegnate, le relative eventuali fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia, nonché le specifiche funzionali ed i limiti di spesa delle opere da realizzare, compreso il limite di spesa per gli eventuali interventi e misure compensative dell'impatto territoriale e sociale e per le infrastrutture ed opere connesse, necessarie alla realizzazione. Il progetto

preliminare stabilisce i profili e le caratteristiche più significative degli elaborati dei livelli successivi livelli di progettazione.

In sintesi il progetto preliminare definisce:

- i criteri di inserimento dell'edificio nel contesto;
- lo schema distributivo e il dimensionamento di massima degli spazi;
- le qualità fisico-ambientali e le attrezzature;
- la stima di massima dei costi;
- la caratterizzazione di massima delle tecnologie da impiegare per le principali parti costruttive.

I contenuti di questo livello progettuale in merito agli elementi BIM sono sia architettonici che strutturali e impiantistici.

ELEMENTI ARCHITETTONICI

Codice	Elemento	LOD
B1	Chiusure verticali opache e trasparenti	200
B2	Infissi esterni - Finestre	200
B3	Infissi esterni - Porte	100
B4	Solaio controterra	100
B5	Copertura	100
C1	Partizioni interne	100
C2	Soletta di partizione	100
C3	Scale	100
E1	Balconi	100
E2	Frangisole	100

Gli elementi architettonici modellati comprendono sia l'involucro che gli interni.

ELEMENTI STRUTTURALI

Codice	Elemento	LOD
A1.1	Fondazioni dirette	100
A1.2	Fondazioni indirette	100
A2	Muro controterra	100
A3	Strutture di elevazione	100
A4	Solaio	100

Entrano a far parte del progetto anche gli elementi strutturali. Solitamente non sono modellati a questo livello, ma il progettista strutturista fornisce le informazioni utili e schemi grafici per sviluppare il progetto architettonico tenendo conto delle esigenze strutturali relative agli elementi sopra elencati.

ELEMENTI IMPIANTISTICI

Codice	Elemento	LOD
D1	Dispositivi di sollevamento	100
D2	Impianto idrico	100
D3	Impianto di riscaldamento	100
D4	Impianto di raffrescamento	100
D5	Impianto di ventilazione	100
D7	Impianto elettrico	100

Oltre agli elementi strutturali, entrano a far parte del progetto anche quelli impiantistici. Non sono ancora modellati elementi a questo livello, ma il progettista impiantista fornisce le informazioni utili e schemi grafici per sviluppare il progetto architettonico tenendo conto delle esigenze impiantistiche relative agli elementi sopra elencati.

2.5.3 Progetto definitivo

Il progetto definitivo contiene tutti gli elementi necessari ai fini dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, inoltre sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

ELEMENTI ARCHITETTONICI

Gli elementi architettonici modellati nel progetto definitivo e il relativo livello di dettaglio sono riportati nella seguente tabella:

Codice	Elemento	LOD
B1.1	Chiusure verticali opache	300
B1.2	Chiusure verticali trasparenti	300
B2	Infissi esterni - Finestre	300
B3	Infissi esterni - Porte	200
B4	Solaio controterra	200
B5.1	Copertura a falde	200 - 300
B5.2	Copertura piana	200 - 300
C1.1	Pareti interne verticali	200
C1.2	Finestre interne	200
C1.3	Porte interne	200
C2	Soletta di partizione	200
C3	Scale	200
C4	Pavimento sopraelevato	100 - 200
C5	Controsoffitto	100 - 200
C6	Finiture interne	100 - 200
E1	Balconi	200
E2	Frangisole	200

ELEMENTI STRUTTURALI

Gli elementi strutturali modellati nel progetto definitivo e il relativo livello di dettaglio sono riportati nella seguente tabella:

Codice	Elemento	LOD
A1.1	Fondazioni dirette	200
A1.1.1	Fondazioni - Plinti	300
A1.1.2	Fondazioni - Travi rovesce	300
A1.1.3	Fondazioni - a Platea	300
A1.2	Fondazioni indirette	200 - 300
A2	Muro controterra	200
A3.1	Strutture di elevazione in CA	200
A3.2	Strutture di elevazione in acciaio	200
A3.3	Strutture di elevazione in legno	200
A4.1	Solaio in laterocemento	200
A4.2	Solaio in lamiera grecata	200
A4.3	Solaio in legno	200

La normativa italiana richiede che durante il progetto definitivo il progettista strutturista si concentri sulle fondazioni e infatti si può notare come al termine di questo livello progettuale gli elementi di fondazioni sono sviluppati al LOD 300, mentre gli altri elementi strutturali sono generici e al LOD 200.

ELEMENTI IMPIANTISTICI

Gli elementi impiantistici modellati nel progetto definitivo e il relativo livello di dettaglio sono riportati nella seguente tabella:

Codice	Elemento	LOD
D1	Dispositivi di sollevamento	200
D2	Impianto idrico	200
D3	Impianto di riscaldamento	200
D4	Impianto di raffrescamento	200
D5	Impianto di ventilazione	200
D6	Impianto antincendio	200
D7	Impianto elettrico	200

Anche per quanto riguarda gli impianti, al progetto definitivo sono pochi e generici gli elementi rappresentati nel modello, la normativa italiana richiede che il progettista si concentri sugli schemi dimensionali e elabori dei dimensionamenti di massima degli impianti, ma soprattutto deve indicare ai professionisti del team di progettazione quali sono le esigenze impiantistiche che vanno a vincolare gli altri ambiti di progettazione, sempre nell'ottica di massimizzare l'integrazione.

URBANISTICA

Per quanto riguarda l'urbanistica, di seguito vengono elencati gli elaborati che vengono solitamente richiesti per il rilascio del permesso di costruire, a cui viene indicato il livello di dettaglio che deve aver raggiunto il modello per soddisfarne i requisiti:

Per qualsiasi opera sul territorio sono richiesti:

Elaborato grafico	Livello di dettaglio LOD
Estratto mappa catastale in scala 1:1000, con l'individuazione di tutti i mappali interessati dall'intervento ed estesa alle aree limitrofe per una profondità di almeno 50 metri; in caso di nuova costruzione deve essere opportunamente evidenziata la sagoma planimetrica dell'opera in progetto	LOD 50 - LOD 100
Stralcio del PRG o PGT, vigente e di quello eventualmente adottato con individuazione dell'area di intervento; per gli interventi assoggettati a Piano attuativo dovrà essere allegato anche stralcio delle tavole del piano esecutivo	-
Planimetria generale di rilievo dell'area di intervento, a scala non inferiore a 1:500 ed estesa alle aree limitrofe per una profondità di almeno 50 metri, con specificati: orientamento, toponomastica, quote altimetriche e planimetriche; Eventuale presenza di beni culturali o ambientali tutelati e, in quest'ultimo caso, evidenziazione di emergenze naturalistiche ed ambientali, alberature esistenti con l'indicazione delle relative essenze; Eventuale presenza di costruzioni limitrofe, con relativi distacchi e altezze e, se opportuno al fine di una migliore comprensione, prospetti e/o sezioni relativi all'intorno sopra descritto con verifiche circostanti, con specifica della loro destinazione d'uso, dei materiali di finitura; Presenza di eventuali infrastrutture, impianti e strade, reti ferroviarie, elettrodotti, metanodotti, e relative fasce di rispetto e servitù	LOD 50 - LOD 100
Rilievo fotografico a colori dell'area d'intervento e del suo contesto, debitamente corredato da rappresentazione planimetrica schematica con indicazione dei punti di ripresa	-
Planimetria generale di progetto alla stessa scala della rappresentazione dello stato di fatto, con l'indicazione di: limiti di proprietà e dell'ambito di intervento; quote planimetriche ed altimetriche del suolo, evidenziando sbancamenti, riporti, sistemazione aree scoperte e formazione di giardini	LOD 50 - LOD 100
Verifica dettagliata e documentata dei parametri tecnici - edilizi ed urbanistici previsti dal PRG vigente ed eventualmente adottato	-
Ogni altra tavola, allegato o documento tecnico e planimetrico, rilievo esplicativo e descrittivo necessario in relazione alla tipologia dell'intervento in progetto	LOD 50 - LOD 100

In generale il LOD è riferito agli elementi di chiusura e agli interni.

In particolare per quanto riguarda il rilascio del Permesso di Costruzione per interventi di nuova costruzione gli elaborati sopra elencati devono essere integrati quelli che seguono:

Elaborato grafico	Livello di dettaglio LOD
Tavola grafica in scala 1:200 (o 1:500) riportante rilievo planivolumetrico quotato, illustrativo dello stato di fatto dei lotti interessati dall'edificazione, comprensivo dell'ingombro degli edifici da realizzare, delle strade limitrofe, dei fabbricati circostanti con relative altezze, delle distanze dai confini, delle consistenze arboree presenti, delle urbanizzazioni primarie esistenti. Sulla medesima tavola devono essere riportati i calcoli dimostrativi della superficie lorda di pavimento e del rapporto di copertura richiesti, nonché la loro verifica;	LOD 200 - LOD 300
Tavola grafica di progetto quotata, in scala 1:100 (o 1:200 in relazione all'ampiezza dell'intervento) con piante, prospetti relativi ad ogni lato dell'edificio con i riferimenti alle sagome degli edifici contigui, sezioni significative (almeno due con indicazione delle altezze nette dei singoli piani, dei parapetti e delle aperture) copertura e particolari costruttivi in scala 1:20. Sulla medesima tavola dovranno essere indicate le superfici utili, le destinazioni d'uso dei singoli locali, dei vani ascensori ecc, nonché il calcolo di verifica dei rapporti aeroilluminanti. Dovranno infine essere indicati i materiali da utilizzare e i colori prescelti per le parti esterne;	LOD 200 - LOD 300
Per interventi di ampliamento di edifici esistenti occorre riprodurre in scala 1:100 (o 1:200) il rilievo quotato dell'immobile oggetto di intervento con piante, prospetti, sezioni significative ed eventuali particolari architettonici;	LOD 200 - LOD 300
Per gli interventi di ampliamento di edifici esistenti, tavola grafica comparativa tra stato di fatto e stato di progetto in scala 1:100 (o 1:200), sulla quale devono essere riportate con i colori di rito le demolizioni e le nuove costruzioni (giallo le demolizioni, rosso le nuove costruzioni);	LOD 200 - LOD 300
Tavola riportante planimetria generale in scala 1:500 e piante dell'intervento in scala 1:100, con dimostrazione grafica dei requisiti previsti dalla vigente legislazione in materia di abbattimento delle barriere architettoniche circa l'accessibilità, l'adattabilità e visitabilità degli immobili;	LOD 200 - LOD 300
Per gli interventi assoggettati al preventivo nulla - osta del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, oltre alla dichiarazione del progettista che attesti tale condizione, va predisposta una planimetria in scala adeguata dalla quale risultino i requisiti minimi di prevenzione incendi da realizzare (uscite di sicurezza, porte tagliafuoco, estintori, ecc.);	LOD 200 - LOD 300
Nel caso in cui l'intervento interessi la sistemazione delle aree esterne, planimetria generale alla stessa scala della rappresentazione dello stato di fatto, con l'indicazione di sbancamenti, riporti, sistemazione aree scoperte e formazione di giardini;	-

Il LOD è sempre riferito agli elementi di chiusura e agli interni come sopra.

2.5.4 Progetto esecutivo

Il progetto esecutivo costituisce l'ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, quando previste.

Gli elementi BIM modellati a questo livello e fondamentali per soddisfare i requisiti del progetto esecutivo sono riportati in seguito.

