

# Piattaforma per la Gestione Digitale nelle Costruzioni

## Parte 1



Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Architettura  
Università Politecnica delle Marche

# Sommario

EXECUTIVE SUMMARY .....	3
PARTE 1 GESTIONE DEI PROGETTI.....	5
1 I PRINCIPALI COMPONENTI FRONT-END .....	6
1.1 Funzioni comuni.....	6
1.1.1 Federazione Multiformato/Multidominio .....	6
1.1.2 Model Checking Multiformato/Multidominio .....	7
1.1.3 Sessioni di lavoro con URL .....	11
1.2 Visualizzatori e Editor interattivi.....	11
1.2.1 Editor profilo utenti .....	12
1.2.2 Document Management System (DMS) BIM-oriented.....	12
1.2.3 Editor di scene.....	13
1.2.4 Viewer geometrico.....	14
1.2.5 Viewer geografico .....	15
1.2.6 Viewer Computi Metrici Estimativi (CME) e documenti di contabilità .....	16
1.2.7 Viewer annotazioni .....	17
1.2.8 Viewer & Editor programma dei lavori .....	17
1.2.9 Viewer & Editor Work Breakdown Structure (WBS).....	17
1.2.10 Viewer & Editor di modelli Business Process Model and Notation (BPMN).....	18
1.3 Tools.....	19
1.3.1 Tool di navigazione di dati integrati.....	19
1.3.2 Tool di interrogazione .....	20
1.3.3 Tool di collaborazione .....	21
1.3.4 Tool di registrazione.....	21
2 LE PRINCIPALI FUNZIONALITÀ PER LA GESTIONE DEI PROCESSI .....	25
2.1 Fase di Progettazione e Validazione .....	25
2.1.1 Gestione documentazione e modelli di progetto .....	25
2.1.2 Gestione Avanzata del Versioning .....	25
2.1.3 Abilitazione Processi Tecnici Collaborativi di Validazione .....	25
2.2 Fase di esecuzione .....	25
2.2.1 Applicazione di registri distribuiti per “notarizzazione” della documentazione di esecuzione.....	25
2.2.2 Giornale dei Lavori Digitale .....	26
2.2.3 Gestione Documentazione Contabilità .....	27
2.2.4 Integrazione modelli procedurali.....	27
2.2.5 Monitoraggio dell’andamento dei lavori .....	27
2.2.6 Monitoraggio Collaborativo .....	28
2.2.7 As Built (Fascicolo del Fabbricato) .....	28
2.2.8 Abilitazione Realtà Aumentata in Cantiere.....	28
ALLEGATO I - ARCHITETTURA GENERALE DELLA PIATTAFORMA.....	30
ALLEGATO II - I PRINCIPALI COMPONENTI CORE .....	31
1. Management Identità .....	31
2. Document Management System .....	31
3. Versioning .....	31
4. Graph Data Lake.....	32
5. BROKER PUB/SUB.....	35
6. Rest Api Interface.....	35
7. Microservice Orchestrator .....	35
8. Core Microservices.....	36
a. Data Extraction .....	36
b. Data Integration .....	36
c. Interrogazione dei Modelli.....	37
d. Tracciamento con impiego di tecnologia basata su Registri Distribuiti.....	38

## EXECUTIVE SUMMARY

La piattaforma è sviluppata come un **sistema integrato** informativo digitale per supportare l'intero ciclo di vita dei contratti e per concorrere al raggiungimento di una maggiore efficienza dei processi. In questo senso la piattaforma si pone come hub informativo rifacendosi anche al principio dell'unicità dell'invio di cui all'art. 19 D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36.

Lo scopo è quindi quello di gestire dati relativi a programmazione di lavori, opere, servizi, nonché alle procedure di affidamento e di realizzazione di contratti pubblici e ai processi di gestione e manutenzione del cespote immobile o infrastrutturale. La piattaforma è progettata per fornire la tracciabilità e la trasparenza delle attività svolte, l'accessibilità ai dati e alle informazioni, la verifica automatizzata dei modelli di dati, il supporto ai processi decisionali.

L'architettura generale configura un sistema integrato capace di supportare i procedimenti tecnico-amministrativi dalla fase dell'affidamento dei contratti pubblici di lavori e servizi, alla loro esecuzione fino alla manutenzione e alla gestione dell'intero ciclo di vita del cespote immobile o infrastrutturale.

La piattaforma attraverso le diverse funzioni riportate di seguito in questo documento rappresenta da un lato un Ambiente di Condivisione Dati (ACDat o CDE) come identificato dalla ISO 19650 e dalla UNI 11337. Questa divisione della piattaforma trattata nella Parte 1 di questo documento è quella volta alla gestione integrata dei diversi PIM e degli AIM (Figura 1). Allo stesso tempo la piattaforma implementa anche funzioni a supporto della gestione dei beni attraverso tecnologie innovative configurandosi in questo caso come un Asset Management System per l'implementazione di Digital Twin (Figura 1). Questo scopo della piattaforma è espresso nella Parte 2 di questo documento.

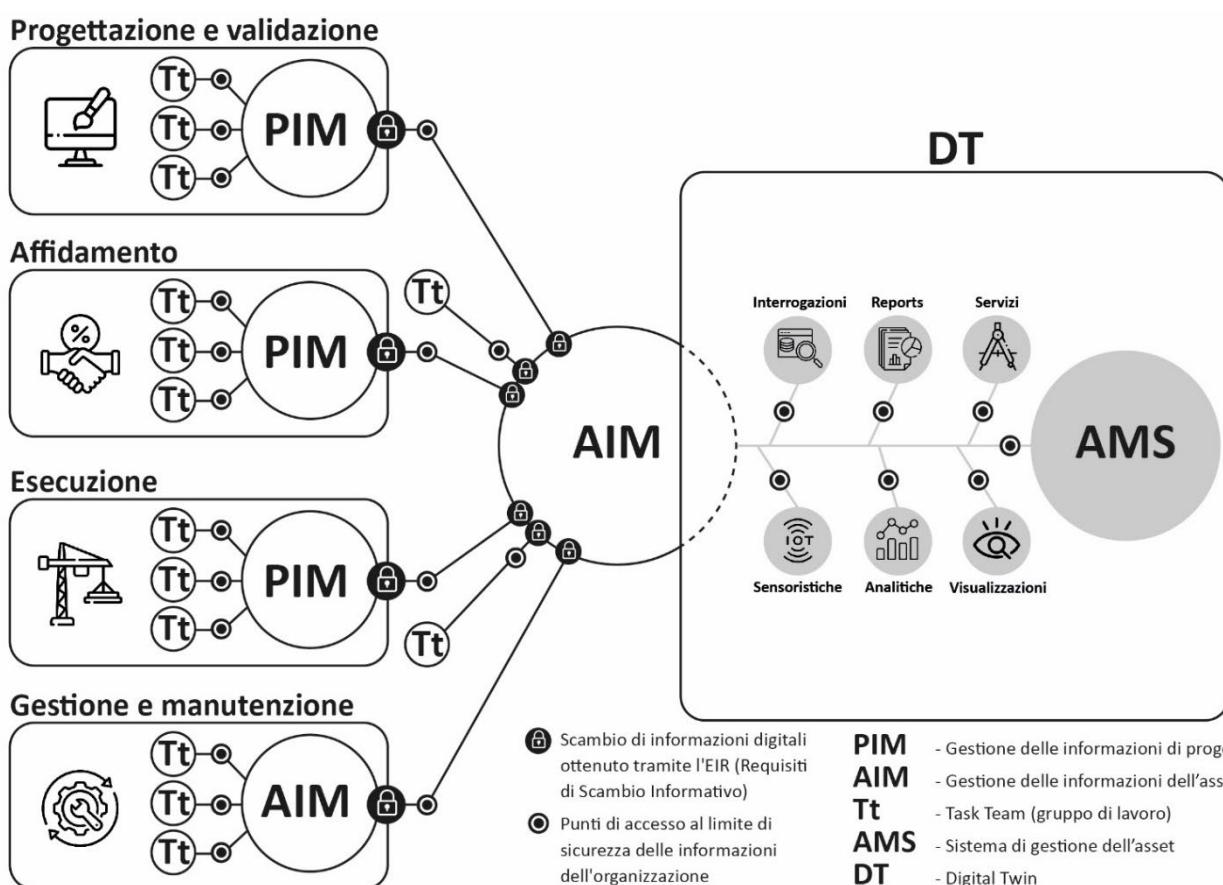


Figura 1 Sistema integrato di gestione PIM-AIM-AMS.

I dati e le informazioni sono gestiti e resi fruibili in formato aperto, secondo le previsioni del codice di cui al decreto legislativo n. 82 del 2005.

Ogni componente della piattaforma (dati, modelli e servizi web core) è installata on-premise. L'installazione comprende la fornitura del codice sorgente nel rispetto di quanto disposto dall'art. 30 c.2 p.to a) del D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36.

Le funzionalità della piattaforma sono erogate come Web-Services attraverso client di diversa natura. I client utente sono accessibili per mezzo di normali browser web senza l'installazione di alcuna applicazione (Figura 2).

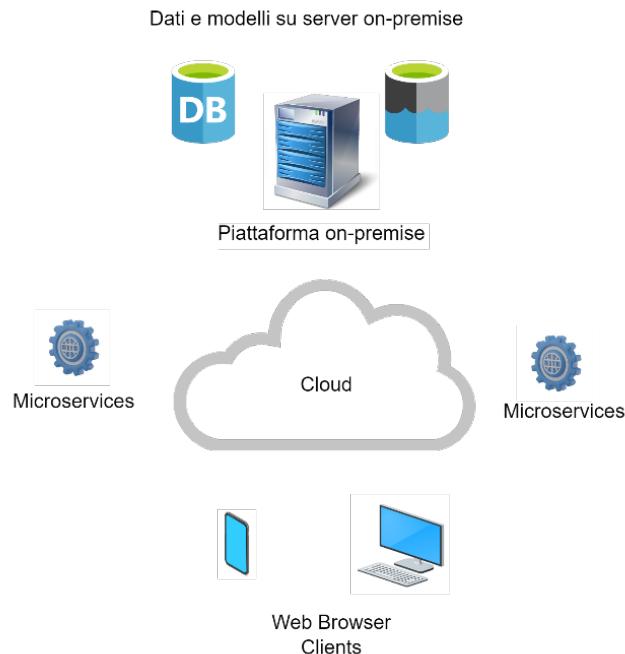


Figura 2 Architettura di sistema.

L'architettura tecnologica (Allegato I) è incentrata sul principio dell'orchestrazione di microservizi. Ciò rende l'intero sistema informativo assolutamente scalabile e di facile manutenibilità.

Tutte le componenti tecnologiche integrate nello sviluppo del sistema informativo sono open source (MIT, Apache 2) (Figura 3).



Figura 3 Open source software.

Alcune applicazioni possono tuttavia richiedere l'uso di microservizi commerciali come, ad esempio, la georeferenziazione su mappe geografiche tridimensionali (ESRI).

È però importante evidenziare che in questo caso l'unica componente commerciale utilizzata è la sola mappa geografica, in quanto come già espresso nessun modello è in hosting fuori dai server del cloud istituzionale.



# **PARTE 1**

## **GESTIONE DEI PROGETTI**

# 1 I PRINCIPALI COMPONENTI FRONT-END

## 1.1 Funzioni comuni

Le funzioni comuni a tutte le divisioni della piattaforma sono: federazione multiformato/multidominio, model checking multiformato/multidominio e sessioni di lavoro.

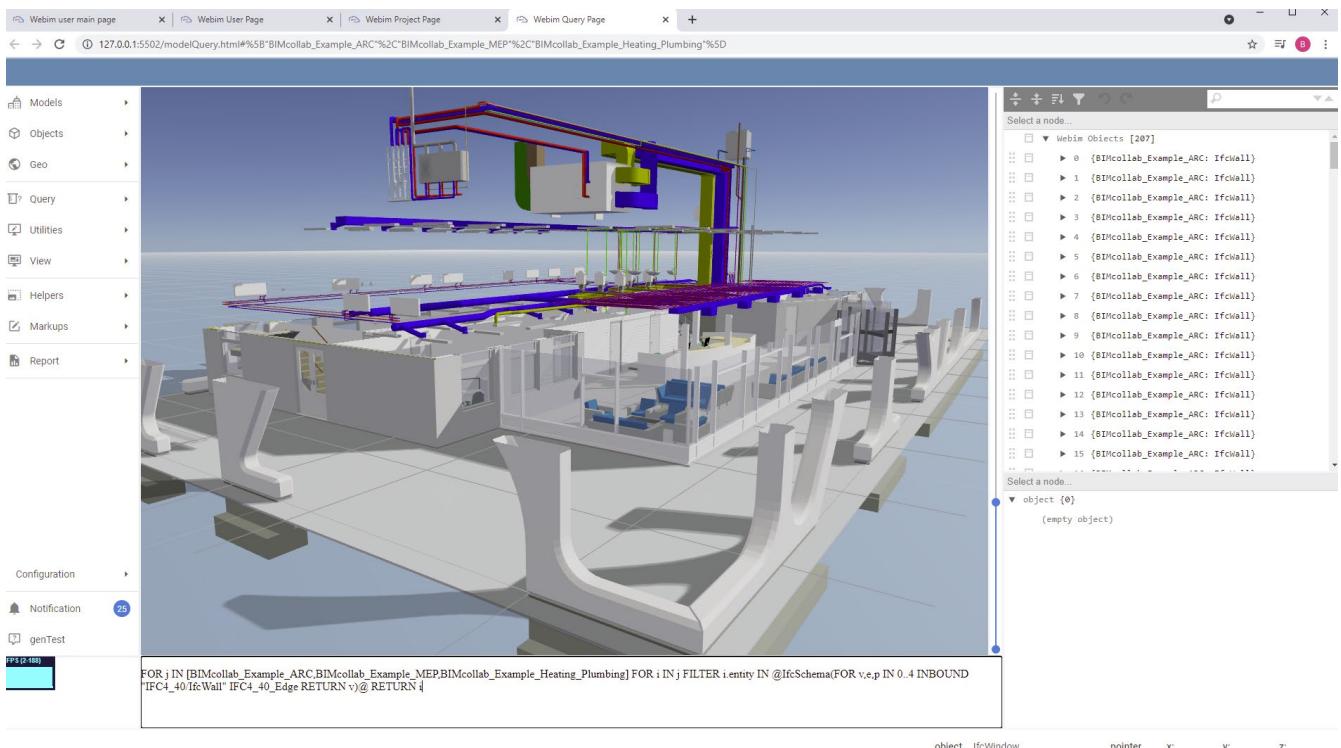
### 1.1.1 Federazione Multiformato/Multidominio