ELEMENTI ARCHITETTONICI

Codice	Elemento	LOD
B1.1.1	Rivestimento esterno	350 - 400
B1.1.2	Parte centrale chiusura opaca	350 - 400
B1.1.3	Rivestimento interno	350 - 400
B1.2	Chiusure verticali trasparenti	350 - 400
B2	Infissi esterni - Finestre	350 - 400
B3.1	Infissi esterni - Porte	300 - 350 - 400
B3.1	Infissi esterni - Portoni per garage	300 - 350 - 400
B4	Solaio controterra	300 - 350 - 400
B5.1	Copertura a falde	350 - 400
B5.2	Copertura piana	350 - 400
B6	Frangisole	300 - 350 - 400
C1.1	Pareti interne verticali	300 - 350 - 400
C1.2	Finestre interne	300 - 350 - 400
C1.3	Porte interne	300 - 350 - 400
C2	Soletta di partizione	300 - 350 - 400
C3	Scale	300 - 350 - 400
C4	Pavimento sopraelevato	300 - 350 - 400
C5	Controsoffitto	300 - 350 - 400
C6	Finiture interne	300 - 350 - 400
E1	Balconi	300 - 350 - 400
E2	Frangisole	300 - 350 - 400

ELEMENTI STRUTTURALI

Codice	Elemento	LOD
A1.1.1	Fondazioni - Plinti	350 - 400
A1.1.2	Fondazioni - Travi rovesce	350 - 400
A1.1.3	Fondazioni - a Platea	350 - 400
A1.2	Fondazioni indirette	350 - 400
A2	Muro controterra	300 - 350 - 400
A3.1	Strutture di elevazione in CA	300 - 350 - 400
A3.2	Strutture di elevazione in acciaio - travi	300 - 350 - 400
A3.3	Strutture di elevazione in legno	300 - 350 - 400
A4.1	Solaio in laterocemento	300 - 350 - 400
A4.2	Solaio in lamiera grecata	300 - 350 - 400
A4.3	Solaio in legno	300 - 350 - 400

ELEMENTI IMPIANTISTICI

Codice	Elemento	LOD
D1	Dispositivi di sollevamento	350 - 400
D2.1	Rete di distribuzione dell'impianto idrico	300 - 350 - 400
D2.2	Locale di raccolta acqua piovana	300 - 350 - 400
D2.3	Impianto di scarico acque nere, grigie e meteoriche	300 - 350 - 400
D3	Impianto di riscaldamento	300 - 350 - 400
D4	Impianto di raffrescamento	300 - 350 - 400
D5	Impianto di ventilazione	300 - 350 - 400
D6.1	Dispositivi antincendio e componenti	300 - 350 - 400
D6.2	Armadio antincendio	300 - 350 - 400
D7	Impianto elettrico	300 - 350 - 400

2.5.5 Fase di costruzione

La fase di costruzione ha come fase preliminare lo sviluppo del progetto operativo costituito dai Piani Operativi, la cui stesura è a carico dell'Appaltatore e che hanno come scopo quello di definire in modo completo le lavorazioni da svolgere per raggiungere gli obiettivi di qualità effettiva dell'opera facilitando il trasferimento del progetto in cantiere. Essi devono tenere in considerazione anche la Sicurezza nel processo di progettazione, ottimizzare l'uso delle risorse e favorire il flusso di informazioni tra i professionisti che collaborano in cantiere.

In particolare l'uso del BIM durante la fasi di costruzione permette di:

- programmare i lavori in modo più congruente alla realtà del cantiere;
- progettare il cantiere in modo più accurato riguardo la definizione delle aree di lavoro e delle eventuali interferenze;
- migliorare l'identificazione delle situazioni di rischio;
- migliorare il coordinamento e l'ottimizzazione dell'impiego delle risorse;
- semplificare i tracciamenti e posizionamenti di impianti o elementi costruttivi tramite procedure automatizzate;
- migliorare la comunicazione con i fornitori in relazione alla possibilità di inserire specifiche tecniche e codici di catalogo dei materiali;
- aggiornare in tempo reale eventuali modifiche in corso d'opera e controllo delle relative conseguenze sulla gestione del cantiere.

2.5.6 Gestione e manutenzione del manufatto edilizio

Il terzo livello di approfondimento nell'uso del BIM prevede l'integrazione di questo strumento per la gestione del manufatto e della relativa manutenzione, il cosiddetto 6D. Ad oggi è un obiettivo a cui si tende e su cui bisogna ancora lavorare per renderlo attuabile, questo è confermato dal fatto che anche il governo britannico ha richiesto che dal 2016 venga utilizzato il BIM ad un livello 2, cioè comprendente il 4D e il 5D, ma non prescrive l'utilizzo di questo strumento anche per il 6D, il facility management.

L'importanza della fase di gestione e manutenzione è dimostrata dalla sua incidenza in termini di tempo e costo rispetto al ciclo di vita utile dell'immobile e dei relativi costi.

Per quanto riguarda i tempi, è possibile affermare che mediamente il tempo dedicato alla fase di progettazione dell'immobile e a quella di costruzione è di circa 2 anni a fronte di una durata di vita utile dell'opera che va dai 50 ai 100 anni, al termine della vita utile si può prevedere un anno nel quale si sceglie se demolire l'immobile o elaborare un progetto di ristrutturazione.



Figura 21: Proporzione della durata delle fasi di Progettazione, Costruzione, Gestione e Manutenzione e Dismissione



Figura 22: Proporzione dei costi durante il ciclo di vita per le fasi di Progettazione, Costruzione, Gestione e Manutenzione e Dismissione

In merito ai costi, come già accennato nei capitoli precedenti, si ha un rapporto di 1 a 7 tra costo di progettazione e costruzione e costi di gestione e manutenzione. Inoltre, a sua volta, l'unità assegnata al costo di progettazione e costruzione è suddivisa mediamente in 30% alla prima e 70% alla seconda.

La grande importanza della progettazione è che essa incide fortemente sui costi di manutenzione e gestione dell'immobile che si protraggono per 50 o 100 anni e crescono più ci si avvicina al termine della vita utile. L'approccio alla progettazione deve cambiare nel senso che si deve dedicare maggior tempo e risorse durante le fasi concettuali, studio di fattibilità e progetto preliminare, in cui è veloce e poco costoso passare da una soluzione ad un'altra, per andare più diretti durante le fasi esecutive ed in generale avendo una visione globale del ciclo di vita dell'immobile, pensando a soluzioni per ridurre i costi di gestione e manutenzione.

Il beneficio dato dall'uso del BIM è che permette di avere risparmi economici grazie alla possibilità di realizzare un progetto efficiente e una manutenzione efficace. Questo perché il modello BIM as built contiene al suo interno un database di informazioni utili per prendere decisioni e di conseguenza ottimizzare la gestione e manutenzione dell'immobile.

Il calcolo di quanto sia effettivamente risparmiabile grazie ad una progettazione che miri anche ad ottimizzare la fase di gestione è complesso, ma per riferimento si riportano i valori stimati dal NIST (National Institute of Standards and Technology americano): 15 miliardi di dollari sprecati ogni anno negli Stati Uniti nel settore dell'edilizia a causa della scarsa informazione disponibile, di cui 10 miliardi dovuti all'inefficienza della gestione e manutenzione dell'immobile. Inoltre gli edifici consumano il 40% dell'energia totale impiegata negli USA, consumano il 65% dell'energia elettrica e sono causa del 40% delle emissioni dannose per l'ambiente.³

Pertanto è una fase su cui si possono ottenere enormi risultati perché ci sono ampi margini di miglioramento, tenendo presente che fin dallo studio di fattibilità bisogna tenerne conto e non pensare che il progetto si concluda il giorno in cui l'edificio viene consegnato al committente. Tutte le figure che concorrono alla progettazione e costruzione dell'immobile devono avere una visione globale dell'edificio, del suo intero ciclo di vita.

³ Dati AIA, American Institute of Architects, *BIM Implications for Facility Management conference*, novembre 2011

2.6 Confronto elementi LOD con elementi tecnici norma UNI 8290

Un confronto utile per facilitare il passaggio dalla progettazione classica a quella BIM oriented è quello tra gli elementi tecnici elencati nella norma UNI 8290 e il rispettivo livello di dettaglio LOD, definito nelle schede LOD descritte nel capitolo 2.4. Alcuni elementi tecnici della UNI 8290 non sono stati approfonditi nelle schede dei livelli di dettaglio, ma nella seguente tabella si riporta il valore del LOD previsto anche per essi:

Classi di unità tecnologiche; Unità tecnologiche; Classi di elementi tecnici	Studio di fattibilità	Progetto preliminare	Progetto definitivo	Progetto esecutivo
STRUTTURA PORTANTE	-	100	200/300	350/400
Struttura di fondazione	-	100	200/300	350/400
Strutture di fondazione dirette	-	100	200/300	350/400
Strutture di fondazione indirette	-	100	200/300	350/400
Struttura di elevazione	-	100	200	300/350/400
Strutture di elevazione verticali	-	100	200	300/350/400
Strutture di elevazione orizzontali ed inclinate	-	100	200	300/350/400
Strutture di elevazione spaziali	-	100	200	300/350/400
Struttura di contenimento	-	100	200	300/350/400
Strutture di contenimento verticali	-	100	200	300/350/400
Strutture di contenimento orizzontali	-	100	200	300/350/400
CHIUSURA	50/100	100/200	200/300/350	300/350/400
Chiusura verticale	50/100	200	300	350/400
Pareti perimetrali verticali	50/100	200	300	350/400
Infissi esterni verticali	100	200	300	350/400
Chiusura orizzontale inferiore	50	100	200	300/350/400
Solai a terra	50	100	200	300/350/400
Chiusura orizzontale su spazi aperti	50	100	200	300/350/400
Solai su spazi aperti	50	100	200	300/350/400
Chiusura superiore	50	100	200/300	350/400
Coperture	50	100	200/300	350/400
Infissi esterni orizzontali	-	100	200/300	350/400
PARTIZIONE INTERNA	-	100	100/200	300/350/400
Partizione interna verticale	-	100	200	300/350/400
Pareti interne verticali	-	100	200	300/350/400
Infissi interni verticali	-	100	200	300/350/400
Partizione interna orizzontale	50	100	200	300/350/400
Solai	50	100	200	300/350/400
Soppalchi	-	100	200	300/350/400
Infissi interni orizzontali	-	100	200	300/350/400
Partizione interna inclinata	-	100	200	300/350/400
Scale interne	-	100	200	300/350/400
Rampe interne	-	100	200	300/350/400
PARTIZIONE ESTERNA	-	100	100/200	300/350/400
Partizione esterna verticale	-	100	100/200	300/350/400
Elementi di protezione	-	-	100/200	300/350/400
Elementi di separazione	-	100	200	300/350/400
Partizione esterna orizzontale	-	100	200	300/350/400
Balconi e logge	-	100	200	300/350/400
Passerelle	-	100	200	300/350/400
Partizione esterna inclinata	-	100	200	300/350/400
Scale esterne	-	100	200	300/350/400
Rampe esterne	-	100	200	300/350/400

IMPIANTO DI FORNITURA SERVIZI	-	100	100/200	300/350/400
Impianto di climatizzazione	-	100	200	300/350/400
Alimentazione	-	100	200	300/350/400
Gruppi termici	-	100	200	300/350/400
Centrali di trattamento fluidi	-	100	200	300/350/400
Reti di distribuzioni e terminali	-	100	200	300/350/400
Reti di scarico condensa	-	100	200	300/350/400
Canne di esalazione	-	100	200	300/350/400
Impianto idrosanitario	-	100	200	300/350/400
Allacciamenti	-	100	200	300/350/400
Macchine idrauliche	-	100	200	300/350/400
Accumuli	-	100	200	300/350/400
Riscaldatori	-	100	200	300/350/400
Reti di distribuzione acqua fredda e terminali	-	100	200	300/350/400
Reti di distribuzione acqua calda e terminali	-	100	200	300/350/400
Reti di ricircolo acqua calda	-	100	200	300/350/400
Apparecchi sanitari	-	100	200	300/350/400
Impianti di smaltimento liquidi	-	100	200	300/350/400
Reti di scarico acque fecali	-	100	200	300/350/400
Reti di scarico acque domestiche	-	100	200	300/350/400
Reti di scarico acque meteoriche	-	100	200	300/350/400
Reti di ventilazione secondaria	-	100	200	300/350/400
Impianto di smaltimento aeriformi	-	-	100/200	300/350/400
Alimentazione	-	-	100/200	300/350/400
Macchine	-	-	100/200	300/350/400
Reti di canalizzazione	-	-	100/200	300/350/400
Impianto di smaltimento solidi	-	-	100/200	300/350/400
Canne di caduta	-	-	100/200	300/350/400
Canne di esalazione	-	-	100/200	300/350/400
Impianto di distribuzione gas	-	-	100/200	300/350/400
Allacciamenti	-	-	100/200	300/350/400
Reti di distribuzione e terminali	-	-	100/200	300/350/400
Impianto elettrico	-	100	200	300/350/400
Alimentazione	-	100	200	300/350/400
Allacciamenti	-	100	200	300/350/400
Apparecchiature elettriche	-	100	200	300/350/400
Reti di distribuzione e terminali	-	100	200	300/350/400
Impianto di telecomunicazioni	-	-	100/200	300/350/400
Alimentazione	-	-	100/200	300/350/400
Allacciamenti	-	-	100/200	300/350/400
Reti di distribuzione e terminali	-	-	100/200	300/350/400
Impianto fisso di trasporto	-	100	200	300/400
Alimentazione	-	100	200	300/400
Macchine	-	100	200	300/400
Parti mobili	-	100	200	300/400

IMPIANTO DI SICUREZZA	-	100	200	300/350/400
Impianto antincendio	-	100	200	300/350/400
Allacciamenti	-	100	200	300/350/400
Rilevatori e trasduttori	-	100	200	300/350/400
Reti di distribuzione e terminali	-	100	200	300/350/400
Allarmi	-	100	200	300/350/400
Impianto di messa a terra	-	-	100/200	300/350/400
Reti di raccolta	-	-	100/200	300/350/400
Dispensori	-	-	100/200	300/350/400
Impianto parafulmine	-	-	100/200	300/350/400
Elementi di captazione	-	-	100/200	300/350/400
Rete	-	-	100/200	300/350/400
Dispensori	-	-	100/200	300/350/400
Impianto antifurto e antiintrusione	-	-	100/200	300/350/400
Alimentazione	-	-	100/200	300/350/400
Rilevatori e trasduttori	-	-	100/200	300/350/400
Rete	-	-	100/200	300/350/400
Allarmi	-	-	100/200	300/350/400
ATTREZZATURA INTERNA	-	100	200	300/350/400
Arredo domestico	-	100	200	300/350/400

Tabella 8: LOD elementi tecnici UNI 8290 e relativa fase progettuale

2.7 I Ruoli e le Responsabilità nel processo BIM

I professionisti che concorrono allo sviluppo del progetto e del relativo modello BIM condividono lo stesso file e pertanto non si ha una netta distinzione degli elaborati dei differenti ambiti progettuali. Prevedendo inoltre in futuro il passaggio da una consegna cartacea degli elaborati progettuali alla consegna del informatica del modello di progetto, la necessità di suddividere le responsabilità dei vari professionisti risulta evidente.

I principali ambiti di competenza di un progetto, e in particolare di un progetto BIM oriented, sono: Project Management, BIM Management, Progetto Architettonico, Progetto Strutturale, Progetto Impiantistico, Direzione Lavori, Coordinamento per la Sicurezza, l'Impresa Edile e i sub-appaltatori e produttori di componenti. Si parla di ambiti di competenza e non di professionisti perché lo stesso professionista si può occupare di più ambiti nello stesso progetto, vengono quindi descritte le responsabilità derivanti da ogni ambito e il relativo ruolo nel progetto.

Il Project Management gestisce e coordina lo sviluppo del progetto e della costruzione dell'opera con lo scopo di soddisfare i requisiti di qualità, tempi e costi. La sfida secondaria, ma non meno ambiziosa, è quella di ottimizzare l'allocazione delle risorse e integrare gli input necessari a raggiungere gli obiettivi definiti. Queste sfide infine devono essere portate avanti risolvendo i problemi e mitigando i rischi che il progetto deve affrontare lungo la sua strada.

Il BIM Management si occupa di coordinare l'uso del BIM nel progetto, controlla la qualità del file di modello e della relativa condivisione. All'incontro di inizio progetto spiega al committente quali sono i vantaggi che si possono ottenere grazie all'implementazione del BIM nella progettazione, ma anche i limiti che ne derivano. Aiuta e corregge insieme ai progettisti dei vari ambiti architettonico, strutturale ed impiantistico gli errori presenti nel modello.

Con il Progetto Architettonico si deve sviluppare la parte architettonica del modello, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM nel progetto e a che livello di approfondimento. Al termine di ogni fase o livello progettuale è necessario controllare che tutti gli elementi architettonici siano modellati al corretto LOD previsto dalle schede LOD.

Con il Progetto Strutturale si deve sviluppare la parte strutturale del modello, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM nel progetto, a che livello di approfondimento e se utilizzarlo anche come strumento per le simulazioni. Al termine di ogni fase o livello progettuale è necessario controllare che tutti gli elementi strutturali siano modellati al corretto LOD previsto dalle schede LOD.

Anche con il Progetto Impiantistico si deve sviluppare la parte impiantistica del modello, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM nel progetto, a che livello di approfondimento e se utilizzarlo anche come strumento per le simulazioni energetiche. Al termine di ogni fase o livello progettuale è necessario controllare che tutti gli elementi impiantistici siano modellati al corretto LOD previsto dalle schede LOD.

La Direzione Lavori ha il compito di fornire tutte le disposizioni necessarie perché l'opera venga eseguita conformemente al progetto e al contratto. Si occupa inoltre dell'accettazione dei materiali, dei componenti e delle opere compiute. Questa attività può essere facilitata dall'utilizzo del modello BIM, nel quale sono riportate nelle informazioni le schede tecniche, i codici dei prodotti e i computi metrici. Oltre all'accettazione la Direzione Lavori controlla e sorveglia la realizzazione dell'opera con controlli tecnici e prove su prelievi a campione.

Il responsabile del Coordinamento per la Sicurezza durante la progettazione dell'opera redige il piano di sicurezza e coordinamento e predispone un fascicolo adatto alle caratteristiche dell'opera contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori. Durante la fase di esecuzione verifica tramite controlli che le imprese esecutrici e i lavoratori autonomi applichino le

disposizioni del PSC, verifica l'idoneità del POS assicurandone la corrispondenza con il PSC, organizza tra i datori di lavoro la cooperazione e il coordinamento delle attività e lo scambio di informazioni, segnala al committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta alle imprese e ai lavoratori autonomi interessati, le inosservanze alle disposizioni e alle prescrizioni del piano e propone la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto. Sospende, in caso di pericolo grave e imminente, direttamente riscontrato, le singole lavorazioni fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate e in generale è responsabile della cooperazione e coordinamento.

Per quanto riguarda il Coordinamento per la Sicurezza il BIM è uno strumento utile per:

- la formazione e l'addestramento attraverso la realizzazione di un ambiente di simulazione virtuale 3D interattivo dove è possibile addestrare operatori specializzati per operazioni di costruzione di elevata complessità operativa;
- visualizzazione tridimensionale virtuale delle fasi di lavoro e relativa analisi dei rischi;
- l'analisi e la previsione di situazioni di rischio. Con l'introduzione di regole di identificazione automatica dei rischi, ad esempio caduta dall'alto o di oggetti, è possibile migliorare l'aspetto relativo alla prevenzione dei rischi specifici o di coordinamento ed è possibile fare simulazioni virtuali;
- la comunicazione e il coordinamento.

L'Impresa edile partendo dal modello fornito dal BIM Manager lo sviluppa per passare dalla progettazione esecutiva alla progettazione operativa e quindi inserire nel file di progetto tutte le informazioni descrittive (schede ergotecniche, schede operative standard, piani operativi) e grafiche (layout di cantiere). Se gli accordi pre-progettuali prevedono che il livello di utilizzo del BIM sia elevato (livello 2) può utilizzare il modello anche per analisi 4D, gestione dei tempi, e 5D, gestione dei costi.

Per quanto riguarda i sub-appaltatori e i produttori di componenti pianificano, insieme con il BIM Manager e i progettisti, l'uso del BIM per i disegni esecutivi. I produttori modellano i loro prodotti e li caricano sul database Innovance in modo che siano disponibili ai progettisti. Determinano quando e come usare il BIM per le simulazioni per la verifica degli spazi liberi per la manutenzione e la documentazione da fornire.

La seguente tabella riassume i compiti del responsabile che si occupa dei vari ambiti di competenza elencati e il relativo ruolo nel team di progettazione:

Ambiti di competenza	Responsabilità durante lo sviluppo del progetto BIM	Ruolo
Project Management	Gestione e coordinamento dello sviluppo del progetto e dell'esecuzione dell'opera con lo scopo di soddisfare i requisiti di qualità, tempi e costi	Supervisione, coordinamento e verifica
BIM Management	Coordinamento nell'uso del BIM nel progetto, determinazione del programma di avanzamento del progetto, controllo della condivisione del modello e della qualità di esso. È responsabile dei modelli sviluppati e dei relativi documenti	Supervisione, gestione dello sviluppo e della condivisione del modello
Progetto architettonico	Sviluppo del progetto architettonico, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM durante il progetto architettonico. Controllo ad ogni fase/livello progettuale che tutti gli elementi architettonici del modello siano sviluppati al corrispondente livello di dettaglio (LOD)	Sviluppo del modello nella parte architettonica e relativa verifica
Progetto strutturale	Sviluppo del progetto strutturale, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM durante in progetto strutturale, determina quando usare il BIM per le simulazioni, le analisi e la documentazione. Definizione degli strumenti da utilizzare. Controllo ad ogni fase/livello progettuale che tutti gli elementi architettonici del modello siano sviluppati al corrispondente livello di dettaglio (LOD)	Sviluppo del modello nella parte strutturale e relativa verifica. Si occupa anche di gestire la condivisione del modello nel team di lavoro
Progetto impiantistico	Sviluppo del progetto impiantistico, pianificando insieme al BIM Manager l'uso del BIM durante in progetto degli impianti, determina quando usare il BIM per le simulazioni, le analisi e la documentazione. Definizione gli strumenti da utilizzare. Controllo ad ogni fase/livello progettuale che tutti gli elementi architettonici del modello siano sviluppati al corrispondente livello di dettaglio (LOD)	Sviluppo del modello nella parte impiantistica e relativa verifica. Si occupa anche di gestire la condivisione del modello nel team di lavoro

Direzione lavori	Il compito della Direzione Lavori consiste nel fornire tutte le disposizioni necessarie perché l'opera venga eseguita correttamente e conformemente al progetto e al contratto. Utilizza il modello BIM per effettuare i controlli grazie alle informazioni in esso contenute	Verifica della completezza della documentazione esecutiva e controllo in fase di costruzione
Coordinamento per la Sicurezza	Redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, predisposizione di un fascicolo adatto alle caratteristiche dell'opera contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, verifica tramite controlli che le imprese esecutrici applichino le disposizioni del PSC, verifica dell'idoneità del POS e in generale è responsabile della cooperazione e coordinamento. Utilizzo del modello BIM per effettuare simulazioni riguardo le misure di sicurezza in cantiere	Redazione del PSC, verifica e controlli in fase di esecuzione, simulazioni attraverso il modello BIM
Impresa edile	Utilizza il modello fornito dal PM e partecipa alla creazione dello stesso in base al tipo di contratto stipulato (general contractor o main contractor), per la progettazione e programmazione della fase costruttiva dell'opera. Individua eventuali interferenze durante i lavori	Utilizzatore del modello BIM e modellatore
Sub-appaltatori o produttori di componenti	Pianificano, insieme con il BIM Manager e i progettisti, l'uso del BIM per i disegni esecutivi e le schede tecniche. I produttori modellano i loro prodotti e li caricano sul database in modo che siano disponibili ai progettisti. Determinano quando e come usare il BIM per le simulazioni per la verifica degli spazi liberi per la manutenzione e la documentazione da fornire.	Utilizzatore del modello BIM, modellatore di elementi

Tabella 9: Ambiti progettuali, responsabilità e ruoli nel progetto BIM

La seguente tabella riassume i ruoli che hanno i responsabili dei diversi ambiti di competenza nello sviluppo e gestione del modello BIM in funzione delle fasi e livelli del processo edilizio:

	PROJECT MANAGEMENT	BIM MANAGEMENT	URBANISTICA	ARCHITETTONICO	STRUTTURALE	IMPIANTISTICO
Studio di fattibilità	CONTR, INFO	INFO	INFO, MOD 3D + 2D + ID	INFO, MOD + ID	INFO, ID	INFO, ID
Progetto preliminare	CONTR, INFO	CONTR, INFO	-	INFO, MOD + ID	INFO, ID	INFO, ID
Progetto definitivo	CONTR, INFO	CONTR, INFO	-	INFO, MOD 3D + ID	INFO, MOD 3D + ID	INFO, MOD 3D + ID
Progetto esecutivo	CONTR, INFO	CONTR, INFO	-	INFO, MOD 3D + 2D + ID	INFO, MOD 3D + 2D + ID	INFO, MOD 3D + 2D + ID
Progetto operativo	CONTR	CONTR	-	-	-	-
Fase di costruzione	CONTR	CONTR	-	-	-	-
Manutenzione e gestione	-	-	-	-	-	-
	IMPRESA EDILE	DIREZIONE LAVORI	SICUREZZA	MANUTENTORE	COMMITTENZA	
Studio di fattibilità	-	-	-	-	INFO	
Progetto preliminare	-	-	-	-	INFO	
Progetto definitivo	-	-	-	-	INFO	
Progetto esecutivo	-	-	-	INFO*	-	
Progetto operativo	INFO, MOD 3D + 2D + ID	CONTR	CONTR, MOD 3D + 2D + ID	INFO*	-	
Fase di costruzione	USER, MOD 3D + 2D + ID	CONTR	CONTR	INFO*	-	
Manutenzione e gestione	-	-	-	USER	USER	

Tabella 10: Ruolo dei vari ambiti progettuali durante il ciclo di vita del progetto e dell'opera

Legenda:

INFO: Il professionista fornisce informazioni agli altri progettisti

MOD 3D: Il professionista modella gli elementi tridimensionali da usare nel progetto BIM

2D: Oltre a modellare elementi tridimensionali il professionista disegna oggetti bidimensionali utili per integrare le informazioni descrittive e il modello

ID: Il professionista inserisce informazioni descrittive nel modello

USER: Utilizzatore del modello BIM e lo mantiene aggiornato

CONTR: Il professionista controlla che ci sia collaborazione nel team, la condivisione del modello e lo scambio di informazioni

*: è auspicabile che il team di progettazione scelga e contatti il futuro manutentore

Il Project Manager è una figura professionale che è presente fin dallo studio di fattibilità in cui effettua un'attività di controllo e fornisce informazioni agli altri professionisti che collaborano allo sviluppo del progetto.