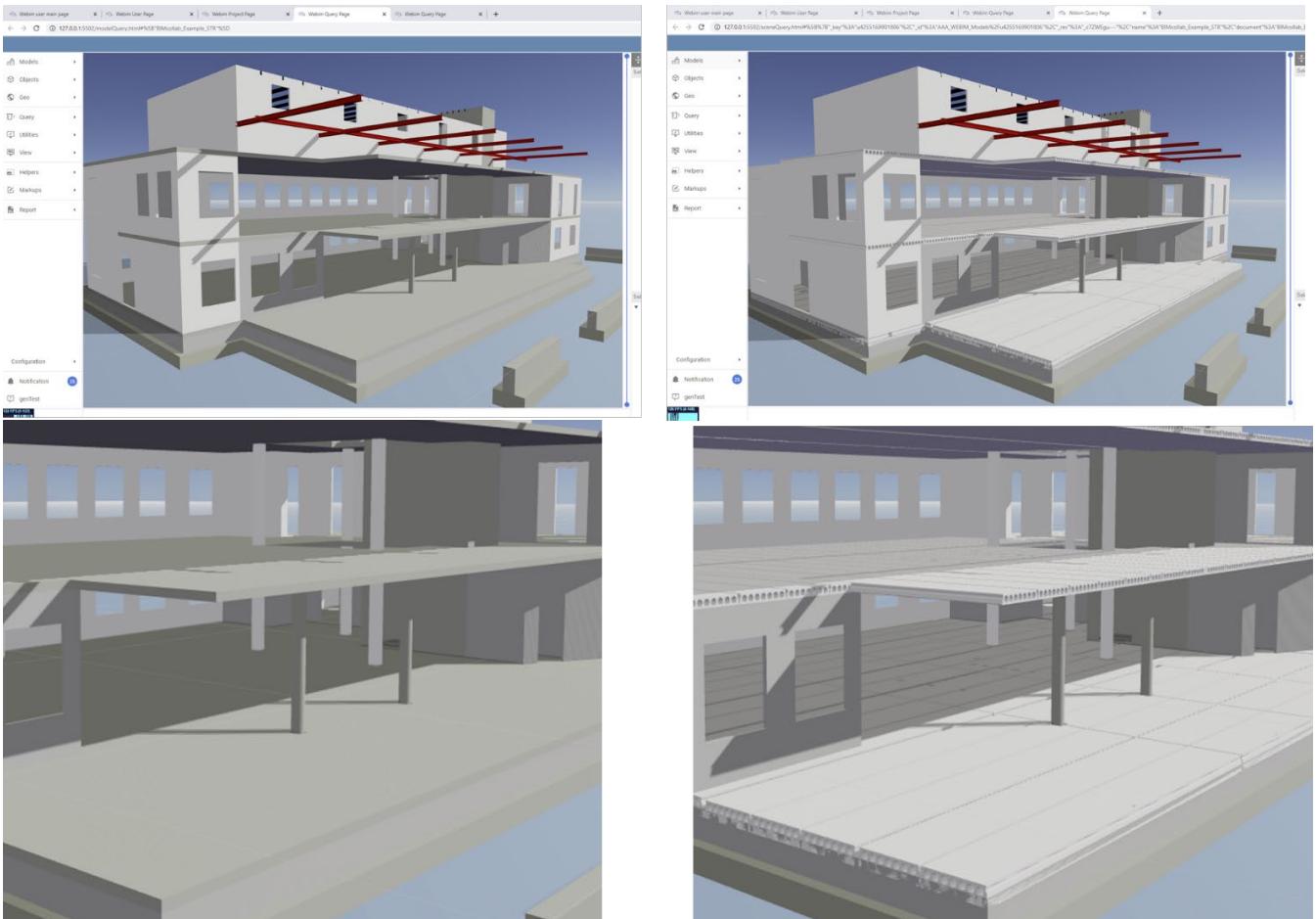
La piattaforma rende possibile l'integrazione di modelli di dati eterogenei in federazioni multiformato e multidominio tramite l'utilizzo di link semanticci. Una federazione può essere costituita da due o più modelli di dati estratti dalle tipologie di documenti riportate nell'Allegato II capitolo IV). Nel caso della federazione multiformato si fa riferimento a diverse tipologie di modelli di dati che riportano lo stesso dato (ad es. Caratteristiche geometriche e dimensionali). Quando si trattano federazioni multidominio i documenti dai cui i modelli di dati derivano fanno riferimento ad aspetti diversi dello stesso oggetto.

I modelli di dati integrati in una federazione sono visualizzati in un'unica scena, con la possibilità di registrare (allineare in termini di posa o di collegamento semantico, vedi tool al paragrafo 1.3.4 per maggiori dettagli) i modelli di dati tra loro.

La federazione permette di condurre verifiche di model checking sia su un particolare modello dati (ad esempio modello di dati estratto da un documento IFC), sia tra diversi modelli di dati. Alcuni esempi di federazione sono mostrati in Figura 4.

È importante sottolineare che la funzione di federazione consente di combinare anche solo specifiche parti di modelli per incrementare il livello informativo delle stesse. Questo consente di sviluppare i livelli informativi dei modelli seguendo l'evoluzione reale delle procedure sia di progettazione che di cantiere (particolarità visualizzabile in Figura 4, in cui viene dettagliato il livello informativo di sole alcune porzioni dell'intero modello).





*Figura 4 Visualizzazione in piattaforma di federazioni multimodello. La prima immagine mostra la federazione tra modello IFC architettonico e MEP. Le altre quattro immagini mostrano un esempio di incremento del livello informativo di solo specifiche parti del modello dell'edificio in questione.*

### 1.1.2 Model Checking Multiformato/Multidominio

Le procedure di model checking multiformato e multidominio sono processi di verifica della consistenza dei contenuti tra differenti modelli di dati integrati in una federazione.

Le procedure di model checking multiformato e multidominio consistono in verifiche sia visive che numeriche. Nell'elenco seguente sono riportate le principali verifiche di model checking multiformato e multidominio supportate dalla piattaforma:

- Nuvole punti – Modelli IFC, controllo visivo della coerenza tra nuvole di punti e modelli IFC (Figura 5).

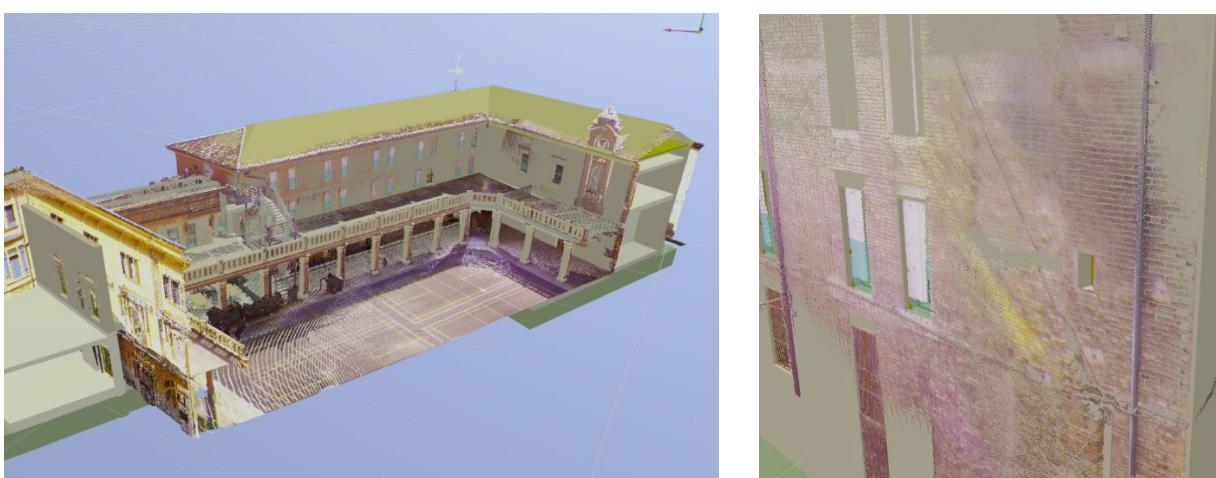




Figura 5 Visualizzazioni integrate della federazione composta da nuvole di punti e modello IFC.

- Computi – Modelli IFC, controllo visivo e verifiche numeriche per la valutazione della coerenza tra le quantità espresse nei documenti contabili per ogni singola lavorazione e le relative quantità presenti nei modelli IFC per gli oggetti corrispondenti (Figura 6).

Project : Little_house		User : BerNati			
N.	TARIFFE	DESCRIZIONE	MISURAZIONI	QUANTITÀ	IMPORTI
		Pi PREF Trave PREF L Trave PREF T Trave BAL C	1	1	
32	AP-006	SOMMANO cadauno		1 79 442.0 0	79 442.00
Pannello di tamponamento modulare da 2,50 ml, orizzontali e/o verticali in c.a.p. dello spessore di 20 cm. I pannelli sono rifiniti internamente lisci a stagg vibrante ed esternamente lisci fondo cassone. 21 pannelli per cassone 45ml. Pannello di tamponamento modulare da 2,50 ml, orizzontali e/o verticali in c.a.p. dello spessore di 20 cm. I pannelli sono rifiniti internamente lisci a stagg vibrante ed esternamente lisci fondo cassone. 9 pannelli per cassone 71ml. Sono compresi nella fornitura il rolo della gru per il montaggio, i nodi simici ed i meccanismi di aggancio a scorrimento dei pannelli alle strutture, la sigillatura dei giunti con materiale acrilico.					
33	A10065.a	PANR + pannelli regolari PANV + pannelli dimensioni variabili	PANR PANV	1	1
SOMMANO cadauno					
1 50 144.6 0 50 144.60					
Converse e scossoline in alluminio montate in opera compreso pezzi speciali ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte: sviluppo fino a cm 100; in alluminio da 8/10					
SCROSSALINA DI CORONAMENTO DEI PANNELLI DI TAMPONATURA					
SOMMANO m					
65 65					
ORIZZONTAMENTI					
OPERE EDILI NON STRUTTURALI					

Figura 6 Visualizzazione integrata della federazione composta da documenti contabili e modello IFC.

- Capitolati informativi – Modelli IFC, vedere model checking con IDS al paragrafo 1.3.2.1.
- Gantt – Modello IFC, controllo visivo e verifiche numeriche per la valutazione della coerenza secondo due diversi criteri: 1. tra le lavorazioni e le tempistiche espresse nel programma dei lavori 2. tra gli oggetti e relative quantità presenti nei modelli IFC (Figura 7).

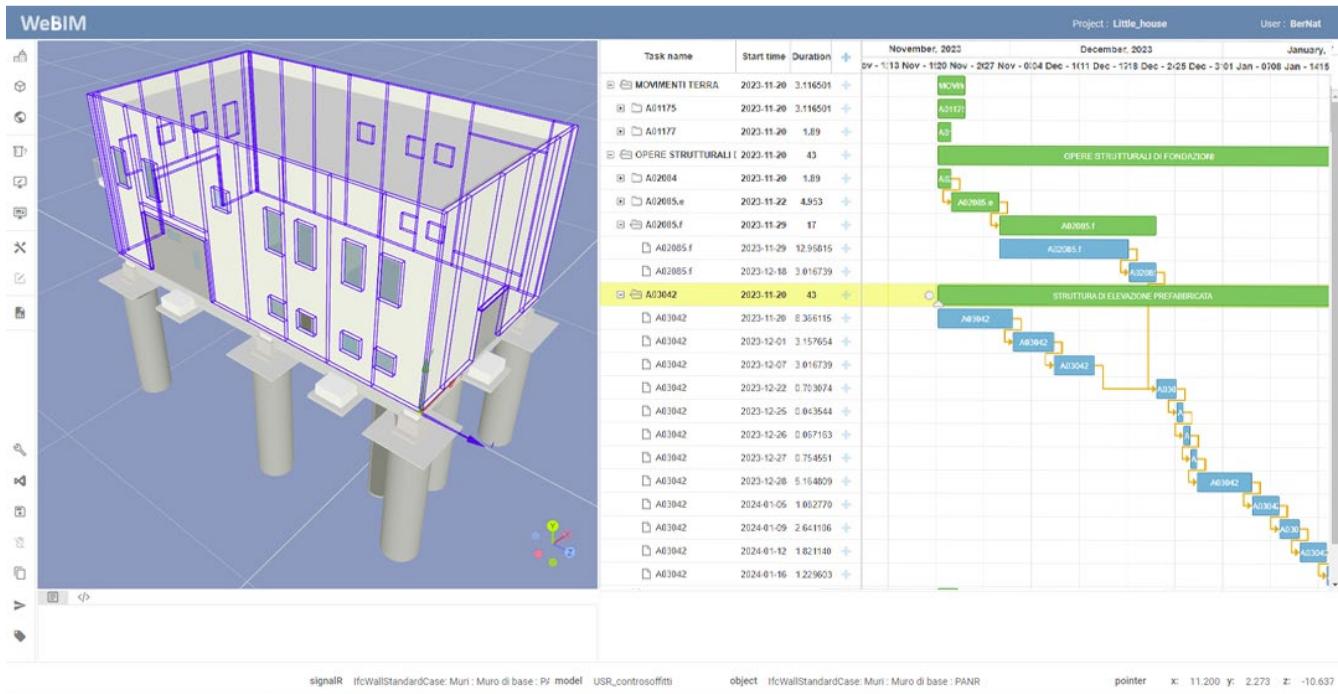


Figura 7 Visualizzazione integrata della federazione composta da programma dei lavori e modello IFC.