Il BIM Manager partecipa con un'attività di controllo del modello BIM e della relativa correttezza e condivisione, inoltre fornisce informazioni ai progettisti in merito alla gestione e lo sviluppo del modello.

L'urbanista durante lo studio di fattibilità informa gli altri professionisti dei vincoli relativi alla normativa urbanistica e paesaggistica che condizionano gli altri ambiti progettuali. Disegna nel file del modello il terreno e gli edifici circostanti.

Per quanto riguarda i responsabili della progettazione architettonica, strutturale ed impiantistica essi forniscono le informazioni necessarie agli altri professionisti e modellano tridimensionalmente il progetto, oltre ad integrarlo con informazioni descrittive e rappresentazioni grafiche bidimensionali seguendo le indicazioni dei contenuti forniti nelle schede LOD.

L'impresa edile è una figura che entra a far parte del processo dal progetto operativo in cui fornisce informazioni agli altri professionisti ed in particolare collaborano con il Coordinatore per la Sicurezza

inserendo nel modello rappresentazioni bidimensionali del layout di cantiere e informazioni descrittive ad esempio dei materiali da utilizzare per la costruzione.

La Direzione Lavori svolge un'attività di controllo durante la fase di progettazione operativa e soprattutto durante la costruzione dell'opera, mentre per quanto riguarda la Coordinazione per la Sicurezza, il responsabile elabora un modello 3D del cantiere suddividendolo in fasi di lavoro, rappresenta il layout dello stesso e indica quali sono le disposizioni e prescrizioni attraverso informazioni descrittive nel PSC.

La figura del manutentore entra a partire dal progetto esecutivo, o almeno è quanto auspicabile per fare in modo che fin dalla progettazione esecutiva ci sia un adeguato flusso di informazioni anche in merito alla manutenzione dell'immobile, analogo discorso per la progettazione operativa e la costruzione, mentre una volta costruito l'immobile utilizza e mantiene aggiornato il modello "as built".

Infine la Committenza partecipa fornendo informazioni fino al progetto definitivo, successivamente utilizza il modello per la gestione dell'immobile.

3. L'OPPORTUNITÀ DELL'INTEGRAZIONE DEL BIM CON IL GIS

3.1 Cos'è il GIS

GIS è l'acronimo di Geographic Information System e consiste in un sistema informativo computerizzato che permette la gestione di informazioni derivanti da dati geografici georiferiti. Secondo la definizione di Burrough "il GIS è composto da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati territoriali". Trattasi quindi di un sistema informatico in grado di produrre ed analizzare dati territoriali associando a ciascun elemento geografico una o più descrizioni alfanumeriche. Semplificando è possibile affermare che il GIS è per l'urbanistica l'equivalente di ciò che il BIM è nelle costruzioni, ma al contempo è un strumento ancora più potente, nel senso che l'urbanistica contiene, tra i vari elementi, gli edifici, e quindi il GIS può contenere i modelli BIM.

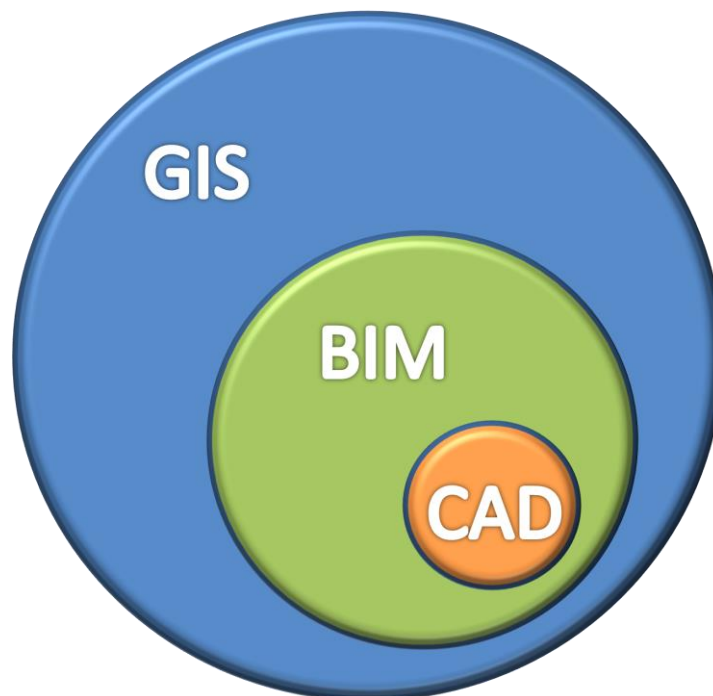


Figura 23: Rappresentazione indicativa delle potenzialità degli strumenti

Nel GIS si hanno tre tipologie di informazioni:

- Geometriche: relative alla rappresentazione cartografica degli oggetti rappresentati: quali la forma (punto, linea, poligono), la dimensione e la posizione geografica;
- Topologiche: riferite a relazioni reciproche tra gli oggetti (connessione, adiacenza, inclusione);
- Informative: riguardanti i dati (numerici, testuali) associati ad ogni oggetto.

A differenza delle cartografie su carta, la scala in un GIS è un parametro di qualità del dato e non di visualizzazione. Il valore della scala esprime le cifre significative delle coordinate di georiferimento che possono essere considerate valide. La scala del GIS ha una funzione simile al Level of Detail nel BIM.

Il GIS consente di mettere in relazione tra loro dati diversi, sulla base del loro comune riferimento geografico in modo da creare nuove informazioni a partire dai dati esistenti. Il GIS offre ampia possibilità di interazione con l'utente e un insieme di strumenti ne facilitano la personalizzazione e l'adattamento alle problematiche specifiche dell'utente.

I software GIS presentano normalmente delle funzionalità di analisi territoriale di trasformazione ed elaborazione degli elementi geografici degli attributi. Esempi di queste elaborazioni sono:

- L'overlay topologico: in cui si effettua una sovrapposizione tra gli elementi dei due temi per creare un nuovo tematismo, ad esempio sovrapporre il tema dei confini di un parco con i confini dei comuni per determinare le superfici di competenza di ogni amministrazione o la percentuale di area comunale protetta;
- Le query territoriali: interrogazioni di basi di dati a partire da criteri territoriali, ad esempio: vicinanza, inclusione, sovrapposizione;
- Il buffering: da un tema puntuale, lineare o poligonale, si definisce un poligono rispetto ad una distanza o variabile in funzione degli attributi dell'elemento;
- La segmentazione: algoritmi di solito applicati su temi lineari per determinare un punto ad una determinata lunghezza dall'inizio del tema;
- La network analysis: algoritmi che da una rete di elementi lineari (es. rete stradale) determinano i percorsi minimi tra due punti;
- Le analisi territoriali: algoritmi che utilizzano modelli dati raster per effettuare analisi territoriali di varia tipologia, ad esempio l'analisi di viabilità
- Analisi reostatiche: algoritmi di analisi della correlazione territoriale di variabili georiferite.

Solitamente gli strumenti GIS vengono utilizzati soprattutto in urbanistica, per fare analisi, dalle più semplici alle più complesse. Con un software CAD si possono disegnare linee, archi, cerchi, mettere retini ecc, sembrerebbe quindi lo strumento ideale per creare una planimetria digitalizzata ed effettivamente sono ormai disponibili in formato dwg tutte le planimetrie d'Italia e per fare semplici carte tematiche è un ottimo strumento, ma se si volessero fare analisi più approfondite e complesse, ad esempio di un intero comune, regione o di uno Stato ci si accorge che il CAD ha qualche limite. Con un CAD si possono misurare linee, calcolare aree e mettere testi e retini, quindi se si volesse calcolare l'area di un edificio non ci sarebbero problemi. Se invece si volesse calcolare l'area di tutti gli edifici presenti sul territorio di una determinata provincia, i problemi sarebbero maggiori, mentre con un software GIS è possibile avere il dato in poco tempo. Infatti questa funzione è basilare ed è solo un punto di partenza per un GIS e questo inizia già a far capire le sue potenzialità. In un software GIS un punto non è un semplice punto, può essere qualsiasi cosa, ad esempio una centralina elettrica e, soprattutto, questo punto è collegato ad un database che fornisce informazioni sulle caratteristiche di questa centralina, quanti kV serve, se si tratta di una centralina interrata o fuori terra, il numero di trasformatori che contiene e la loro potenza, quanti e quali edifici serve. Tutte queste informazioni possono essere utili in caso di un blackout per sapere dove intervenire, che tipo di strumentazione occorre ai tecnici per la riparazione e per tanti altri usi. Allo stesso modo una linea diventa una strada, il corso di un fiume, una condotta dell'acqua, una polilinea diventa un edificio, ognuna di esse sarà collegata a delle tabelle contenenti informazioni su ogni singolo oggetto, i dati delle tabelle inoltre possono essere incrociati per ottenere un'infinità di nuove informazioni.

Altro aspetto importante è che in un GIS ogni oggetto creato è georiferito in base a punti fiduciarî (dei punti reali sul territorio di cui si conoscono le coordinate geografiche reali), il che consente di fare analisi sul territorio più realistiche.

Il sistema GIS prevede la gestione di queste informazioni in un database relazionale, si evidenzia quindi l'analogia con il database Innovance collegato ad un software BIM e la relativa gestione delle informazioni.

3.2 L'opportunità dell'integrazione BIM-GIS

Ad oggi il BIM e il GIS hanno due tipi di regolamentazioni differenti. Nel BIM, attraverso gli standard, viene definito tutto ciò che si può fare in un progetto e fino a che dettaglio farlo, in modo che sia facilitato lo scambio di informazioni tra i professionisti che collaborano allo sviluppo del progetto, mentre nel GIS sono state date solo le regole base e il progettista può scegliere come sviluppare il suo lavoro.

I vantaggi dell'integrazione dal BIM al GIS sono:

- possibilità di vedere il modello inserito nel contesto delle costruzioni circostanti. I dati 3D delle città vengono rilevati con LIDAR, elettronicamente;
- ricavare informazioni sulla destinazione d'uso, sulla dimensione e superficie degli edifici circostanti al lotto di progetto;
- analizzare l'impatto ambientale nel territorio dove si inserisce il manufatto;
- il proprietario può ricavare informazioni utili per la gestione dell'immobile dal database GIS durante tutto il ciclo di vita dell'edificio.

Il processo di integrazione è però ostacolato dai seguenti problemi:

- il modello BIM è molto più dettagliato del modello GIS;
- nel modello BIM ci sono tutte le informazioni necessarie per costruire il manufatto, ma non ci sono sufficienti informazioni per la gestione dello stesso.

Per la fase di gestione si sta sviluppando lo standard COBie, sviluppato inizialmente dalla NASA in collaborazione con il Corpo degli Ingegneri. Il formato è utile per scambiare informazioni durante il ciclo di vita e fornire informazioni per i gestori, i facility managers.

Il COBie è un formato di dati utile per il sottoinsieme del modello dell'edificio che consiste nella gestione delle informazioni non geometriche del modello. Esso è strettamente associato al BIM nelle fasi di progettazione, costruzione e soprattutto gestione del patrimonio edilizio. È stato ideato da Bill East, del Corpo degli Ingegneri dell'esercito statunitense, che creò una bozza di standard nel giugno 2007.

Il formato COBie aiuta a raccogliere e registrare importati dati di progetto, ad esempio gli elenchi delle attrezzature, schede tecniche dei produttori, garanzie, liste dei pezzi di ricambio e programmi di manutenzione preventiva. Tutte informazioni utili nella fase di gestione dell'immobile.

Esso è stato incorporato nei software di pianificazione, progettazione, costruzione, vendita, gestione e manutenzione dell'edificio. Il COBie può integrare diversi formati, come l'IDF e l'ifcXML. Nei primi mesi del 2013 buildingSMART ha lavorato su un formato XML leggero per il COBie che è diventato disponibile dall'aprile 2013.

Nel passaggio dal BIM al GIS è necessario usare il formato COBie perché:

- il trasferimento dei dati dal software BIM è difficoltoso in quanto lo standard IFC causa problemi nell'esportazione, i dati importati infatti sono riportati ai loro valori standard;
- da poco tempo esistono strumenti per esportare i dati dal COBie. Precedentemente i dati erano forniti in fogli excel. Dall'aprile 2013 è disponibile il formato XML leggero e compatibile con il COBie, ma che deve essere ottimizzato.

Attraverso il GIS è possibile: visualizzare il modello nel territorio dove deve essere costruito e con una corretta e completa integrazione tra BIM e GIS si hanno tutte le informazioni utili degli edifici, delle infrastrutture e delle reti impiantistiche (anche sotterranee) circostanti.

Si possono fare quindi interessanti analisi sulle costruzioni attorno al lotto di progetto, ad esempio con pochi click è possibile suddividere graficamente le costruzioni per destinazione d'uso, altezza totale, numero di piani e altro ancora. Inoltre ogni modello caricato ha al suo interno un gran numero di informazioni che sono visibili semplicemente cliccando su di esso.

Il mondo dell'edilizia sta evidenziando che oltre alla geometria, hanno grande importanza di tutte le informazioni collegate al modello, soprattutto con il continuo cresce del livello tecnologico delle costruzioni. Il BIM collega la geometria con le informazioni. Si stanno sviluppando dei software che permettono di iniziare il progetto dal GIS, nella fase concettuale, per poi esportare il modello sul BIM, ed infine caricare il progetto finito nel database GIS, in modo che sia disponibile a tutti.

Uno dei problemi ad esempio riguardo l'efficienza energetica è la mancanza di sufficienti informazioni sul patrimonio costruito. Altro esempio, nei casi di ristrutturazione, è difficile risalire persino alle informazioni riguardanti la struttura portante dell'edificio con tutte le complicazioni che ne derivano. Ovviamente il fatto che il mondo dell'edilizia produca beni immobili e durevoli nel tempo, rende questo processo di creazione di un database GIS completo, non immediato, ma bisogna iniziare subito per avere in futuro un insieme di dati completo, con tutte le informazioni utili sia sugli edifici nuovi che su quelli esistenti.

3.3 Open Geospatial Consortium

L'Open Geospatial Consortium, OGC, è un'organizzazione internazionale no-profit, basata sulla partecipazione volontaria, che si occupa di definire specifiche tecniche per i servizi geospaziali e di localizzazione. L'OGC è formato da oltre 280 membri con l'obiettivo di sviluppare ed implementare standard per il contenuto, i servizi e l'interscambio di dati geografici (GIS), che siano aperti ed estensibili. Questa organizzazione sta sviluppando i CityGML (City Geography Markup Language Encoding Standard). Il CityGML è un modello di dati aperto, basato sul formato XML per l'archiviazione e lo scambio di modelli virtuali 3D delle città in cui siano raccolte e disponibili informazioni grafiche (geometriche) e informazioni non grafiche (dati). L'obiettivo è di raggiungere una definizione comune degli elementi, degli attributi, caratteristiche e relazioni di un modello di città 3D. Questo è particolarmente importante per il riutilizzo e lo scambio dei modelli per permetterne l'utilizzo dei dati in diversi campi di applicazione, ad esempio proprio per l'integrazione BIM-GIS.

CityGML non rappresenta solo l'aspetto geometrico dei modelli di città, ma affronta anche la rappresentazione semantica e tematica delle proprietà. La prima consente la definizione consistente e omogenea delle proprietà geometriche e topologiche degli elementi 3D, la rappresentazione tematica utilizza la geometria del modello per diversi campi tematici come i modelli digitali del terreno, edifici e infrastrutture, vegetazione, uso del suolo, corsi d'acqua, trasporti e l'arredo urbano.

I CityGML definiscono 5 livelli di dettaglio LOD:

- LOD 0: scala regionale;
- LOD 1: scala provinciale;
- LOD 2: città o porzioni di città;
- LOD 3: modelli architettonici di volumi;
- LOD 4: modelli architettonici con interni.

Quindi attraverso i LOD il CityGML è applicabile a grandi aree territoriali, a piccole regioni e a piccole porzioni di città.

Il minimo livello di dettaglio, il LOD 0, è essenzialmente un modello digitale del terreno in 2D, arricchito con informazioni riguardo alla quota di ogni punto e in cui gli edifici possono essere rappresentati attraverso l'impronta a terra o il tetto. Il LOD 1 è il classico modello di volumi di una porzione di terreno in cui gli edifici sono poligoni senza maggiori dettagli grafici, mentre al LOD 2 gli edifici sono dei modelli rappresentativi, ma che già rappresentano il tetto e le chiusure nelle loro componenti principali. Il LOD 3 contiene modelli architettonici degli edifici realizzati in modo dettagliato riguardo al tetto e alle chiusure, possono essere rappresentate anche le finestre e le porte. Infine il LOD 4 arricchisce il LOD precedente attraverso la modellazione degli elementi interni all'edificio.

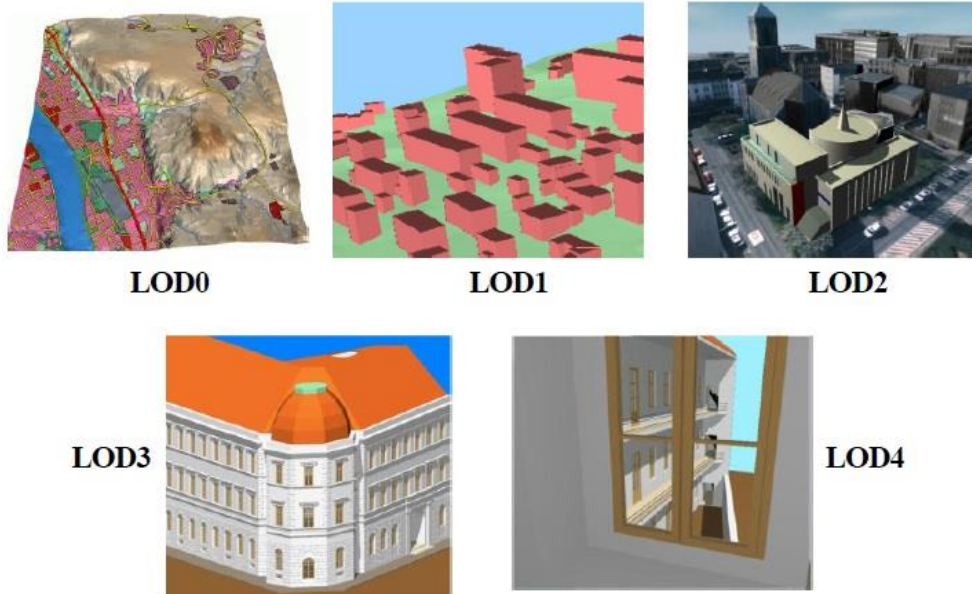


Figura 24: I 5 Level of Detail definiti con il CityGML – IGG Uni Bonn

4. PROBLEMATICHE E PROSPETTIVE

L'utilizzo completo delle potenzialità del BIM è ancora lontano. Persino i Paesi più all'avanguardia e che guardano al BIM con interesse già da alcuni anni: USA, Regno Unito, Singapore, Australia, Danimarca, Norvegia e Finlandia, trovano difficoltà nell'utilizzare il BIM al livello 3, quindi comprensivo del 6D, il facility management, ma questo per ora deve rimanere come l'obiettivo a cui tendere, sfruttando nel frattempo tutti gli altri vantaggi di questo potentissimo strumento. Innanzitutto è necessario un cambiamento nell'approccio al progetto, che deve diventare sempre più integrato e con una visione globale del ciclo di vita dell'opera che si va prima a progettare e successivamente a realizzare dando importanza anche alla fase di gestione e manutenzione dell'immobile oltre che a quella di costruzione, visto il grande impatto che questa ha sia in termini economici che ambientali. Nel progetto BIM oriented il modello viene costruito virtualmente al computer e quindi è possibile identificare eventuali errori progettuali, soprattutto elementi in conflitto tra i vari ambiti progettuali, e risolverli prima di iniziare la costruzione dell'immobile. Questa opportunità e la possibilità di creare un database di informazioni chiare, corrette e sempre disponibili riguardo al progetto sono vantaggi e come tali devono essere intesi, possono infatti permettere di ottimizzare il processo edilizio in termini di qualità dell'opera perché meno correzioni in cantiere significano maggiore qualità dell'opera realizzata, rispetto dei tempi e contrazione dei costi.

Uno dei problemi è dato dalla condivisione delle informazioni che ogni progettista sviluppa per il progetto e che vengono archiviate attraverso sistemi cloud. Ad ogni professionista che collaborando con il team progettuale carica informazioni ed elementi nel modello BIM deve essere garantito che quanto caricato non venga modificato da altri, quindi è necessario creare un sistema in cui il progettista di un determinato ambito progettuale possa visualizzare il modello nella sua completezza, ma possa effettuare modifiche solo sugli elementi modellati rientranti nelle sue competenze in quel progetto e in generale è utile che nel file di modello sia archiviato un elenco che indichi quale professionista ha modificato cosa e l'orario della modifica.

Quindi ad ogni figura professionale che carica informazioni ed elementi nel modello deve essere garantito che quanto caricato non venga modificato da altri professionisti del team.

Inoltre una volta concluso il progetto e realizzata l'opera, il modello BIM viene consegnato al committente e utilizzato e aggiornato dal manutentore, si crea quindi un problema di proprietà intellettuale degli elementi modellati e delle relative informazioni. Questi elementi devono quindi essere protetti in modo che nessuno, a parte il progettista che li ha realizzati possa riutilizzarli in altri progetti. È necessario lavorare su uno strumento di protezione dei dati. Bisogna sottolineare che l'utilizzo di un server cloud su cui archiviare i dati è già una prima forma di protezione perché permette di tracciare gli accessi sul server e controllare i file copiati o modificati. Rimane quindi da implementare questa forma di protezione dei dati progettuali.

Infine un problema dei software che permettono di utilizzare il BIM è che, ad oggi, non consentono di arrivare ad integrare la progettazione dei dettagli costruttivi nel modello 3D. È possibile con un software BIM disegnare i nodi, ma questi non sono collegati al modello 3D e quindi non si aggiornano seguendo le modifiche allo stesso. Rimane quindi un approccio in stile CAD per quanto riguarda il progetto dei dettagli costruttivi, ma con le prossime versioni dei software BIM è possibile pensare che la progettazione dei nodi inizi ad essere integrata nel modello 3D.

5. BIBLIOGRAFIA

Normativa italiana

D. Lgs. 163/2006
D. Lgs. n.81 9 aprile 2008
DPR 207/2010
UNI 8290
UNI 10604
UNI 10722-1
UNI 10722-2
UNI 10722-3
UNI 10723
UNI 10831
UNI 10951
NORME INSPIRE GIS

Normativa estera

3D Working Method, Danimarca, 2007
National Guidelines for Digital Modeling, Australia, 2009
Norwegian Home Builders, BIM Manual, Norvegia, 2011
Common BIM Requirements, Finlandia, 2012
Singapore BIM Guide, Singapore, 2012
AEC BIM Protocol, Regno Unito, 2012
British Standard Institution, *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling*, Regno Unito, 2013

Libri, riviste e pubblicazioni

Agar C., *BIM Plan: Level of Development*
American Institute of Architects, *Draft Guide and Commentary on AIA Digital Practice Documents*, 2012
BIM Market Forum, 2012
ANCE, *Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni*, 2012
Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione, *Linee guida per la realizzazione di Studi di Fattibilità*, marzo 1997
Bedrick J., *The Model Development Specification*
BIM Forum, *Level of Development Specification*, Agosto 2013
Bragadin M.A., *Sicurezza e innovazione nel cantiere di recupero edilizio: l'approccio building information modeling*, 2012
Gottfried A., Di Giuda G.M., *Ergotecnica Edile*, Esculapio, 2011
Gottfried A., *Ergotecnica Edile*, Hoepli, 2013
INNOVance, *Proposta tecnica parte 1*
Journal of Building Information Modeling, Fall 2012
National BIM Standard, Version 1
National BIM Standard, Version 2
Statsbygg, *Statsbygg BIM Manual 1.2*, Norvegia, 2011
SmartMarket, *The business value of BIM in Europe*, 2010
Trimble Buildings, *Project Progression Planning with MPS 3.0*

Siti web

www.aecbytes.com
www.arcat.com
www.archibim.blogspot.it
www.autodesk.it
www.bimforum.org
www.bimjournal.com
www.bimtaskgroup.org
www.buildingsmart.org
www.cfm.va.gov
www.out-law.com
www.wikipedia.org
www.wbdg.org

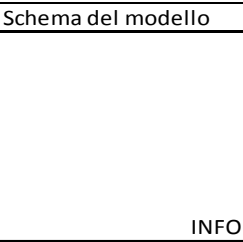
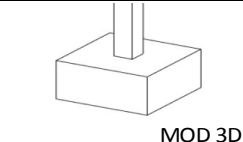
Video YouTube

AIA National, *BIM Implications for Facilities Management*, <http://www.youtube.com/watch?v=o7uj6uVJTps>
Archicad, *What is BIM?*, <http://www.youtube.com/watch?v=5Qj9pl5us7o>
Campiello G., *Che cos'è il BIM*, <http://www.youtube.com/watch?v=dPDgEJXD8rw>
Cdvsystemsinc, *BIM & CAD to GIS workflow*, <http://www.youtube.com/watch?v=fO3d4GLNcGc>
Onuma K., *BIM + GIS*, <http://www.youtube.com/watch?v=wAWbq6wyZQs>