- Cad – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra quanto presente nei disegni CAD e i modelli IFC (Figura 8)

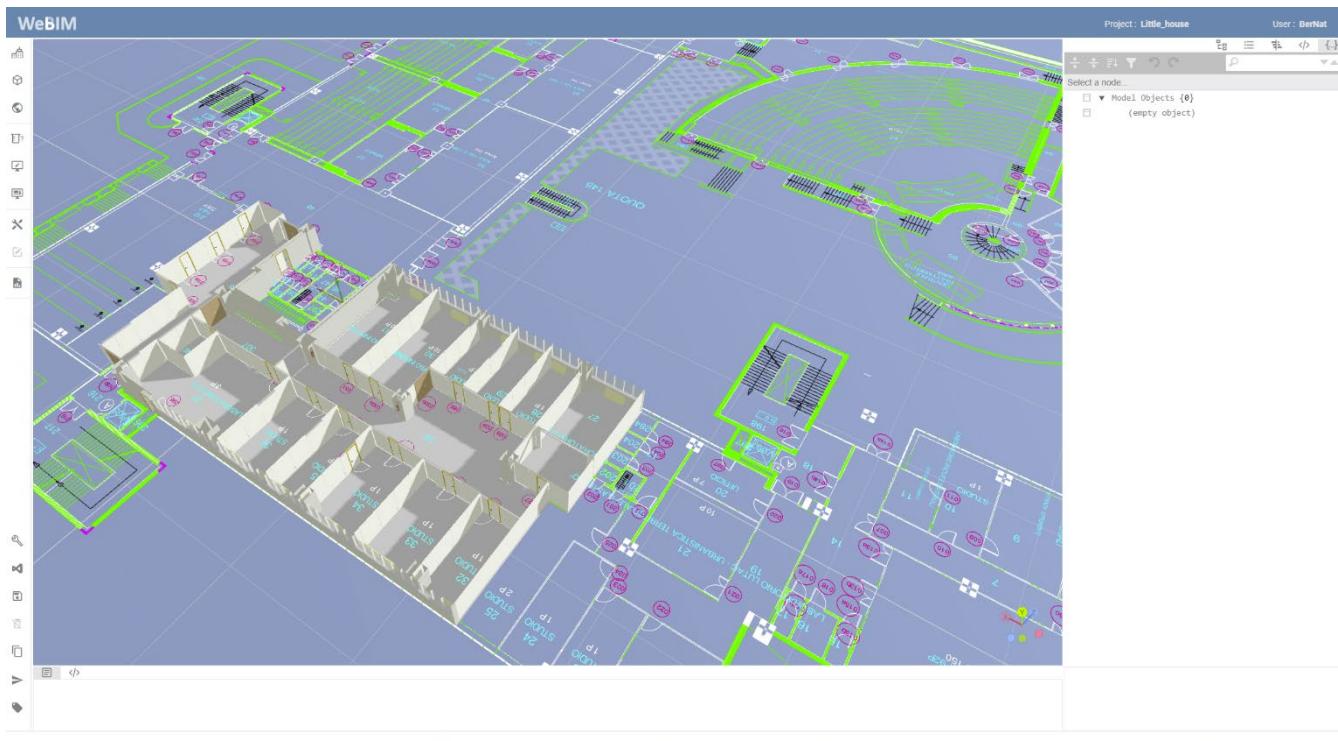


Figura 8 Visualizzazione integrata della federazione composta da disegni CAD e modello IFC.

- Documenti pdf – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra quanto presente nei plottaggi (pdf) e i modelli IFC (Figura 9). Si noti che la documentazione grafica pdf (piante, prospetti, particolari costruttivi, schede tecniche) può essere registrata con i modelli tridimensionali attraverso semplici note (sticky notes), come mostrato nel paragrafo 1.3.4.2, editabili con qualsiasi editor (pdf) anche free (es. Acrobat Reader).



Figura 9 Visualizzazione integrata della federazione composta da plottaggi e modello IFC.

- Stato di fatto – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra lo stato di fatto e quanto modellato in IFC tramite sovrapposizione di immagini (sia prospettiche da smartphone/tablet che sferiche) al modello IFC (Figura 10).

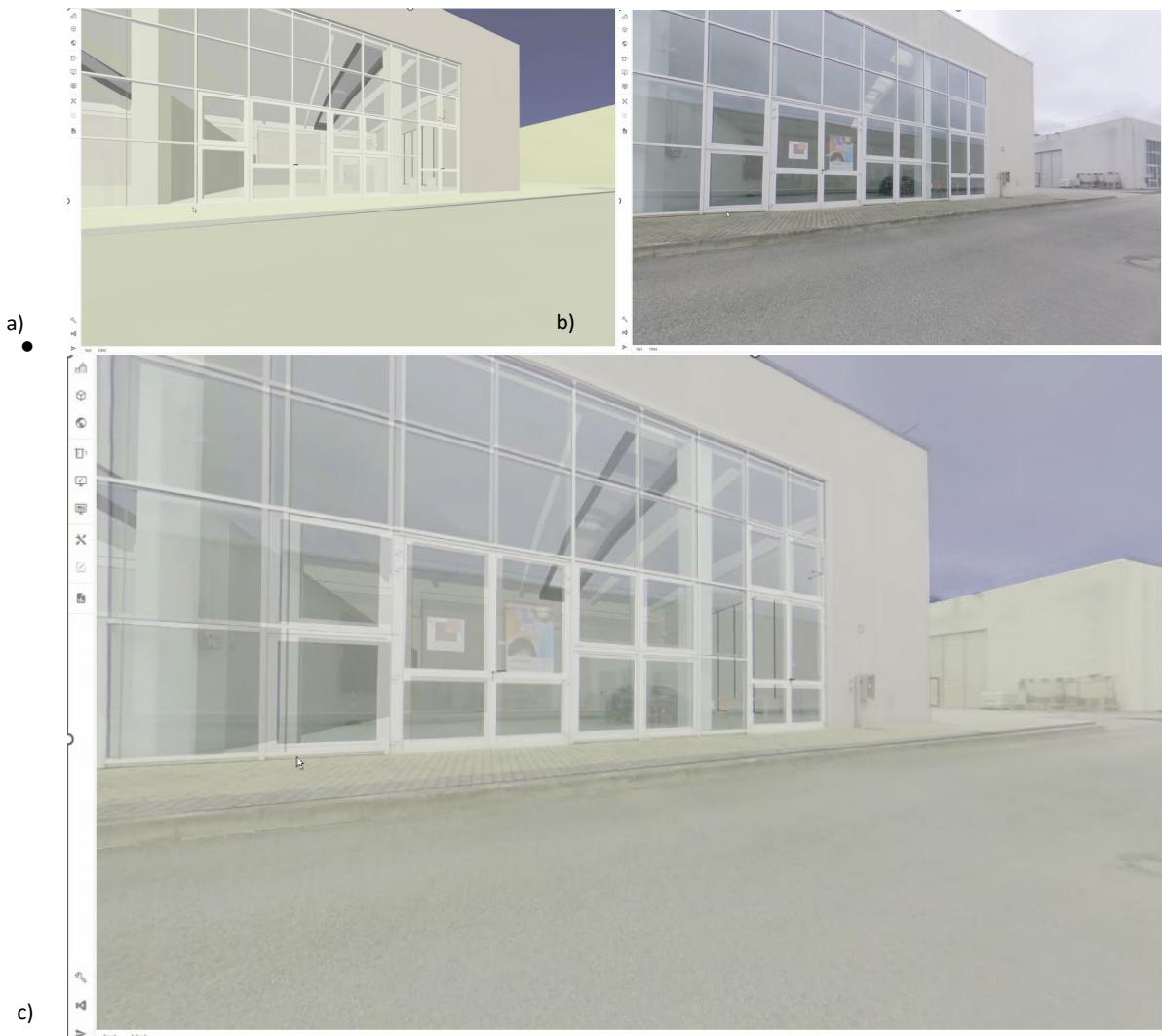


Figura 10 Visualizzazione integrata della federazione composta da un'immagine e modello IFC.

### 1.1.3 Sessioni di lavoro con URL

Ogni sessione di lavoro è contraddistinta da un indirizzo web univoco. Questo permette di distribuire il link della sessione ad utenti per organizzare facilmente il lavoro collaborativo anche in tempo reale.

La sessione può essere salvata conservando così anche i risultati del lavoro svolto (es. annotazioni, report, ecc.). Il link delle sessioni salvate diventa permanente (le sessioni non salvate hanno un expiration time predefinito) ed è possibile utilizzarli come hyperlink in qualsiasi documento consentendone così l'accesso anche a distanza di tempo a tutti gli utenti dotati di autorizzazione.

## 1.2 Visualizzatori e Editor interattivi

La piattaforma permette la visualizzazione dei modelli di dati elencati nel capitolo nell'Allegato II capitolo 4, tramite motori di visualizzazione (chiamati anche Viewers) e la modellazione di alcuni modelli di dati tramite appositi editor. Viewers e Editor presenti in piattaforma possono essere sintetizzati come segue:

- Editor profilo utenti
- Document Management System (BIM-oriented)
- Editor di scene
- Viewer geometrico
- Viewer geografico
- Viewer Computi Metrici Estimativi (CME) e documenti di contabilità
- Viewer & Editor annotazioni
- Viewer & Editor programma dei lavori

- Viewer & Editor Work Breakdown Structure (WBS)
- Viewer & Editor di modelli Business Process Model and Notation (BPMN)

Maggiori dettagli relativi ai visualizzatori interattivi sono presenti nei capitoli seguenti.

### 1.2.1 Editor profilo utenti

La piattaforma mette a disposizione un editor specifico per la definizione dei profili utenti ai quali, dipendentemente dalle autorizzazioni, è concesso l'accesso a determinati dati (Figura 11).

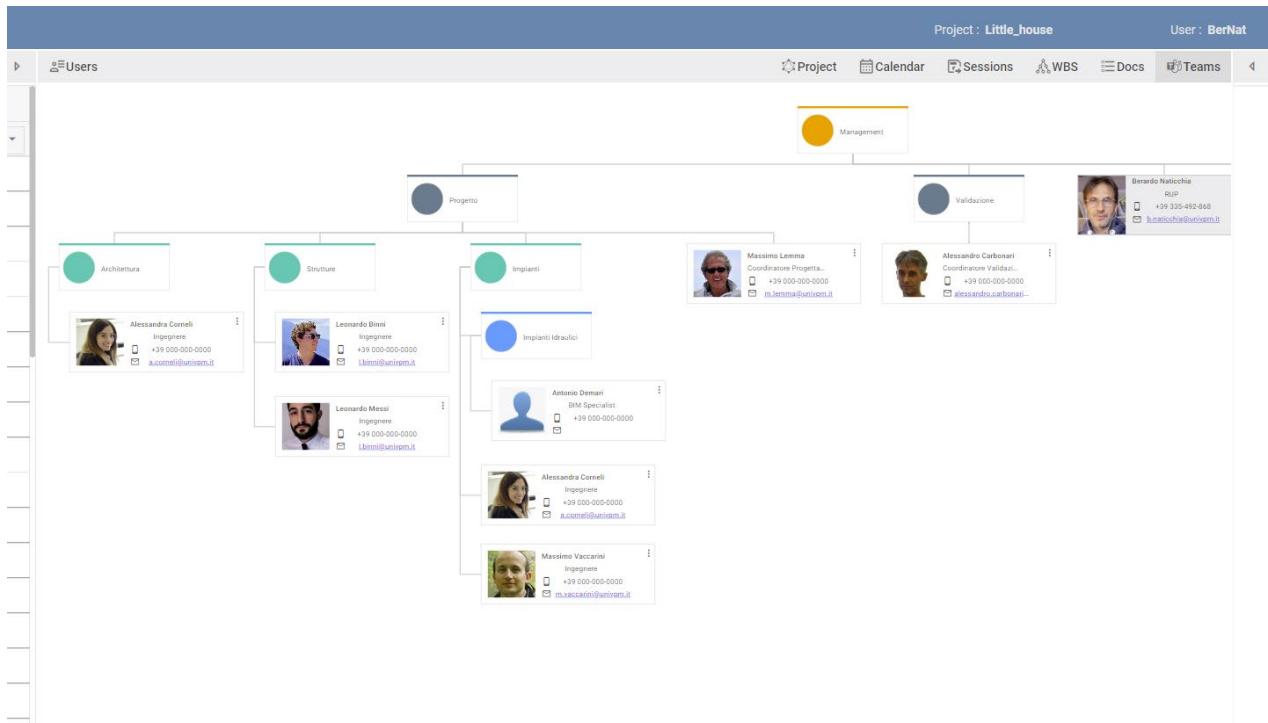


Figura 11 Interfaccia utente della piattaforma per la gestione delle identità.

### 1.2.2 Document Management System (DMS) BIM-oriented

La visualizzazione della struttura di documenti e modelli, nonché la loro accessibilità, è personalizzata sul singolo utente che per tale scopo è profilato con una mappa di autorizzazioni integrata alla gestione dei Team (Figura 12). Il DMS consente di gestire i livelli di visibilità anche attraverso lo stato del documento definito in conformità alla norma UNI ISO 19650. (si faccia riferimento a quanto espresso nell'Allegato II paragrafo 2).

The screenshot shows the WeBIM DMS interface with the project 'Little\_house' selected. The left sidebar lists various document categories: Rilevamento Geologico, Catastale, Edificio, Opere Edili, Chiusure, Finiture, Infissi, Strutture, Movimenti Terra, Strutture di Fondazione, Strutture in Elevazione, Strutture di Contenimento, Impianti, Impianti Elettrici, Impianti Idraulici, Impianti Gas, Impianti Climatizzazione, Impianti Sicurezza, Impianti Comunicazione, and Attrezzature Interne. A central table displays document details such as name, size, upload date, owner, status, CDE Log, Tags, and Users. One document, 'BIMcollab\_Example\_ARC.ifc', is highlighted.

Figura 12 Visualizzazione del DMS nella piattaforma

### 1.2.3 Editor di scene

Il modellatore di scene consiste in uno strumento di integrazione dei modelli di dati presenti in piattaforma. L'integrazione tra i diversi modelli di dati avviene tramite l'utilizzo di link semanticici, modellabili direttamente in piattaforma. L'immagine che segue (Figura 13) mostra la modellazione tramite l'interfaccia utente della piattaforma di una scena che integra un modello di dati IFC con un modello di dati XPWE (riferito ad un computo metrico strutturale).

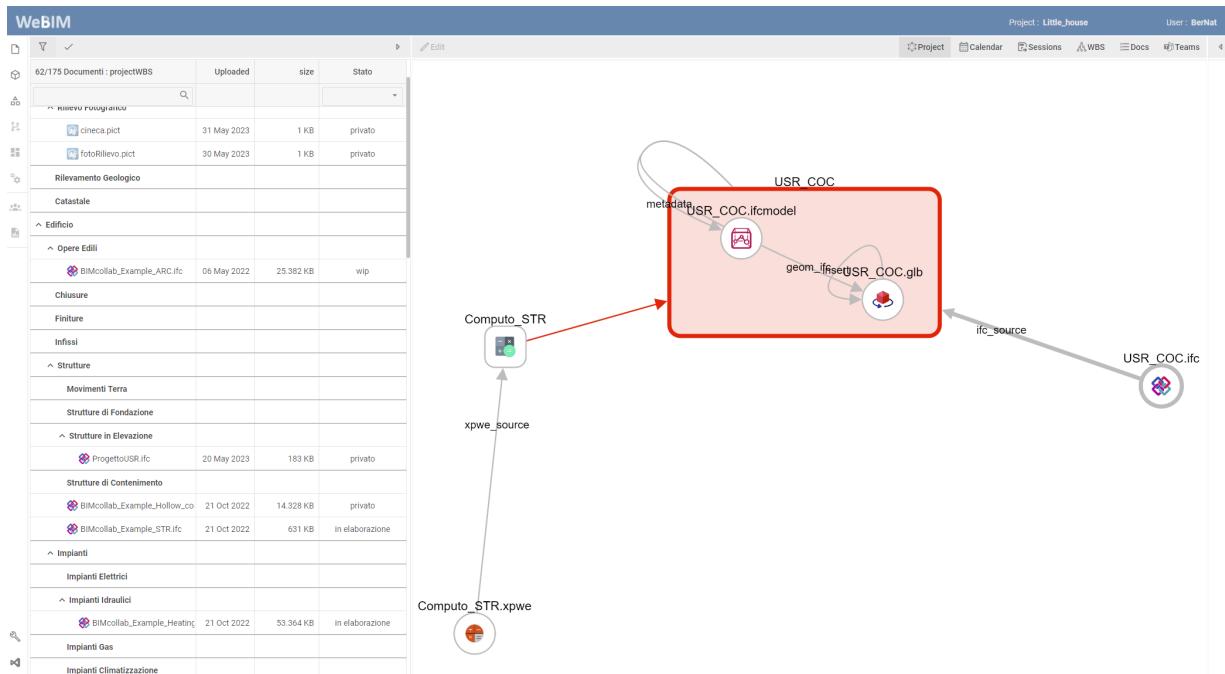


Figura 13 Integrazione di modelli di dati provenienti da tipologie di documenti differenti.

#### 1.2.4 Viewer geometrico

Questo viewer permette la visualizzazione di modelli di dati come CAD, nuvole di punti, IFC, PDF, BCF, immagini, etc.(Figura 14 e Figura 15). Tutti i modelli visualizzati geometricamente sono resi misurabili e sezionabili. Si noti che l'interazione con il visualizzatore geometrico può avvenire anche tramite l'uso di differenti interfacce utente:

- assistenti virtuali basati sull'utilizzo di tecnologie Natural Language Processing (NLP) che consentono l'interazione vocale.
- Device di Realtà Aumentata (fare riferimento al capitolo 2.2.8).

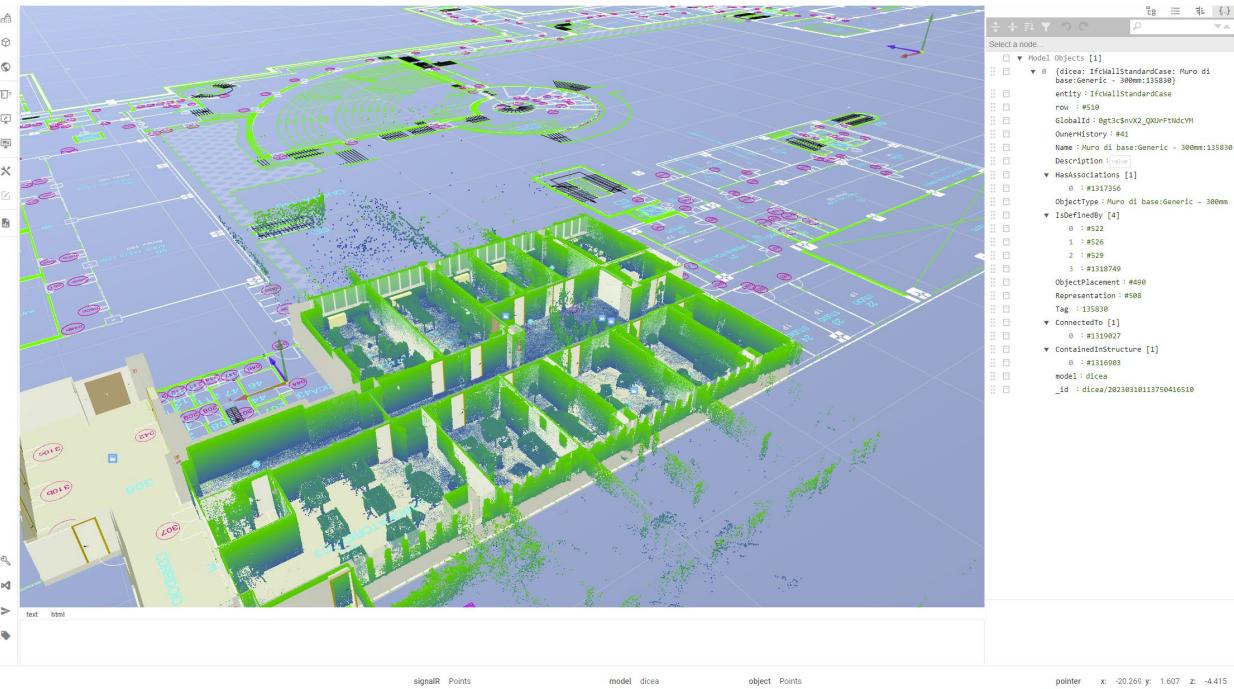


Figura 14 Visualizzatore geometrico. Nel caso particolare è mostrata la visualizzazione allineata multidominio di modelli di dati provenienti da IFC, CAD e nuvole di punti di una parte del Dipartimento DICEA.



Figura 15 Visualizzatore geometrico. In questo caso si tratta della visualizzazione di una nuvola di punti da 63 Gb, accessibile senza alcun tempo di attesa (caricamento) e navigabile fluidamente senza interruzioni.

### 1.2.5 *Viewer geografico*

Tutte le integrazioni di modelli tridimensionali (Nuvole di punti, IFC, CAD, etc.) possono essere georeferenziate e visualizzate su piattaforma geografica (Figura 18). La visualizzazione di mappe geografiche richiede l'uso di microservizi commerciali (ESRI). È importante evidenziare che in questo caso l'unica componente esterna utilizzata è la sola mappa geografica, in quanto i modelli restano in hosting nei server del cloud istituzionale. Un altro aspetto di rilevante importanza è che il viewer geografico consente la corretta visualizzazione di modelli sia soprasuolo che sottosuolo (Figura 16 e Figura 17).

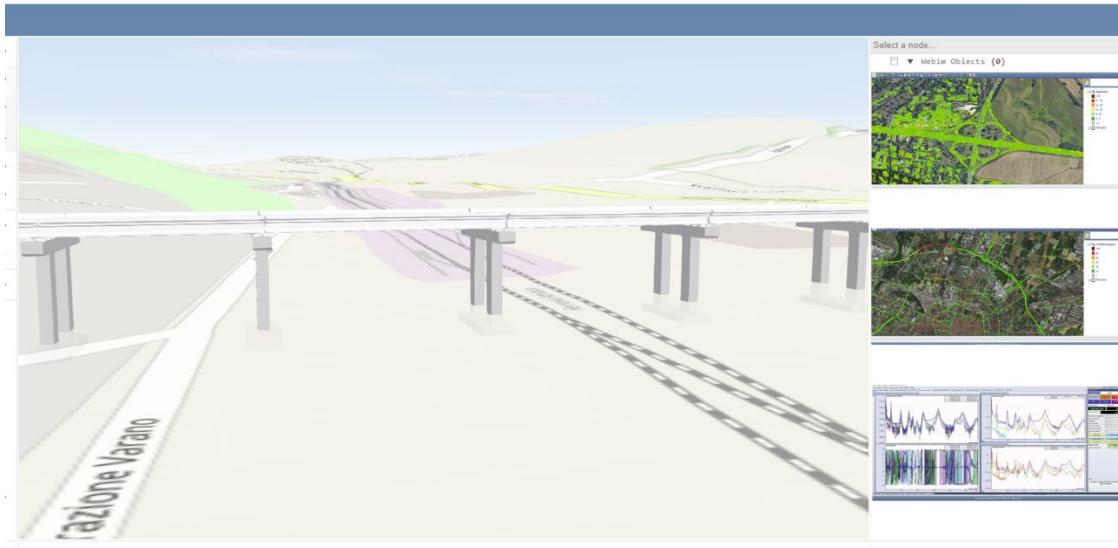


Figura 16 Visualizzazione georeferenziata del modello BIM di un viadotto su piattaforma geografica 3D.



Figura 17 Visualizzazione georeferenziata delle parti sottosuolo (fondazioni) del modello BIM del viadotto.

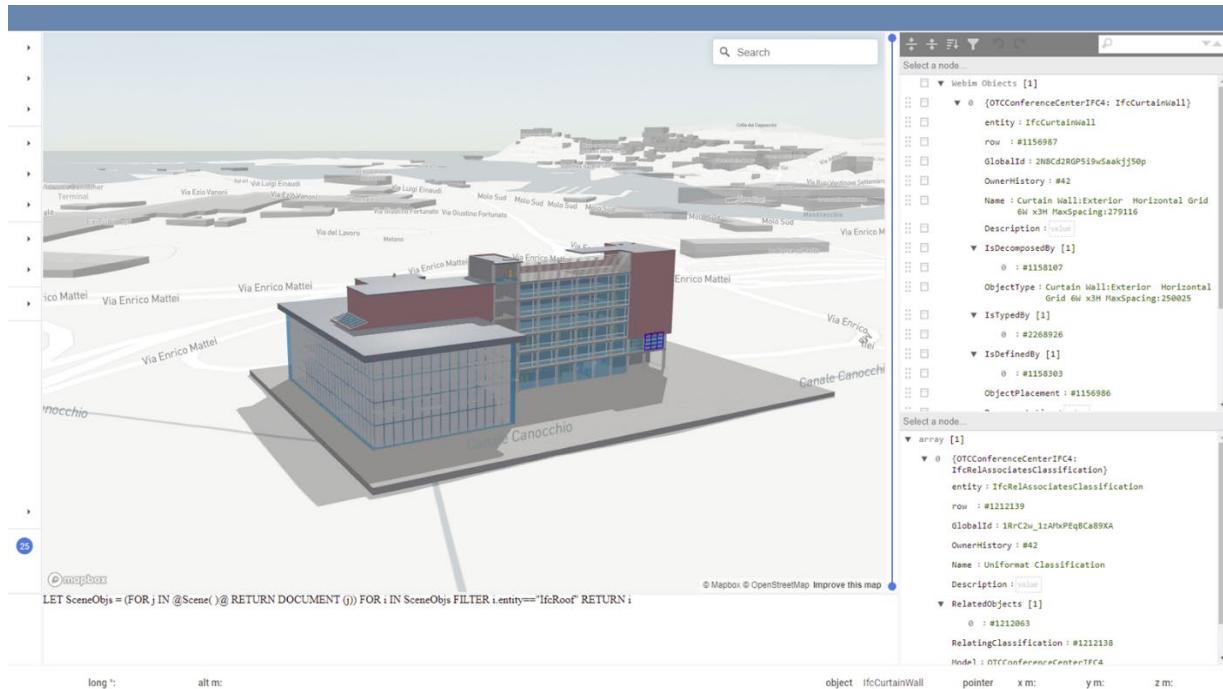


Figura 18 Visualizzatore geografico della piattaforma.

### 1.2.6 Viewer Computi Metrici Estimativi (CME) e documenti di contabilità

Questo viewer permette la visualizzazione in piattaforma di modelli di dati come XPWE, XML, etc (Figura 19). Nel caso in cui si faccia uso del Viewer computi e contabilità in federazioni multidominio (capitolo 1.1.1), alla selezione di un oggetto nel modello IFC corrisponderà l'automatica selezione delle lavorazioni ad esso riferite presenti nel CME e/o nei documenti contabili (e viceversa).

WeBIM										User: Ben	
	N.	TARIFFE	DESCRIZIONE	MISURAZIONI				QUANTITÀ	IMPORTI		
				Q.	Q.	Parti	Lunghezza	Larghezza	H/Peso	Unitario	TOTALE
<b>OPERE STRUTTURALI VANO SCALA-ASCENSORE IN C.A.</b>											
15	A03037.b		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmano, disarmo, opere di punteggiatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per pareti rettilinee in elevazione								
			- vedi Tavola n. PS.04-								
			SETTO n.1			2	3.85		6.1	46.97	
						2		0.3	6.1	3.66	
			SETTO VANO ASCENSORE n.2-3-4				2*(1.85+1.55)		8.8	59.84	
							2*(1.25+0.95)		8.8	38.72	
						2*	1		2.1	-8.4	
						2		0.3	2.1*1+2.1	3.12	
								1.75	1.55		2.71
			SOMMANO	mq						146.62	23.47
16	A03037.d		Casseforme rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmano, disarmo, opere di punteggiatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 m dal piano di appoggio; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo: per travi								
			- vedi Tavola n. PS.04-								
			TRAVI REGGISCALA								
			- 7/16 - 8/17 - 2/9			3	1.3	0.3		1.17	
						3*2	1.3		0.4	3.12	
						3		0.3	0.4	0.36	
			-10/14 - 8/15			2	1.4	0.3		0.84	

Figura 19 Visualizzatore di documenti contabili e Computi Metrici Estimativi.

### 1.2.7 Viewer annotazioni

Strumento per l'abilitazione di processi tecnici collaborativi, la piattaforma offre sistemi di comunicazione tra utenti in tempo reale. Nel caso specifico, essa offre la possibilità di annotare i modelli IFC, nonché di importare ed esportare file di tipo .bcf (formato per la collaborazione BIM).