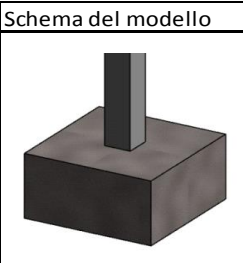
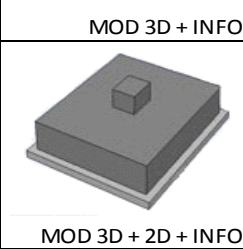
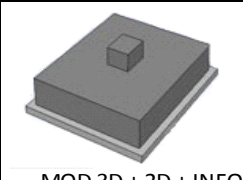
6. ALLEGATO A: SCHEDE LOD DEGLI ELEMENTI

EDIFICIO – A STRUTTURA


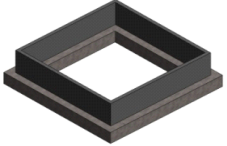
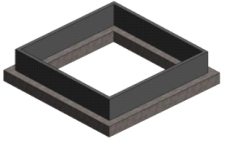
A1.1 FONDAZIONI DIRETTE

A1.1	Fondazioni dirette	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema di fondazione senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle fondazioni. Inoltre informa il team di progettazione di eventuali parametri da rispettare o esigenze che condizionano anche altri ambiti progettuali.	Progetto preliminare	 INFO
LOD 200	Elemento generico modellato che include: dimensioni e forma approssimative dell'elemento di fondazione, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D

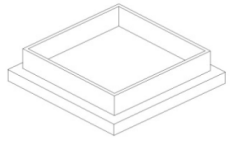
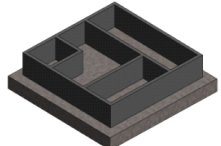
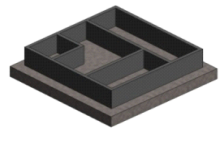
A1.1.1 Plinti

A1.1.1	Fondazioni - Plinti	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo al progetto ingegneristico delle fondazioni, include elementi specifici modellati con: dimensione generale e geometria specifica dell'elemento di fondazione, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani, dimensioni esterne dei componenti, resistenza del materiale. Le informazioni descrittive sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: smussature, barre d'armatura, posizione di eventuali forometrie, giunti, additivi per calcestruzzo, distanziatori in legno. Il modello contiene informazioni necessarie per la collaborazione del team di progetto. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Devono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

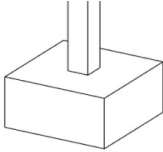



A1.1.2 Travi rovesce

A1.1.2	Fondazioni - Travi rovesce	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo al progetto ingegneristico delle fondazioni, include elementi specifici modellati con: dimensione generale e geometria specifica dell'elemento di fondazione, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani, dimensioni esterne dei componenti, resistenza del materiale. Le informazioni dell'elemento sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato.	Progetto definitivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: barre d'armatura, posizione di eventuali forometrie, giunti, additivi per calcestruzzo, distanziatori in legno e tutti gli elementi e informazione utili per la collaborazione nel team di progetto. Ulteriori elementi modellati sono: posizione e forma dell'elemento strutturale, tutti gli elementi integrati. Tutti i punti di inserimento e collegamento devono essere dettagliati e modellati. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Devono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

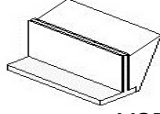
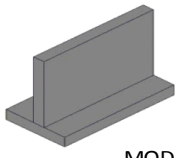
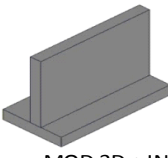
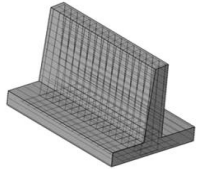
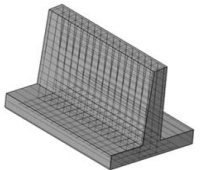
A1.1.3 A platea

A1.1.3	Fondazioni a platea	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Questo LOD oltre a contenere informazioni riguardo alla dimensione e forma della platea, include elementi specifici modellati con: dimensione generale, spessore e geometria specifica della platea, superfici in pendenza o avvallamenti dei piani e resistenza del materiale. Le informazioni dell'elemento sono fornite attraverso note o dettagli 2D che includono le barre d'armatura del cemento armato, additivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	Il modello contiene informazioni necessarie per la collaborazione del team di progetto come: posizione di eventuali forometrie, elementi distanziatori, giunti, barre d'armatura. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni che definiscono completamente le fasi di fabbricazione-costruzione dell'elemento. Possono inoltre essere presenti delle informazioni non grafiche come le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

A1.2 FONDAZIONI INDIRETTE – A PALI

A1.2	Fondazioni a pali	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema di fondazione senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle fondazioni. Inoltre informa il team di progettazione di eventuali parametri da rispettare o esigenze che condizionano anche altri ambiti progettuali.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico modellato che include: dimensioni e forma approssimative dell'elemento di fondazione, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: dimensione, forma e posizione dei pali, approssimativa profondità di resistenza, informazioni sul sito e sulla consistenza del terreno prevista.	Progetto definitivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato contiene informazioni come: dettaglio della sommità e base del palo per i controlli in sito, tutte le altre informazioni utili per la collaborazione del team. Inoltre vengono forniti attraverso rappresentazioni bidimensionali i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: profondità dello strato portante, profondità di penetrazione del palo, posizione delle sovrapposizioni e degli ancoraggi. Tra le informazioni si hanno le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

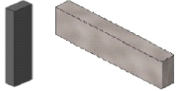
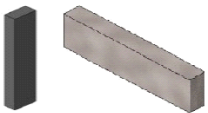
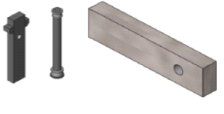

A2 STRUTTURE DI CONTENIMENTO - MURI CONTROTERRA

A2	Muro controterra	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Solid mass model utile per definire il volume dell'edificio o muro schematico, non distinguibile per tipo o materiale. Lo spessore, l'altezza e la posizione rimangono variabili.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato includendo: approssimata dimensione e forma della chiusura controterra, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	Elemento specifico modellato includendo: dimensione e geometria dell'elemento, superfici in pendenza, dimensioni totali, resistenza del materiale. Sono fornite anche informazioni non grafiche come: resistenza del calcestruzzo, resistenza delle barre d'armatura, finiture.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Elemento specifico modellato includendo: smussature, posizione di eventuali forometrie, eventuali punti di scarico, armatura e qualsiasi altro elemento posizionato in un'area congestionata, isolamento, finiture interne, giunti di espansione, fluidificante, qualsiasi rinforzo strutturale, sono rappresentate tutte le aperture e i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo modellato includendo: barre d'armatura, staffe, ancoraggi e sovrapposizioni, spinotti, smussature, finiture, strato di tenuta all'acqua e tutto quello che può essere utile in fase di costruzione. Tra le informazioni si hanno le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

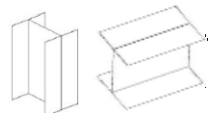
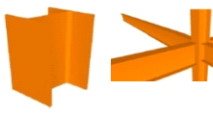
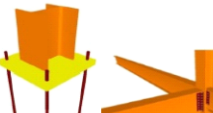
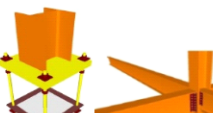
A3 STRUTTURE DI ELEVAZIONE VERTICALE ED ORIZZONTALE

A3	Strutture di elevazione verticale ed orizzontale	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema strutturale senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle strutture.	Progetto preliminare	INFO

A3.1 Strutture di elevazione in calcestruzzo armato

A3.1	Strutture di elevazione in calcestruzzo armato	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Modello generico che indichi: i principali elementi con forma e dimensione approssimativa, tipo di sistema strutturale in cemento armato, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 <p style="text-align: right;">MOD 3D + INFO</p>
LOD 300	Elementi specifici modellati e che includono: specifica dimensione, forma e posizione dei principali elementi strutturali modellati secondo la griglia strutturale con corretto posizionamento, informazioni relative al calcestruzzo scelto (resistenza, dimensione aggregati). Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D: barre d'armatura e relativa posizione, ancoraggi, presenza di forometrie per il passaggio di elementi impiantistici, rinforzi, finiture, curvature, smussature.	Progetto esecutivo	 <p style="text-align: right;">MOD 3D + 2D + INFO</p>
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la definizione dello stesso: sono modellate le barre d'armatura e i rinforzi, presenza di forometrie, finiture, curvature, smussature. Sono rappresentati anche i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 <p style="text-align: right;">MOD 3D + 2D</p>
LOD 400	Questo livello di dettaglio include informazioni necessarie per la fase di costruzione o posa in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati. Tra le informazioni si hanno le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 <p style="text-align: right;">MOD 3D + 2D + INFO</p>
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

A3.2 Strutture di elevazione in acciaio

A3.2	Strutture di elevazione in acciaio	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Modello generico che indichi: i principali elementi con forma e dimensione approssimativa, tipo di sistema strutturale in acciaio, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: dimensione specifica delle colonne e delle travi modellate lungo la griglia strutturale posizionata correttamente, informazioni riguardo l'acciaio scelto.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: quota e posizione delle connessioni, elementi di connessione principali, tutti gli elementi metallici previsti con corretto orientamento, tutti gli elementi di rinforzo come i controventi, dettagli strutturali in 2D.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo modellato che include: saldature, bulloni, tutti gli elementi necessari per l'assemblaggio. Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati e sono fornite le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

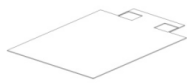
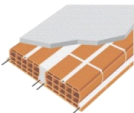
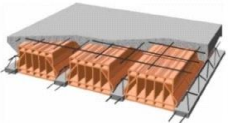
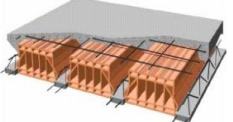
A3.3 Strutture di elevazione in legno

A3.3	Strutture di elevazione in legno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Modello generico che indichi: i principali elementi con forma e dimensione approssimativa, tipo di sistema strutturale in legno, griglia strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: dimensione specifica dei pilastri e delle travi modellate lungo la griglia strutturale posizionata correttamente, informazioni riguardo il legno scelto e la tipologia di connessione prevista.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: quota e posizione delle connessioni, tipologia di connessione, elementi di connessione principali, tutti gli eventuali elementi metallici previsti con corretto orientamento, tutti gli elementi di rinforzo come i controventi, dettagli strutturali in 2D.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati e sono fornite le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO


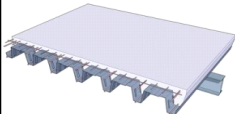
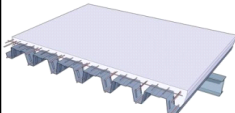
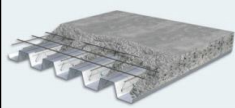
A4 STRUTTURE DI ELEVAZIONE ORIZZONTALE – SOLAI

A4	Strutture di elevazione orizzontale - solaio	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione del sistema strutturale senza modellare elementi strutturali. La descrizione si può riferire al modello architettonico di volumi sul quale basarsi per ricavare la dimensione di massima e la proporzione delle strutture.	Progetto preliminare	INFO


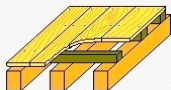
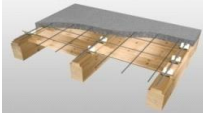
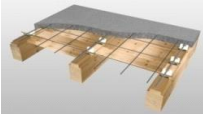
A4.1 Solaio in laterocemento

A4.1	Strutture di elevazione orizzontale - solaio in laterocemento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Struttura generica con: tipo di solaio in laterocemento, griglia strutturale, dimensione di massima del solaio.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico modellato che include: specifica dimensione dei principali elementi strutturali modellati lungo la griglia strutturale posizionata correttamente, anche i laterizi di alleggerimento sono modellati.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di dettaglio contiene tutte le informazioni utili per la collaborazione del team di progetto: posizione e forma del solaio in laterocemento, tutte le integrazioni e i rinforzi metallici, eventuali giunti di dilatazione. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Sono rappresentati i dettagli costruttivi. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

A4.2 Solaio in lamiera grecata

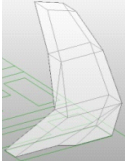
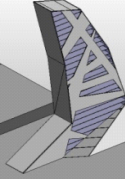
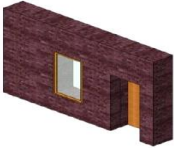
A4.2	Solaio con lamiera grecata	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Generico modello di soletta che include: soletta con dimensioni approssimative e griglia strutturale definita nel modello.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico che comprende: caratteristiche della lamiera grecata, forma e spessore, diagramma dei carichi e freccia prevista, caratteristiche della lamiera grecata e spessore, spaziature, posizione delle aperture, punti di carico. Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D come: bloccaggi della lamiera grecata, specifiche di saldatura, rinforzi. Tra le informazioni non grafiche sono riportate le caratteristiche meccaniche dei materiali del solaio.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: sovrapposizioni della lamiera e giunti, aperture nella lamiera modellate con gli elementi di supporto. Altre informazioni sono fornite tramite note o dettagli 2D come: bloccaggi della lamiera grecata, specifiche di saldatura, rinforzi e i dettaglio costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: tutti gli elementi di bloccaggio e le saldature. Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