### 1.2.8 Viewer & Editor programma dei lavori

Strumento dedicato alla visualizzazione e all'editing in piattaforma di modelli di dati come MPP, XER, etc. (Figura 20) . L'interazione con questo visualizzatore permette la creazione di programmi dei lavori direttamente in piattaforma. Inoltre, nel caso in cui si faccia uso del Viewer programma dei lavori in visualizzazioni multidominio (capitolo 1.1.1), alla selezione di una lavorazione nel CME e/o nei documenti contabili corrisponderà l'automatica selezione degli oggetti IFC ad essi riferiti presenti nel programma dei lavori (e viceversa).

È importante sottolineare che la piattaforma offre la modellazione automatica di un programma di lavoro base a partire dai documenti contabili e/o dal CME, mantenendo tutte le informazioni in essi contenute come quelle relative a quantità, prezzi, tipo di lavorazioni, etc.

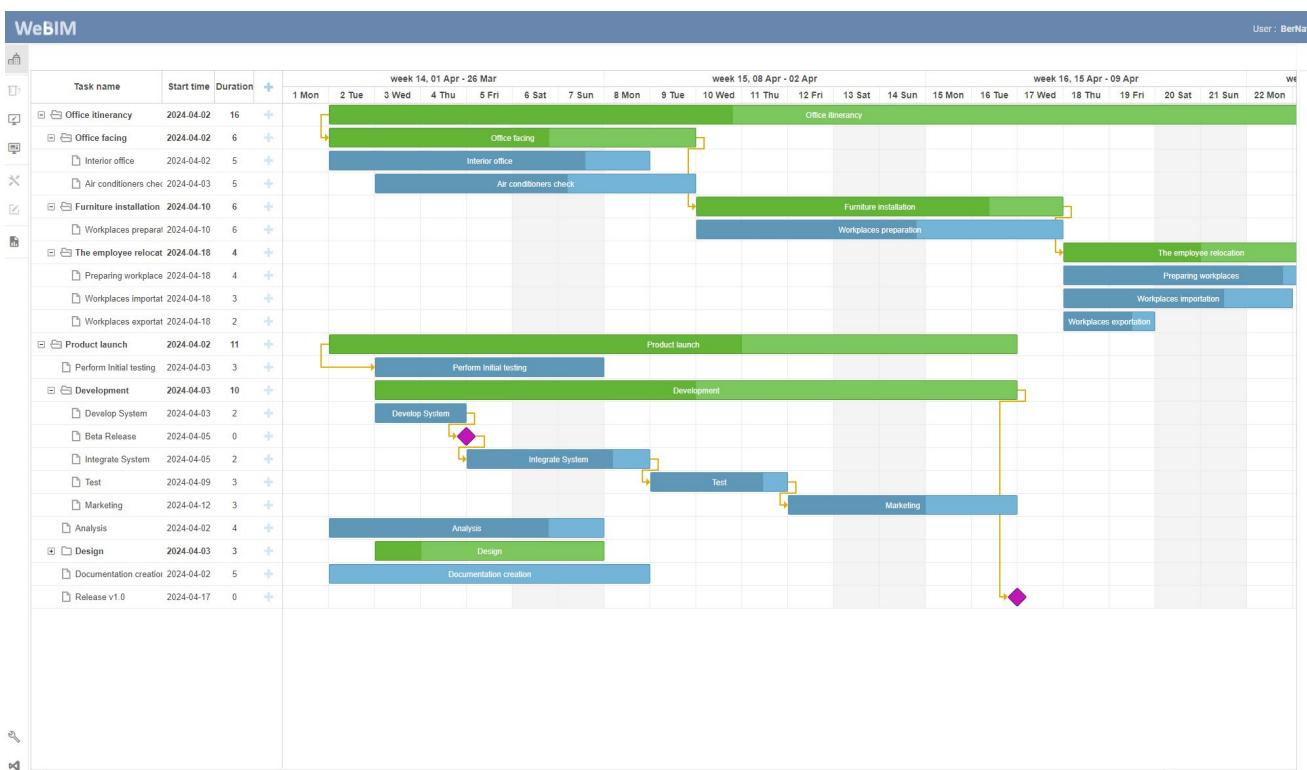


Figura 20 Visualizzatore di programmi di lavoro.

### 1.2.9 Viewer & Editor Work Breakdown Structure (WBS)

La piattaforma consente di riferire ogni componente dei modelli BIM a WBS pre-definite nel Capitolato Informativo e dettagliate nel Piano di Gestione Informativa (bSDD di progetto)(Figura 21 e Figura 22). La rappresentazione grafica della WBS consente anche di accedere in modo rapido ai dati dei modelli.

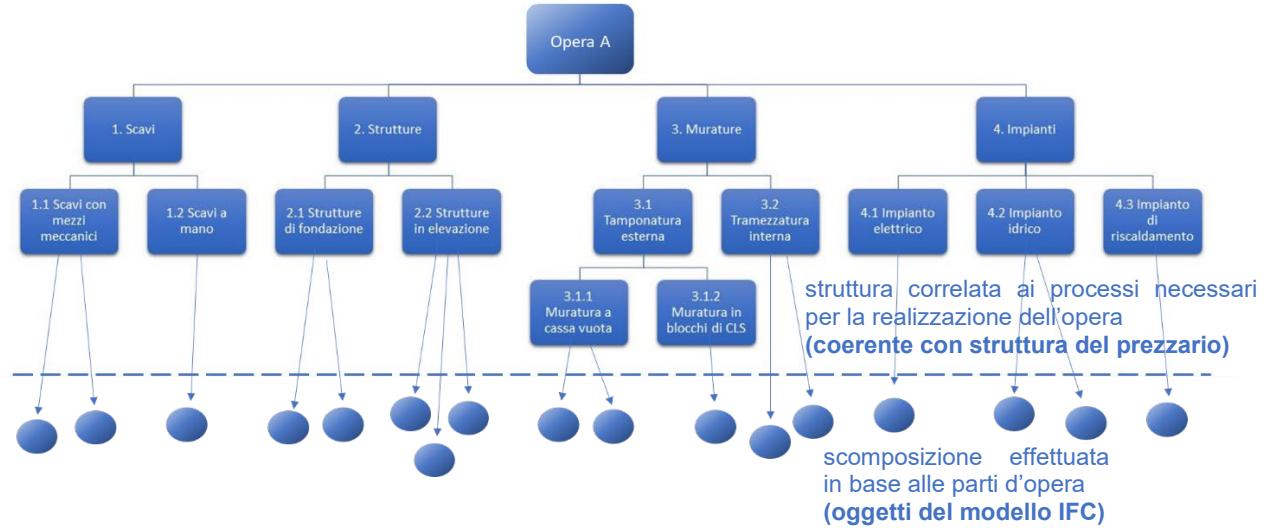


Figura 21 Correlazione tra processi di lavorazione per la realizzazione dell'opera e oggetti del modello IFC dell'opera.

The screenshot shows the WeBIM software interface with the following details:

- Project:** Little\_house
- User:** BerNat
- Left Panel (WBS Tree):**
  - 62/175 Documenti : projectWBS
  - Uploaded, size, Stato
  - Opere Edili (selected)
    - BIMcollab\_Example\_ARC.ifc
  - Chiusure
  - Finiture
  - Infissi
  - Strutture
    - Movimenti Terra
    - Strutture di Fondazione
    - Strutture in Elevazione
      - ProgettoUSR.ifc
    - Strutture di Contenimento
      - BIMcollab\_Example\_Hollow\_co
      - BIMcollab\_Example\_STR.ifc
  - Impianti
    - Impianti Elettrici
    - Impianti Idraulici
      - BIMcollab\_Example\_Heating
    - Impianti Gas
    - Impianti Climatizzazione
    - Impianti Sicurezza
    - Impianti Comunicazione
    - Attrezzature Interne
    - Attrezzature Esterne
    - Non Classificati
- Right Panel (WBS Visualization):** A large tree diagram showing the hierarchical structure of the WBS, with nodes representing various components and their relationships.

Figura 22 Visualizzatore WBS.

### 1.2.10 Viewer & Editor di modelli Business Process Model and Notation (BPMN)

Visualizzazione ed Editing di modelli BPMN per il tracking dei processi (Figura 23). I processi presenti in un BPMN possono essere correlati tramite link semanticci ai contenuti informativi di un progetto ai fini di una gestione efficacie delle documentazioni (ad esempio, le fasi di consegna presenti in un BPMN inerente a un processo di Progettazione Esecutiva possono essere collegate semanticamente ai documenti relativi alla specifica consegna).

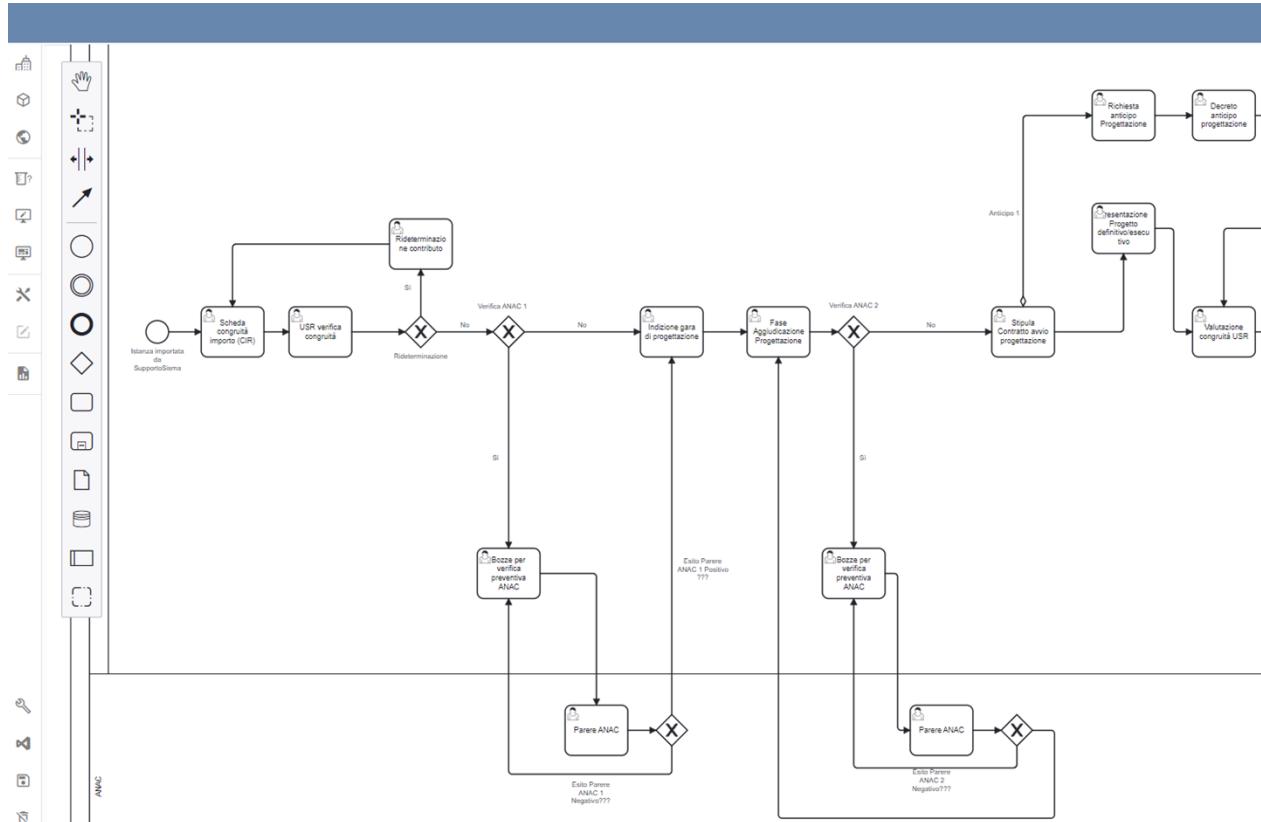


Figura 23 Visualizzatore di modelli BPMN. Nel caso particolare viene visualizzato un modello BPMN relativo alla fase di Progettazione.

## 1.3 Tools

I Tools della piattaforma sono uno degli strumenti di interazione con i modelli di dati. Possono essere sintetizzati in:

- Tool di navigazione di dati integrati
- Tool di interrogazione
- Tool di collaborazione

Maggiori dettagli relativi ai Tools sono presenti nei seguenti capitoli.

### 1.3.1 Tool di navigazione di dati integrati

Lo strumento di navigazione di dati integrati permette l'interazione diretta con il grafo che costituisce la federazione di modelli per la visualizzazione delle entità presenti nei modelli e delle connessioni tra le stesse (Figura 24).

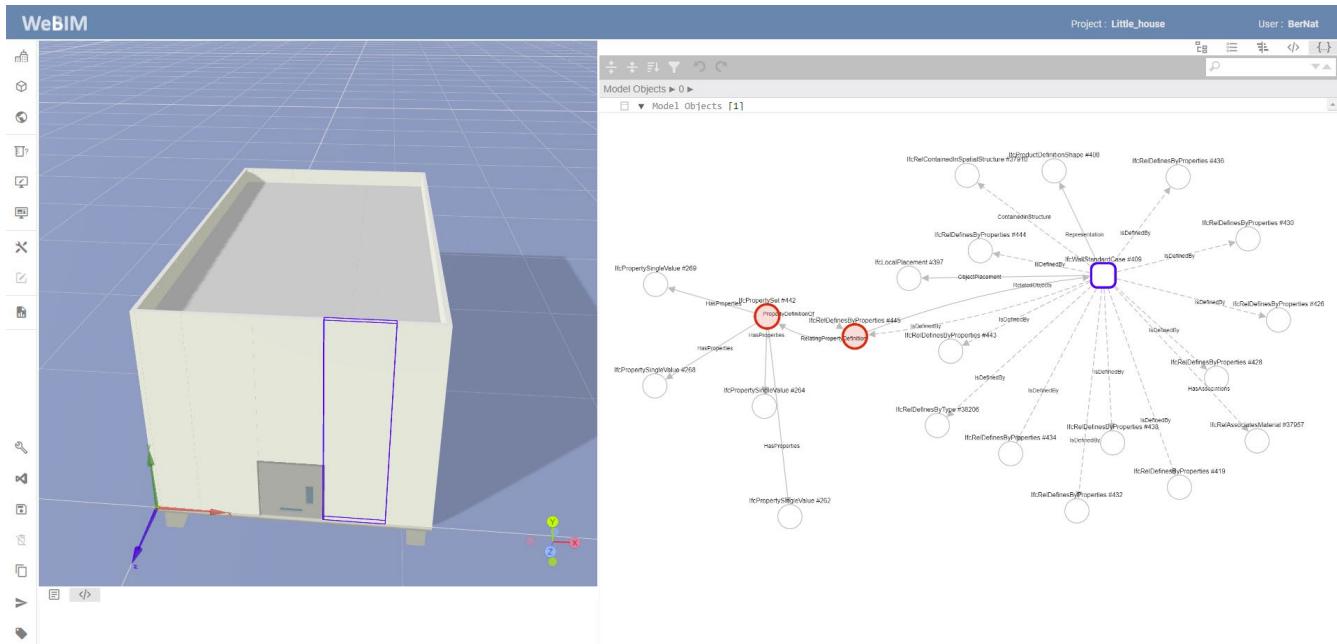


Figura 24 Visualizzazione dello strumento di navigazione di dati integrati.

### 1.3.2 Tool di interrogazione

#### 1.3.2.1 Model Checking rispetto ai Requisiti di Scambio Informativo tramite IDS

La validazione dei modelli IFC rispetto ai requisiti di scambio informativo (EIR) richiesti dal Capitolato Informativo (CI) in una specifica fase del progetto è eseguita tramite l'utilizzo dello standard Building Smart Information Delivery Specification (IDS). Un IDS è un documento interpretabile dal computer (file XML), fornito dal cliente, che definisce i requisiti di scambio del modello e quindi come gli oggetti, le classificazioni, i materiali, le proprietà e i valori devono essere consegnati e scambiati. La convalida del modello IFC rispetto all'IDS può essere svolta sia dal modellatore, sia dal cliente, sia da validatori tramite procedure di verifica automatica (Figura 25).

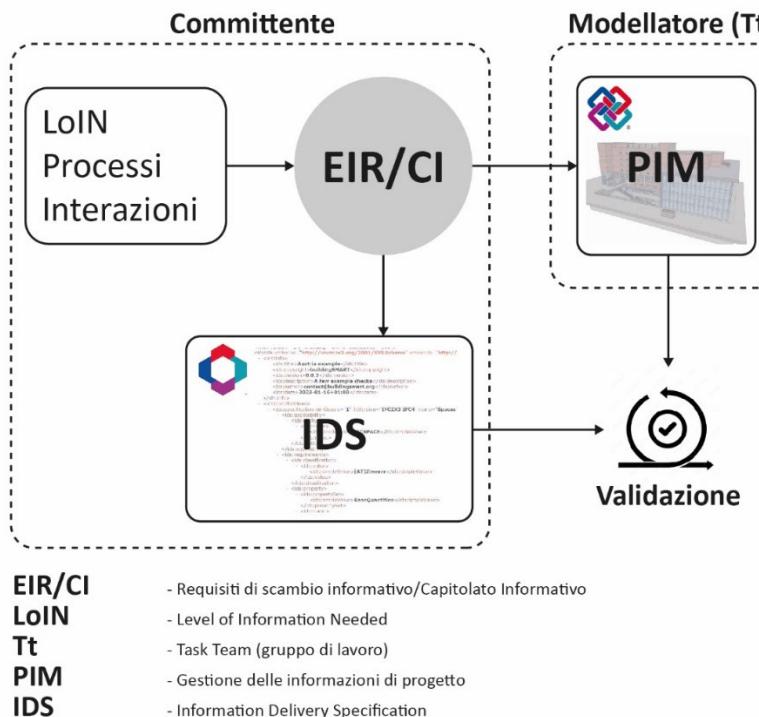


Figura 25 Model Checking del PIM rispetto al Capitolato Informativo tramite utilizzo di IDS.

#### 1.3.2.2 *Estrazione e verifiche di quantità*

Questo strumento di interrogazione consente l'estrazione delle quantità dai modelli di dati presenti in piattaforma (ad esempio modelli IFC, computi, documenti contabili, etc.). Queste informazioni sono usate per verificare la coerenza tra le quantità modellate e quelle inserite nei documenti.

#### 1.3.2.3 *Model Checking delle performance*

Questo strumento di interrogazione consente l'estrazione di particolari caratteristiche tecniche dagli elementi modellati ai fini delle verifiche delle requisiti di performance degli stessi (ad esempio antincendio).

#### 1.3.3 *Tool di collaborazione*

Ai fini della collaborazione tra molteplici utenti, la piattaforma mette a disposizione strumenti di lavoro collaborativi che riguardano la possibilità a due o più utenti di lavorare in tempo reale **contemporaneamente** su modelli condivisi. Questo si traduce nella possibilità di accedere alla stessa sessione di lavoro (fare riferimento al paragrafo 1.1.3) e dunque di inserire annotazioni in tempo reale su documenti e/o modelli condivisi, nonché di importare o esportare file .bcf (formato di collaborazione BIM).

#### 1.3.4 *Tool di registrazione*

La piattaforma offre strumenti di registrazione dei modelli di dati come introdotto nel paragrafo 1.1.1. In particolare, possono essere eseguite le seguenti procedure di registrazione:

- Registrazione di immagini su modelli (IFC, nuvole di punti, etc.)
- Registrazione di documentazione grafica pdf su modelli (IFC, nuvole di punti, etc.)
- Registrazione di modelli geometrici.

I capitoli successivi mostrano nel dettaglio ciascuna tipologia di registrazione elencata.

##### 1.3.4.1 *Registrazione di immagini su modelli*

Le procedure di allineamento in posizione e orientamento (registrazione) di immagini ai modelli di dati geometrici presenti in piattaforma possono essere scomposte in tre differenti tipologie:

- con database di immagini registrate in piattaforma
- senza database di immagini registrate in piattaforma
- registrazione manuale

Nel primo caso le immagini (prospettive e/o sferiche) vengono registrate in modo automatico. Le immagini possono essere scattate facendo uso del solo smartphone, tablet, o altro device con fotocamera. Anche nel secondo caso la registrazione è automatica, ma è necessario l'utilizzo delle tecnologie di Realtà Aumentata compatibili con la piattaforma (Capitolo 10). Nel terzo caso, la registrazione dell'immagine è manuale e avviene selezionando 3 o più punti sulla foto, e quindi selezionando i corrispondenti punti sul modello. Come nel primo caso, le immagini (prospettive e/o sferiche) possono essere scattate facendo uso del solo smartphone, tablet, o altro device con fotocamera.

Il processo di registrazione delle immagini su modello rende le immagini misurabili (Figura 26). Possono essere assegnati diversi valori di trasparenza alle immagini per aumentare/diminuire la visibilità dei modelli retrostanti. Il risultato di queste procedure è mostrato nelle seguenti figure (Figura 27).

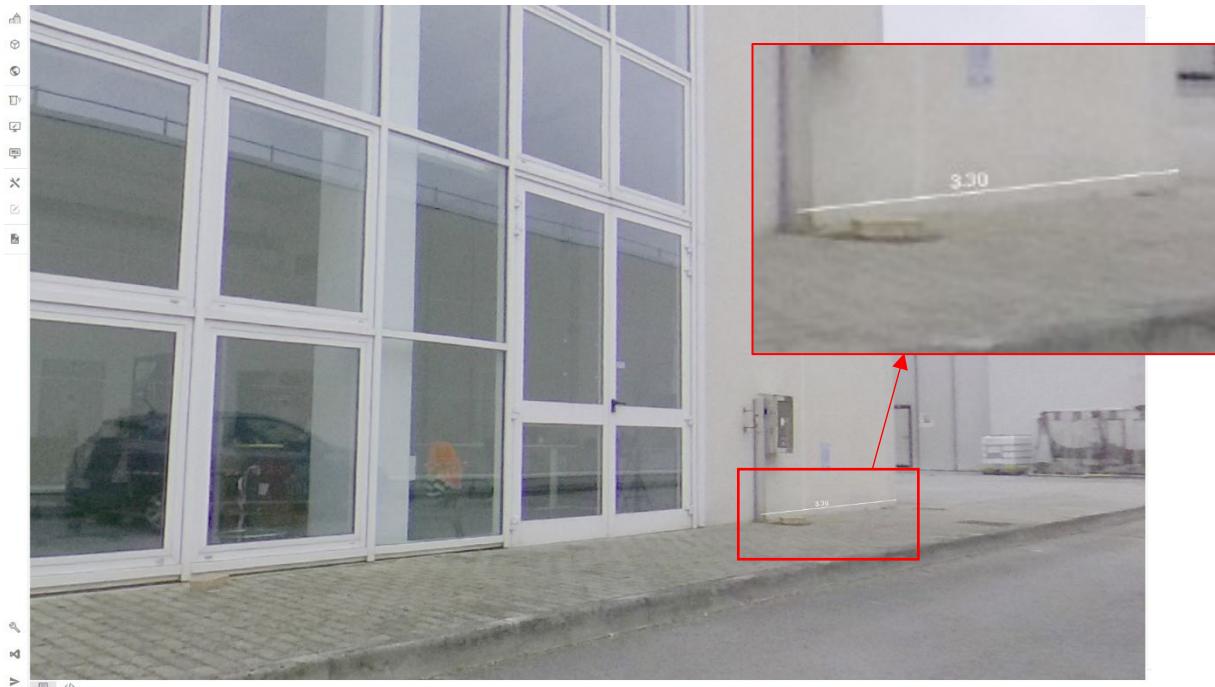
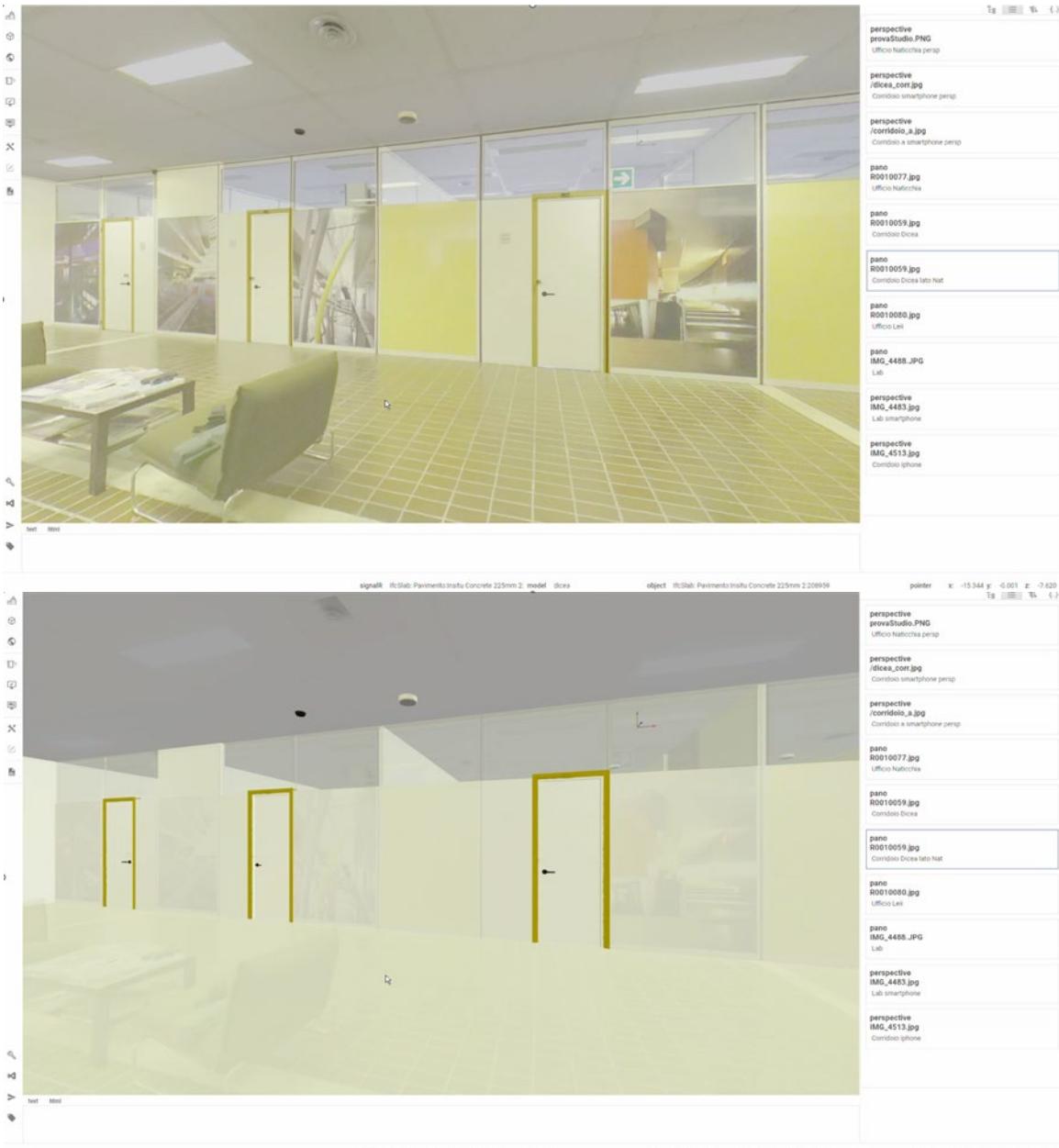


Figura 26 Misurabilità delle foto.





*Figura 27 Visualizzazione dell'immagine registrata al modello IFC dal punto di presa, con aumento della trasparenza che aumenta la visibilità del modello retrostante. In questo caso è stata registrata un'immagine sferica.*

#### 1.3.4.2 Registrazione di documentazione grafica pdf su modelli IFC

La documentazione grafica pdf (piante, prospetti, particolari costruttivi, schede tecniche) può essere registrata con i modelli tridimensionali attraverso semplici note (sticky notes), editabili con qualsiasi editor (pdf) anche gratuito (es. Acrobat Reader) come mostrato in Figura 28. Le informazioni descritte nelle note sono interpretate dalla piattaforma e utilizzate per diversi scopi, tra cui il più importante è l'allineamento con i modelli. Il punto di posizionamento della nota infatti viene correlato con le coordinate di posizionamento nel modello (in fig. 28 vedere il parametro "registration2").

Questa funzione abilita check qualitativi di coerenza tra la documentazione cartacea e i modelli BIM e permette l'arricchimento dei modelli con particolari costruttivi posti nella corretta posizione rendendo la documentazione linkata ai modelli e facilmente consultabile.

Questo meccanismo di correlazione è utilizzabile anche per altri scopi, come ad esempio per la correlazione automatica di specifici punti della documentazione tecnica (es. parti del Capitolato Speciale o di schede tecniche) ai dati dei modelli (es. computi).