A4.3 Solaio in legno

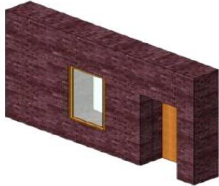
A4.3	Solaio in legno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Generico modello di soletta che include: soletta con dimensioni approssimative, elementi di supporto, griglia strutturale definita nel modello.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico del modello che include: dimensione e forma specifica dei travetti, diagramma dei carichi e freccia prevista, orientamento dei travetti. Tra le informazioni non grafiche si ha la descrizione delle caratteristiche meccaniche dei travetti.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato a questo livello di LOD contiene tutte le informazioni necessarie per la collaborazione del team: posizionamento dei bordi delle doghe, aperture delle doghe, punti di carico.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo che include: tutti gli elementi di bloccaggio e la tenuta all'acqua. Questo livello di dettaglio include anche informazioni necessarie per la fase costruttiva e di installazione in opera dell'elemento. Posso essere presenti anche informazioni di elementi non modellati.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

EDIFICIO – B CHIUSURE



B1 – CHIUSURE VERTICALI OPACHE E TRASPARENTI (CURTAIN WALL)

B1	Chiusure verticali opache o trasparenti (facciata continua)	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model che determini il volume dell'edificio.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche/ Valutazioni economiche	 MOD 3D
LOD 100	Solid mass model che determini il volume dell'edificio ed eventuale descrizione contenente la percentuale di parti opache e trasparenti.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche/ Valutazioni economiche	 MOD 3D + INFO
LOD 200	Generic Wall suddivisi in base al tipo di materiale principale di cui sono costituiti, ad esempio si separano le parti in muratura dai curtain wall. Lo spessore e le informazioni più dettagliate sono ancora variabili. Ad esempio i montanti dei curtain wall posso essere rappresentati semplicemente da delle linee.	Progetto preliminare	 MOD 3D



B1.1 – Chiusure verticali opache

B1.1	Chiusure verticali opache	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Modello complessivo che comprende lo spessore complessivo di tutti gli strati che compongono la stratigrafia (rivestimento esterno, parte portante, isolamento, intercapedine d'aria, rivestimento interno). I singoli strati non sono ancora modellati, ma sono stati già studiati per il progetto specifico e le caratteristiche sono riportate come informazioni legate all'elemento. Le parti apribili principali, porte e finestre, sono riportate in base alla dimensione nominale. Tra le informazioni non grafiche si ha: la tipologia di muro e i materiali che lo compongono e le principali caratteristiche prestazionali.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO

B1.1.1 – Chiusure verticali opache, rivestimento esterno

B1.1.1	Rivestimento esterno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD il rivestimento viene modellato singolarmente. Tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I pannelli di rivestimento sono modellati individualmente e i dettagli di connessione sono specificati.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi del rivestimento sono modellati compresi i singoli pannelli di facciata, i rinforzi, illuminazioni in facciata, elementi di tenuta, ancoraggi e altre integrazioni di facciata. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

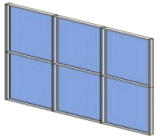

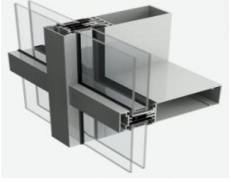
B1.1.2 – Chiusure verticali opache, parte centrale

B1.1.2	Parte centrale - nucleo della chiusura	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD la parte centrale del muro è modellata singolarmente, tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I montanti o i tipi di mattoni usati, oltre agli elementi di rinforzo, sono specificati come informazioni non grafiche. Sono rappresentati nel modello i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati compresi i montanti, tracciamenti-forometrie, mattoni, rinforzi, barriera al vapore e isolamento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

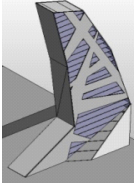

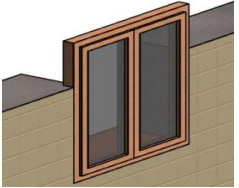


B1.1.3 – Chiusure verticali opache, rivestimento interno

B1.1.3	Rivestimento interno	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 350	A questo LOD il rivestimento del muro è modellato singolarmente, tutte le aperture sono modellate rispetto alla loro dimensione al rustico. I montanti o i tipi di mattoni usati, oltre agli elementi di rinforzo, sono specificati come informazioni non grafiche e i dettagli di connessione sono specificati..	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati compresi i pannelli di rivestimento, i fissaggi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO


B1.2 – Chiusure verticali trasparenti – Facciata continua

B1.2	Chiusure verticali trasparenti - facciata continua	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	L'elemento modellato comprende il vetro e i montanti e traversi. Sia in vetro che i montanti e traversi possono essere generici, ma le loro caratteristiche devono essere esplicitate attraverso informazioni non grafiche con note.	Progetto definitivo	 <p>MOD 3D + INFO</p>
LOD 350	Le parti modellate al LOD 300 sono integrate inserendo finestre, porte ecc specifici del progetto e i montanti e traversi dei curtain wall devono essere modellati in modo specifico. Vengono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 <p>MOD 3D + 2D</p>
LOD 400	L'elemento è modellato in modo da approfondire le informazioni fornite al LOD 350. Sono fornite tutte le informazioni utili in fase di fabbricazione e installazione, le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	 <p>MOD 3D</p>
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	<p>MOD 3D + INFO</p>





B2 – INFISSI ESTERNI, FINESTRE

B2	Infissi esterni - Finestre	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Solid mass model che determini il volume dell'edificio ed eventuale descrizione contenente la percentuale di parti opache e trasparenti.	Studio di fattibilità / Valutazioni economiche	 INFO
LOD 200	Infissi la cui posizione, dimensione, numero e tipo sono approssimativi. Gli elementi possono essere modellati come un semplice componente monolitico o rappresentati con un semplice telaio e vetro generici. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto preliminare	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Gli elementi sono modellati in modo specifico in termini di posizione e dimensione nominale. La funzione della finestra/portafinestra è indicata. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno: caratteristiche estetiche come la finitura del telaio e il tipo di vetro, i valori richiesti delle caratteristiche tecnologiche come trasmittanza, carico al vento, resistenza alle esplosioni, tipo gas in intercapedine, taglio termico, resistenza all'acqua e valori di abbattimento acustico, infine viene descritto schematicamente come si prevede di collegare la finestra al muro.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro, geometria del serramento, tutti i dettagli del collegamento al muro.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: i subcomponenti della parte vetrata come le guarnizioni, gli elementi al nodo. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

B3 – INFISSI ESTERNI, PORTE

B3	Infissi esterni - Porte e Griglie	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Rappresentazione semplificata di una porta. Dimensione, numero, posizione sono dati approssimativi.	Progetto preliminare	 MOD 3D

B3.1 – Porte

B3.1	Porte d'ingresso	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	La porta è modellata come un semplice componente monolitico o rappresentata semplicemente con il telaio e la eventuale parte in vetro. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	La porta e il telaio sono definite in base al tipo. Informazioni sono associate a specifici elementi di modello. Porte specifiche, telai e i componenti secondari sono modellati. Delle attrezzature sono specificate la tipologia e la funzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro, il telaio è modellato con maggiore dettaglio separando i montanti e il traverso superiore.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: tutti i subcomponenti e i dettagli costruttivi ai nodi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

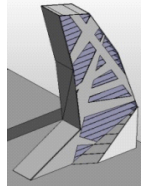
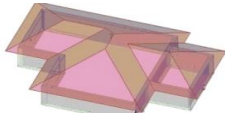
B3.2 – Portoni per garage

B3.2	Portoni per garage	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Il portone è modellato come un semplice componente monolitico o rappresentato semplicemente con il telaio e la parte metallica. Come informazione non grafica vengono indicate le dimensioni nominali.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Il portone e il telaio sono definiti in base al tipo. Sono associate informazioni a specifici elementi di modello. Porte specifiche, telai e i componenti secondari sono modellati. Delle attrezzature sono specificate la tipologia e la funzione. Sono rappresentate le zone da lasciare libere quando necessario per le porte basculanti e lo spazio riservato al motore per la movimentazione è modellato con le sue dimensioni complessive.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 aggiungendo: dimensione dell'apertura nel muro.	Progetto esecutivo	MOD 3D
LOD 400	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 350 aggiungendo: tutti i subcomponenti e i dettagli costruttivi ai nodi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

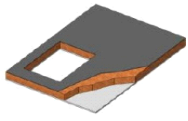
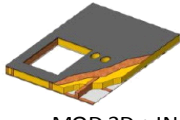


B4 – SOLAIO CONTROTERRA

B4	Solaio controterra	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model utile per definire il volume dell'edificio	Studio di fattibilità	 MOD 3D
LOD 100	Elemento schematico, in cui non sono indicati i vari strati che lo compongono. Lo spessore totale della soletta e la posizione rimangono variabili.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato in cui è esplicitata la separazione tra l'eventuale vespaio e gli altri strati. Lo spessore totale della soletta è specifico del progetto, ma rimane variabile. Nelle informazioni collegate al modello si ha l'indicazione dei principali strati che compongono il pacchetto. Tra le informazioni sono indicati i valori richiesti per le prestazioni funzionali del pacchetto.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	A questo LOD sono modellati anche i principali strati che compongono la soletta.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 350	A questo LOD sono modellati anche gli strati secondari che compongono la soletta. Sono esplicitati gli spessori di ogni strato. Sono rappresentati nel modello i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la costruzione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

B5 – COPERTURE

B5	Copertura	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model che determini il volume dell'edificio.	Studio di fattibilità / Valutazioni urbanistiche	 MOD 3D
LOD 100	Elemento generico per determinare la forma della copertura, senza indicare i materiali.	Progetto preliminare	 MOD 3D

B5.1 – Copertura a falde

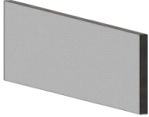
B5.1	Copertura a falde	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Assemblamento generico che può contenere lo spazio previsto per la parte strutturale.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	I singoli layer potrebbero non essere modellati singolarmente, ma sono specificati e sono rappresentati in modo preciso (la struttura del tetto è modellata separatamente). Tra le informazioni sono indicati i valori richiesti per le prestazioni funzionali del pacchetto.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 attraverso la modellazione di tutti gli strati che costituiscono il pacchetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi e tra le informazioni riportate nel modello si ha la pendenza e la posizione dei pluviali di scarico dell'acqua piovana.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	 MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + 2D + INFO

B5.2 – Copertura piana

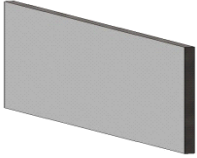
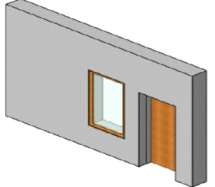
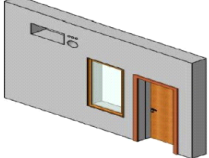
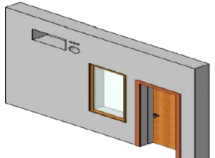
B5.2	Copertura piana	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Assemblamento generico che può contenere lo spazio previsto per la parte strutturale.	Progetto definitivo	MOD 3D
LOD 300	Gli spessori specifici e le aperture sono estrapolati dal modello. La struttura è modellata separatamente, le pendenze per l'acqua sono modellate. Tra le informazioni sono indicati i valori richiesti per le prestazioni funzionali del pacchetto.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Gli elementi modellati approfondiscono quanto previsto al LOD 300 attraverso la modellazione di tutti gli strati che costituiscono il pacchetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi e tra le informazioni riportate nel modello si ha la pendenza e la posizione dei pluviali di scarico dell'acqua piovana.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo/Progetto operativo	MOD 3D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + 2D + INFO

EDIFICIO – C INTERNI

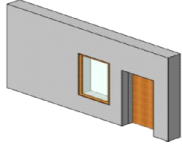
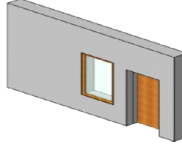
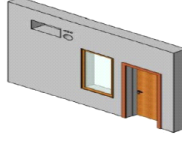
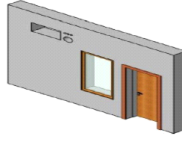
C1 – PARTIZIONI INTERNE VERTICALI

C1	Interni - Pareti, Finestre e Porte	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Rappresentazione generica o semplice massa degli elementi principali, distinguendoli in base alla tipologia, ma senza fare distinzioni sul tipo di materiale di ogni tipologia. Tipologia, forma e posizione non sono definitivi.	Progetto preliminare	 MOD 3D