I dati delle sticky notes, oltre a fornire metadati semantici, consentono di fare riferimento a specifici punti dei documenti pdf, anche multi pagina, (le coordinate delle note) per estrarre solo parti dello stesso documento.

L'area che si intende estrarre deve essere semplicemente circoscritta da gruppi di note che definiscono a tutti gli effetti dei rettangoli di selezione.

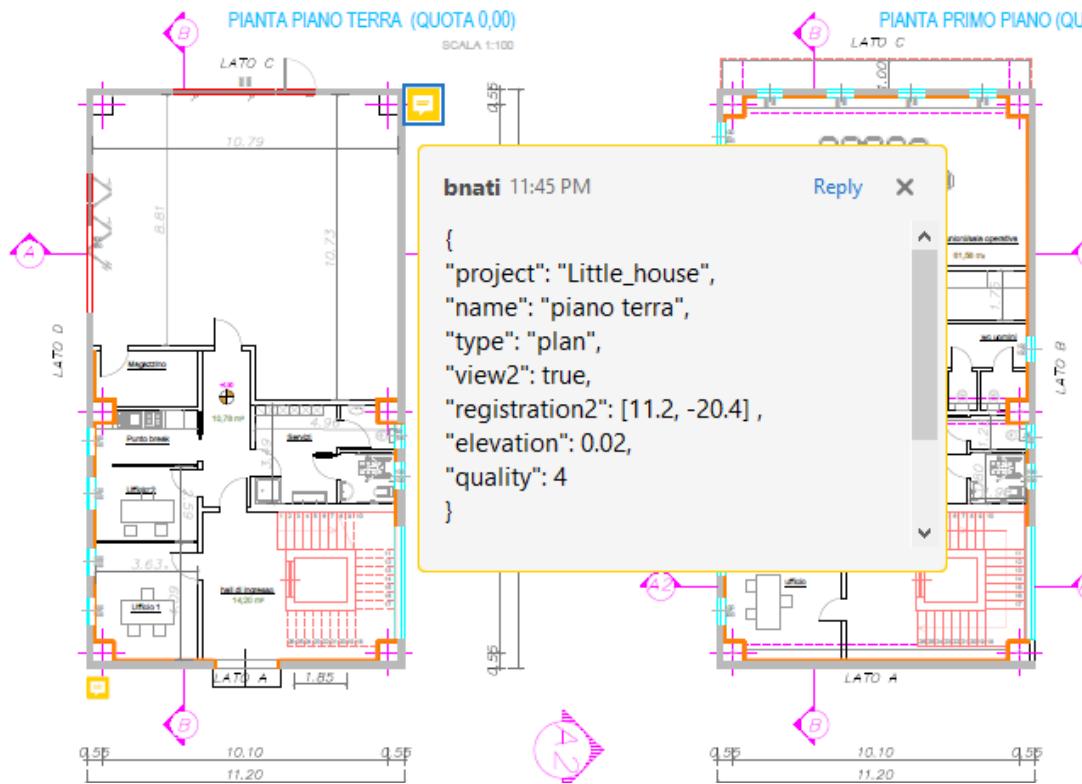


Figura 28 Applicazione di note su documento pdf per la registrazione di parte del documento con i modelli IFC.

#### 1.3.4.3 Registrazione di modelli geometrici

La registrazione della posa tra differenti modelli geometrici come ad esempio modelli IFC, CAD, nuvole di punti, etc., avviene manualmente selezionando alcuni punti chiave corrispondenti nei diversi modelli da allineare e/o direttamente assegnando coordinate geografiche accurate ai modelli di dati.

## 2 LE PRINCIPALI FUNZIONALITÀ PER LA GESTIONE DEI PROCESSI

Nei seguenti capitoli sono descritte alcune funzionalità caratterizzanti la piattaforma per la gestione dell'esecuzione dei contratti.

### 2.1 Fase di Progettazione e Validazione

#### 2.1.1 Gestione documentazione e modelli di progetto

La piattaforma consente di gestire i livelli di visibilità attraverso lo stato di documenti e modelli definito in conformità alla norma UNI ISO 19650. La gestione documentale avanzata è basata su relazioni semantiche tra i file presenti nel DMS (si faccia riferimento a quanto espresso nell'Allegato II paragrafo 2).

#### 2.1.2 Gestione Avanzata del Versioning

Si faccia riferimento a quanto descritto nel Cap. 3 dell'Allegato II.

#### 2.1.3 Abilitazione Processi Tecnici Collaborativi di Validazione

Come introdotto dal capitolo 1.3.3, la piattaforma è abilitata a processi tecnici di tipo collaborativo. Nelle fasi di validazione, è dunque possibile per due o più utenti collaborare contemporaneamente sugli stessi modelli di dati, nonché inserire in tempo reale annotazioni di tipo .bcf nei modelli.

### 2.2 Fase di esecuzione

Per la fase di esecuzione è possibile alimentare la piattaforma con dati provenienti dal cantiere sia dalle figure operanti nel cantiere e da fonti di dati di diversa natura (es. sensoristiche) (Figura 29). È anche importante la disponibilità di interfacce utente speciali quali la Realtà Aumentata.

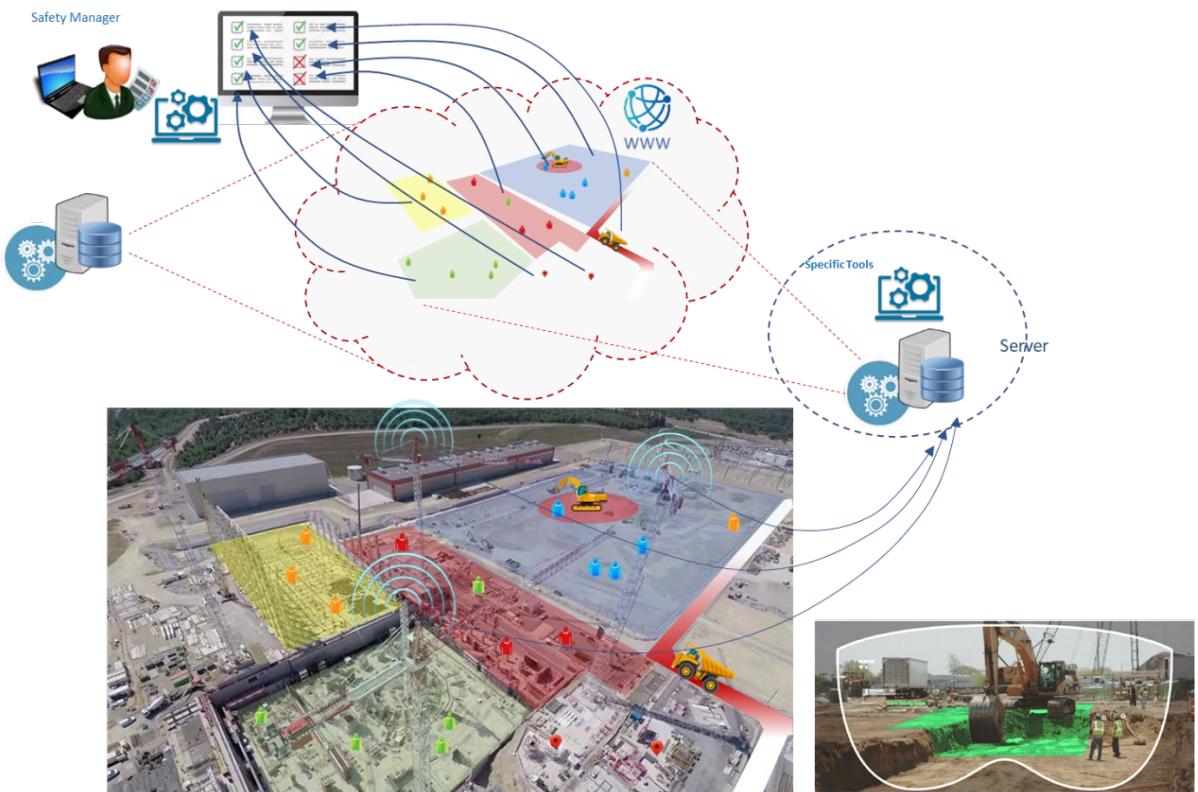


Figura 29 Concept per la fase di esecuzione.

#### 2.2.1 Applicazione di registri distribuiti per “notarizzazione” della documentazione di esecuzione

Come delineato dall'art. 12 c.10 allegato II.14 del D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36, la contabilità dei lavori è effettuata mediante l'utilizzo di strumenti elettronici specifici, che usano piattaforme, anche telematiche, interoperabili a

mezzo di formati aperti non proprietari, al fine di non limitare la concorrenza tra i fornitori di tecnologie. Tali strumenti elettronici devono essere in grado di garantire l'autenticità, la sicurezza dei dati inseriti e la provenienza degli stessi dai soggetti competenti.

In questa direzione come indicato dall'art. 30 c.1 del D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36, per migliorare l'efficienza le stazioni appaltanti e gli enti concedenti provvedono, ove possibile, ad automatizzare le proprie attività ricorrendo a soluzioni tecnologiche, ivi incluse l'intelligenza artificiale e le **tecnologie di registri distribuiti**, nel rispetto delle specifiche disposizioni in materia.

La piattaforma consente di registrare dati e documentazione relativa all'esecuzione dei lavori utilizzando proprio queste tecnologie per garantirne l'affidabilità.

## 2.2.2 Giornale dei Lavori Digitale

Di seguito sono descritte alcune funzionalità applicabili nella redazione del Giornale dei Lavori.

Come indicato dall'art. 12 dell'allegato II 14 del D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36, le annotazioni riguardano:

- *l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni; (Documentazione fotografica allineata ai modelli, rilievi fotogrammetrici e lidar)*
- *la qualifica e il numero degli operai impiegati; (registri presenze alimentati da controlli accessi)*
- *l'attrezzatura tecnica impiegata per l'esecuzione dei lavori; (registri attrezzature alimentati da controlli accessi)*
- *l'elenco delle provviste fornite dall'esecutore, documentate dalle rispettive fatture quietanzate, nonché quant'altro interessa l'andamento tecnico ed economico dei lavori, ivi compresi gli eventuali eventi infortunistici; (indicizzazione di documenti con fasi di lavoro)*
- *l'indicazione delle circostanze e degli avvenimenti relativi ai lavori che possono influire sui medesimi, inserendovi le osservazioni meteorologiche e idrometriche, le indicazioni sulla natura dei terreni e quelle particolarità che possono essere utili; (registri alimentati da dati in tempo reale)*
- *le disposizioni di servizio e gli ordini di servizio del RUP e del direttore dei lavori; (indicizzazione di documenti e allineamento fotografico)*
- *le relazioni indirizzate al RUP; (indicizzazione di documentazione con fasi di lavoro)*
- *i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove; (indicizzazione di documentazione con fasi di lavoro)*
- *le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori; (indicizzazione di documentazione con fasi di lavoro)*
- *le varianti ritualmente disposte, le modifiche o aggiunte ai prezzi*

È importante sottolineare che il giornale di lavori in piattaforma è basato sulla registrazione collegata ai modelli dei dati sopra elencati (che si traducono in note, indicazioni, report, immagini, etc.) accessibili con interfaccia su calendario come mostrato in Figura 30.

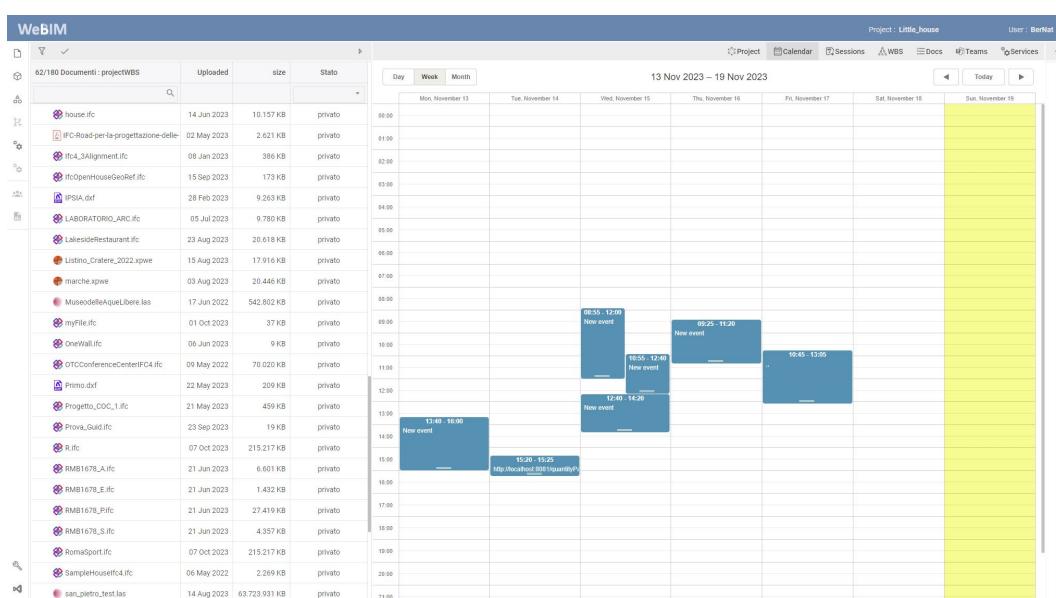


Figura 30 Visualizzazione degli eventi relativi alla registrazione di dati e documentazione del GdL.

Questa documentazione è registrata con i modelli presenti in piattaforma tramite le differenti tecniche già descritte in precedenza (paragrafo 1.3.4).

### 2.2.3 Gestione Documentazione Contabilità

La compilazione dei documenti può essere svolta secondo il principio di costante progressione della contabilità, le attività di accertamento dei fatti produttori spesa sono computate contemporaneamente al loro accadere. I documenti contabili possono essere caricati e gestiti in piattaforma accedendo agli stessi tramite il DMS. Possono essere soggetti a verifiche di model checking multidominio rispetto ai modelli IFC relativi allo stato corrente dell'esecuzione.

### 2.2.4 Integrazione modelli procedurali

È possibile rendere automatico il tracking e anche l'esecuzione di procedure tramite l'utilizzo di modelli di processo BPMN (Figura 31) per l'interconnessione diretta tra i processi presenti in piattaforma ed eventuali processi esterni (es. alimentazione di altre piattaforme).