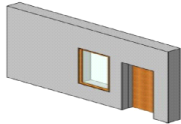
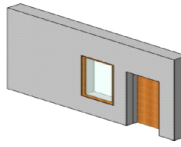
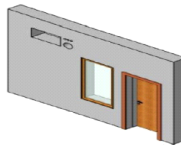
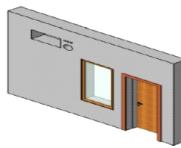
C1.1 – Pareti interne verticali

C1.1	Pareti interne verticali	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Gli elementi sono rappresentati graficamente attraverso i generic wall, distinguendoli in base alla tipologia tecnologica (parete a secco o in muratura) con posizione e orientamento approssimati, inclusa l'altezza. È esplicitato lo spessore totale approssimativo del pacchetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti nel modello, come le informazioni sui requisiti prestazionali.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione dei principali componenti che costituiscono l'elemento. La forma, la posizione, l'altezza e lo spessore totale del pacchetto sono specifici del progetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti, ad esempio i valori REI. I componenti con spessore maggiore di 10 mm sono modellati a questo LOD.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto, ad esempio gli impianti. Sono modellati gli strati di rivestimento e le aperture. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Sono forniti i dettagli di fabbricazione e i dettagli costruttivi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo.	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

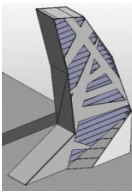


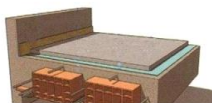
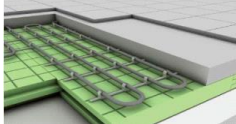
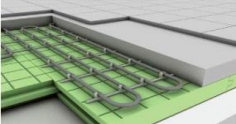
C1.2 – Finestre interne

C1.2	Finestre interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Finestra generica con approssimativa dimensione, posizione e orientamento.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione dei principali gli elementi che costituiscono l'elemento, inclusi tutti gli strumenti ed accessori. Informazioni non grafiche possono essere presenti. Informazioni non grafiche possono essere presenti, ad esempio i valori REI.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	L'elemento modellato include tutti i componenti secondari, gli accessori di supporto e rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i supporti necessari, dettagli costruttivi, attrezzi necessari in fase di costruzione, dati parametrici e prestazionali. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche ed ergotecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO


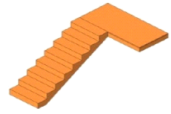
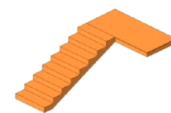

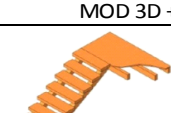
C1.3 – Porte interne

C1.3	Porte interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 200	Porta generica con approssimativa dimensione, posizione e orientamento oltre a dati parametrici.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione di tutti gli elementi che costituiscono l'elemento, inclusi tutte le informazioni che posso essere utili per gli altri ambiti di progetto. Informazioni non grafiche possono essere presenti come i dati parametrici e prestazionali, ad esempio i valori di resistenza al fuoco REI.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi gli elementi di supporto, telaio, attrezzature e dati parametrici e prestazionali. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche ed ergonomiche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

C2 – SOLETTA DI PARTIZIONE

C2	Soletta di partizione	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 50	Solid mass model utile per definire il volume dell'edificio e per fare un calcolo approssimato della superficie lorda di pavimento.	Studio di fattibilità / Valutazioni economiche / Valutazioni urbanistiche	 MOD 3D
LOD 100	Elemento generico, in cui non sono indicati i vari strati che lo compongono. Lo spessore totale della soletta e la posizione rimangono variabili.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato escludendo la parte strutturale, modellata separatamente. Lo spessore totale della soletta è specifico del progetto, ma rimane variabile. Nelle informazioni collegate al modello si ha l'indicazione dei principali strati che compongono il pacchetto. Sono esplicitati i requisiti	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	A questo LOD sono modellati anche i principali strati che compongono la soletta.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	A questo LOD sono modellati anche gli strati secondari che compongono la soletta. Sono esplicitati gli spessori di ogni strato. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Tutti gli elementi sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	 MOD 3D + INFO

C3 – SCALE

C3	Scale	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Tutti gli elementi costituenti la scala vengono racchiusi in un modello di massa, oppure si ha un generico elemento di modello che indica l'approssimativa dimensione del sistema scala.	Progetto preliminare	 MOD 3D
LOD 200	Elemento generico modellato con pedate e alzate semplificate. Altre informazioni fornite sono: dimensione nominale dei pianerottoli e delle pedate e delle alzate, indicando la quota altimetrica rispetto al piano e la quota altimetrica dei pianerottoli.	Progetto definitivo	 MOD 3D
LOD 300	A questo LOD sono modellati anche i principali elementi di supporto della scala e il parapetto approssimativo. Pedate e alzate sono modellate per indicare i valori specifici di progetto.	Progetto esecutivo	 MOD 3D
LOD 350	A questo LOD sono modellati anche gli elementi secondari della scala come il parapetto specifico di progetto. Sono indicate eventuali zone da lasciare libere e sono rappresentati i dettagli costruttivi di collegamento.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D
LOD 400	Tutti gli elementi della scala sono modellati per permettere la fabbricazione e l'installazione dell'elemento. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali e componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

C4 – PAVIMENTO SOPRAELEVATO

C4	Pavimento sopraelevato	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Può essere rappresentato graficamente o descritto nelle note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Elemento generico con approssimata dimensione e posizione. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione comprendente tutti i componenti principali. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i materiali di supporto e ogni supporto strutturale necessario, dettagli costruttivi, attrezzi, dati parametrici. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

C5 – CONTROSOFFITTO

C5	Controsoffitto	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Può essere rappresentato graficamente o descritto nelle note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Elemento generico con approssimata dimensione e posizione. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali utili.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Specifica e accurata composizione comprendente tutti i componenti principali: lastre e pendini. Sono riportate tutte le informazioni prestazionali e le caratteristiche tecniche utili.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Sono inclusi tutti gli accessori di supporto e i rinforzi che possono influenzare o entrare in conflitto con altri ambiti di progetto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 400	Dettagli di fabbricazione inclusi i materiali di supporto e ogni supporto strutturale necessario, dettagli costruttivi. Tra le informazioni sono fornite le schede tecniche e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

C6 – FINITURE INTERNE

C6	Finiture interne	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Non rappresentate nel modello, viene fornita l'indicazione non grafica riguardo al materiale di finitura previsto attraverso note.	Progetto definitivo	INFO
LOD 200	Le finiture possono essere rappresentate graficamente suddividendole in base al tipo di materiale, lo spessore è approssimativo.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Le finiture sono modellate con il loro specifico spessore e eventuale griglia per il posizionamento. Tutte le finiture sono specificate e dimensionate correttamente. Informazioni non grafiche devono essere fornite in modo completo. Viene indicato il pattern, gli eventuali giunti e l'andamento ai bordi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Le finiture interne possono essere rappresentate graficamente con dettagli aggiuntivi e informazioni in fase di costruzione: indicazione del produttore/fornitore e del modello scelto, relativa scheda tecnica e i documenti utili per la manutenzione.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

EDIFICIO – D IMPIANTI

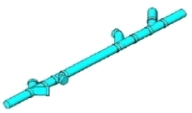
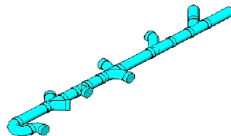
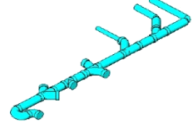
D1 – DISPOSITIVI DI SOLLEVAMENTO – ASCENSORI

D1	Dispositivi di sollevamento - Ascensori	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Descrizione con informazioni collegate ad altri elementi, vengono esplicitate le quantità previste in funzione del numero di persone.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici con approssimativa forma, dimensione,	Progetto definitivo	MOD 3D
LOD 300	Elementi specifici con forma, dimensione e posizione precise e relativi cavedi.	Progetto esecutivo	MOD 3D
LOD 400	Modello comprensivo di tutti i dettagli costruttivi necessari e le schede tecniche.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

D2 – IMPIANTO IDRICO

D2	Impianto idrico	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate, informazioni sulle performance e cavedi.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO

D2.1 – Reti di distribuzione

D2.1	Tubazioni dell'impianto idrico sanitario	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elementi generici, modellati come indicato da progetto, con approssimativa forma, dimensione, distanze e posizione dei tubi, delle pompe, delle valvole e dell'isolamento. Viene riportata la tolleranza degli spazi da lasciare liberi, i supporti.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + INFO
LOD 350	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei tubi, delle pompe, delle valvole e dell'isolamento. Sono poi indicati i punti di fissaggio, supporti, dispositivi antivibranti. Sono rappresentati tutti i passaggi dei tubi attraverso muri e solette.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Dettagli costruttivi con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	Gli elementi modellati precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

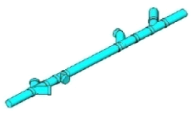
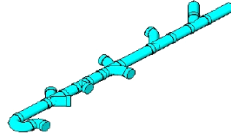
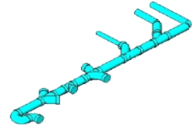
D2.2 – Locale di raccolta acqua piovana

D2.2	Impianto idrico sanitario - Locale di raccolta acqua	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elementi specifici, modellati come indicato da progetto impiantistico, con specifica forma, dimensione, distanze e posizione e accessi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + INFO
LOD 350	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei serbatoi. Sono poi indicati i punti di fissaggio e supporto.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elementi costruttivi con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione. Nel modello vengono caricate le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	Gli elementi modellati precedentemente in fase di progettazione vengono aggiornati con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi degli elementi costruiti. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

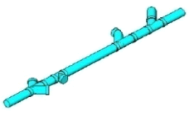
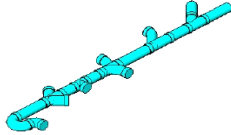
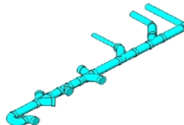
D2.3 – Impianto di scarico acque nere, grigie e meteoriche

D2.3	Impianto di scarico acque nere, grigie e meteoriche	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei tubi. Sono poi indicati i punti di fissaggio, supporto. Sono rappresentati tutti i passaggi dei tubi attraverso muri e solette e quindi i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione e l'installazione e la manutenzione. Nel modello vengono caricate le schede tecniche.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

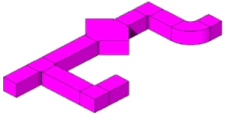
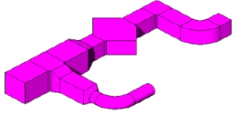
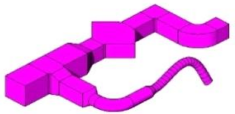
D3 – IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

D3	Impianto di riscaldamento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elementi generici, schema del layout impiantistico con dimensioni, in cui siano indicati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione della centrale, informazioni sulle performance e sui costi.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

D4– IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO

D4	Impianto di raffrescamento	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout impiantistico con dimensioni, in cui siano indicati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione della centrale, informazioni sulle performance e sui costi.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elementi specifici con dettagli, modellati come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti dei componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

D5 – IMPIANTO DI VENTILAZIONE

D5	Impianto di ventilazione	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout impiantistico con dimensioni, forma e posizione approssimate dei canali, in cui sia indicata la posizione prevista per la centrale e informazioni sulle performance.	Progetto definitivo	 MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di canali. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per la manutenzione e i supporti. Sono necessarie anche le visualizzazioni generali del sistema impiantistico, con piante e sezioni.	Progetto esecutivo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e la manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	 MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

D6 – IMPIANTO ANTINCENDIO

D6	Impianto antincendio	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Elemento generico o informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate degli elementi, informazioni sulle performance.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di tutti i componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi per gli ancoraggi e supporti. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO

D7 – IMPIANTO ELETTRICO

D7	Impianto elettrico	Fase/Livello progettuale	Schema del modello
LOD 100	Informazioni, schema concettuale di funzionamento, informazioni riguardo le performance e i parametri da rispettare.	Progetto preliminare	INFO
LOD 200	Elemento generico, schema del layout con dimensioni, forma e posizione approssimate degli elementi, informazioni sulle performance, sono rappresentati gli spazi da lasciare liberi.	Progetto definitivo	MOD 3D + INFO
LOD 300	Elemento specifico con dettagli, modellato come da scheda tecnica fornita dal produttore, con esatta forma, dimensione, distanze, posizione e collegamenti di tutti i componenti. Viene indicata la forma, dimensione, spazi liberi e collegamenti per gli ancoraggi e supporti. Sono rappresentati i dettagli costruttivi.	Progetto esecutivo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 400	Elemento costruttivo con tutte le informazioni utili per la costruzione, l'installazione e manutenzione.	Progetto esecutivo / Progetto operativo	MOD 3D + 2D + INFO
LOD 500	L'elemento modellato precedentemente in fase di progettazione viene aggiornato con i materiali e le relative quantità, la dimensione, la forma, la localizzazione e l'orientamento effettivi dell'elemento costruito. Tra le informazioni non grafiche fornite si hanno le schede tecniche del produttore dei materiali o componenti utilizzati.	As Built	MOD 3D + INFO