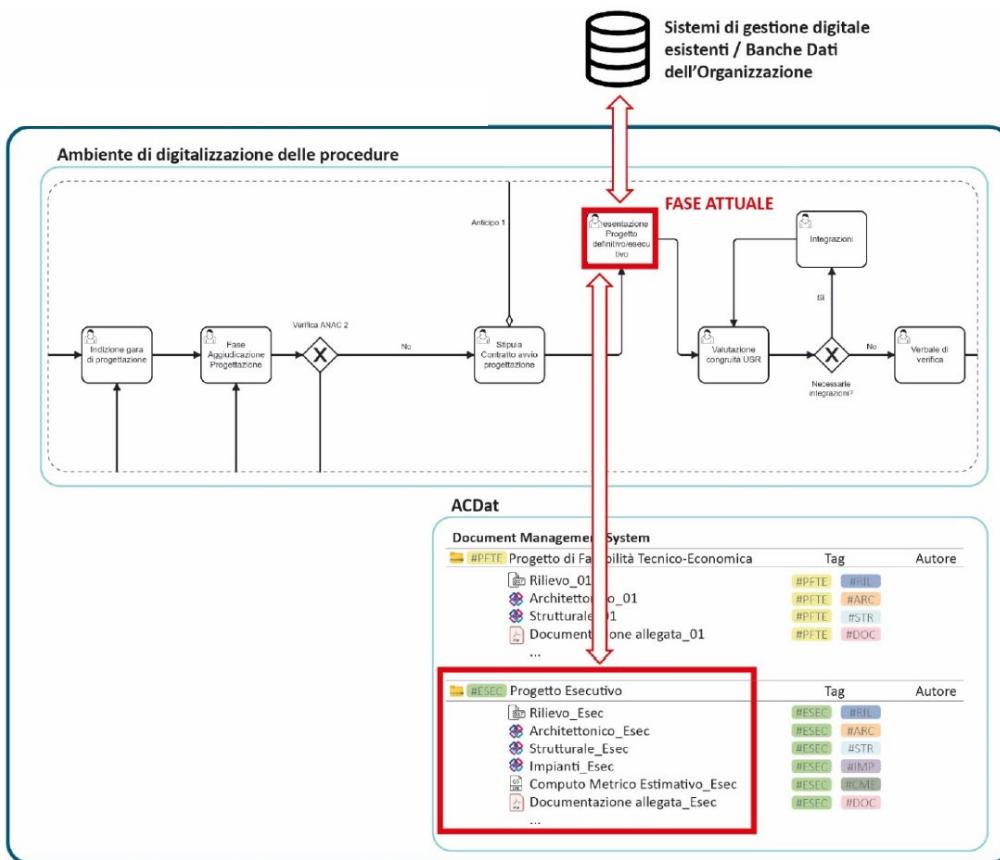


Figura 31 Visualizzazione di un modello BPMN integrato in piattaforma per il tracciamento dell'esecuzione di procedure.

### 2.2.5 Monitoraggio dell'andamento dei lavori

L'andamento dei lavori può essere monitorato in piattaforma tramite comparazione del reale svolgimento dei lavori rispetto a quello definito nel programma dei lavori (Figura 32).

L'andamento reale delle lavorazioni può essere identificato acquisendo la documentazione relativa allo stato attuale del cantiere come immagini registrate, annotazioni, sessioni correnti, modelli As Built, etc., per poi registrarla e/o collegandola semanticamente al programma dei lavori. Con questo processo viene ricostruito l'andamento del cantiere per evidenziare la presenza di allineamenti/disallineamenti con le percentuali previste dal programma di lavori.

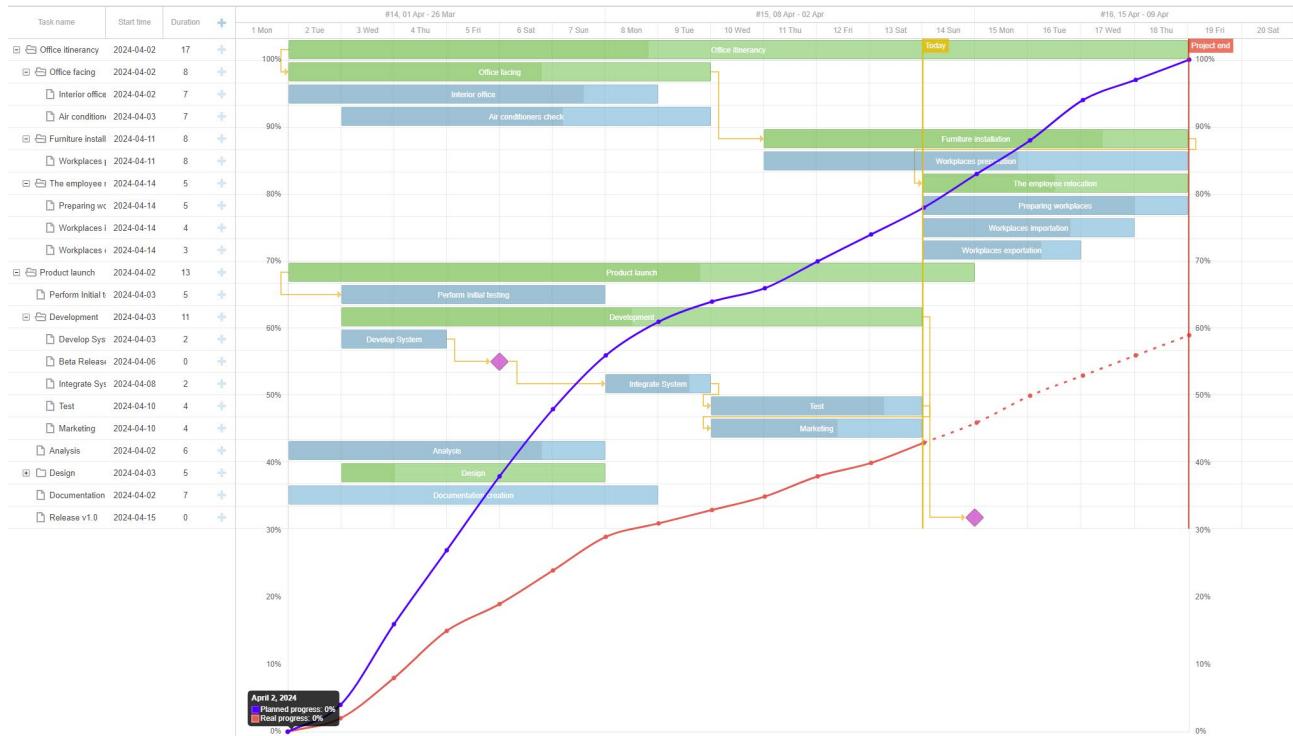


Figura 32 Monitoraggio dell'andamento dei lavori tramite visualizzazione dell'andamento reale delle lavorazioni rispetto a quello definito da programma dei lavori.

## 2.2.6 Monitoraggio Collaborativo

Come introdotto nel capitolo 1.3.3, la piattaforma è abilitata a processi tecnici che consentono una **vigilanza collaborativa**. Nella fase di esecuzione questo si traduce nel supporto delle ispezioni in cantiere. È dunque possibile per due o più utenti collaborare contemporaneamente sugli stessi modelli di dati, nonché inserire in tempo reale annotazioni e/o foto georeferenziate nei modelli ai fini delle ispezioni e verifiche di cantiere. In questo caso, è importante sottolineare come questa funzionalità renda possibile la verifica in tempo reale dell'attuazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) semplicemente scattando delle foto con smartphone, tablet, o altri device dotati di fotocamera.

## 2.2.7 As Built (Fascicolo del Fabbricato)

Ai fini della costituzione di un **Fascicolo del Fabbricato** basato sul BIM, la piattaforma offre la possibilità di arricchire i modelli As Built collegando agli oggetti IFC le relative documentazioni (pdf, bcf, etc.) tramite l'uso di link semantici. Ad esempio, il modello IFC può essere arricchito con schede tecniche. Il modello As Built arricchito, che definirà di fatto l'AIM, può essere interrogato tramite le procedure di querying disponibili in piattaforma.

## 2.2.8 Abilitazione Realtà Aumentata in Cantiere

Processi di verifica, validazione, ispezione e manutenzione possono essere supportati da tecnologie di realtà aumentata (AR) sviluppate appositamente per la piattaforma in questione (Figura 33 e Figura 34). Le tecnologie di AR compatibili con la piattaforma includono sia strumenti "head-mounted" (ad esempio HoloLens2) che "handheld" (device portatile manuale) utilizzabili tramite l'integrazione di qualsiasi tipo di smartphone.

L'utilizzo delle suddette tecnologie di AR permette:

- il caricamento in piattaforma di informazioni relative allo stato corrente (dell'esecuzione, del manufatto, ...) come immagini e/o procedure di report, la registrazione (allineamento) delle stesse con i modelli di dati presenti, nonché l'arricchimento semantico dei modelli di dati con le nuove informazioni raccolte.
- La visualizzazione in realtà aumentata dei modelli e delle relative informazioni presenti in piattaforma senza la necessità di utilizzo di infrastrutture per l'allineamento (come ad esempio markers, QR code, etc.) e senza discontinuità tra scenari differenti (come ad esempio ambienti esterni/interni).



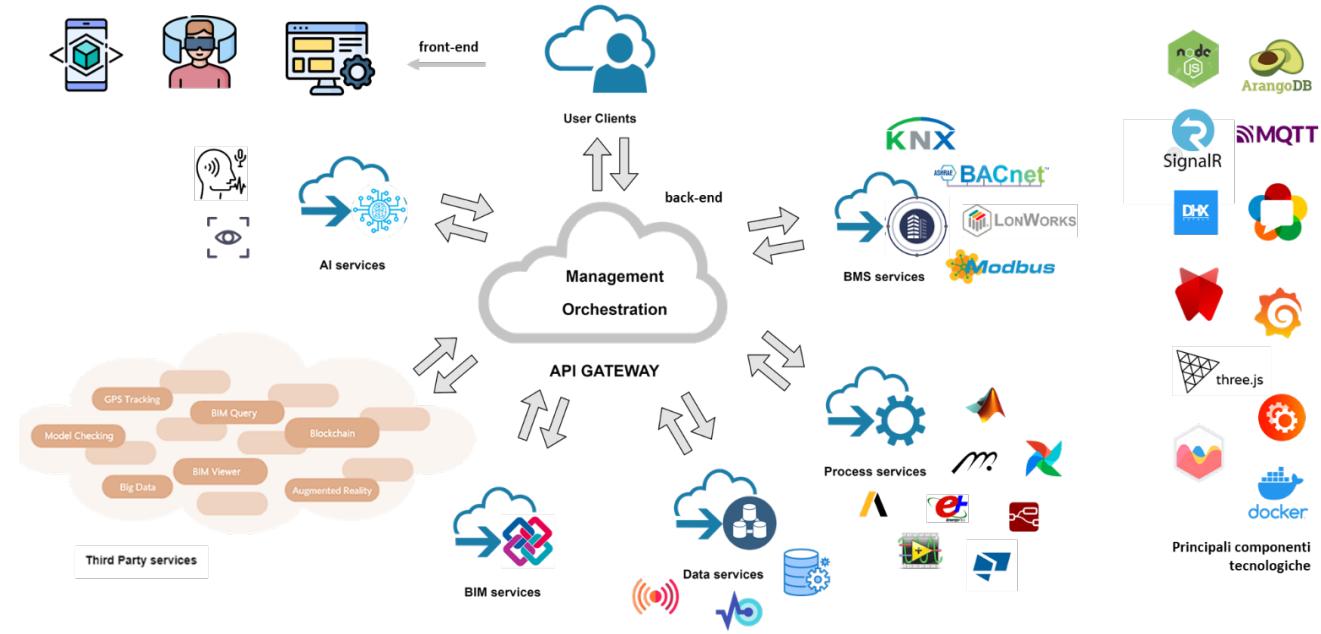
Figura 33 Visualizzazione tramite un device di Realtà Aumentata di un modello BIM allineato alla realtà (pt.1).



Figura 34 Visualizzazione tramite un device di Realtà Aumentata di un modello BIM allineato alla realtà (pt.2).

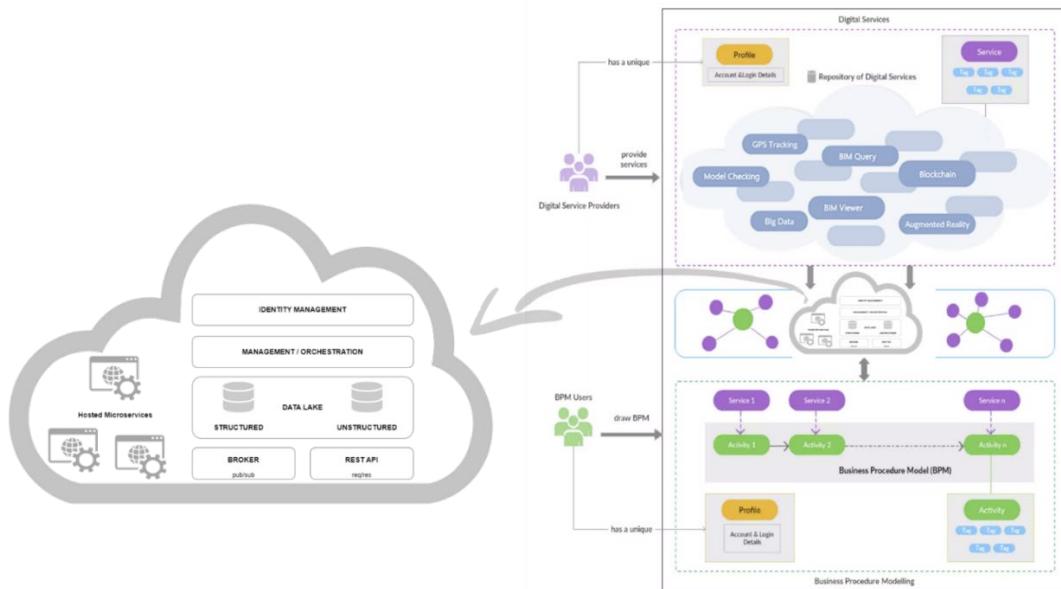
## ALLEGATO I - ARCHITETTURA GENERALE DELLA PIATTAFORMA

L'architettura della piattaforma è organizzata come un sistema di microservizi distribuibili in modo indipendente in grado di comunicare tramite API. L'architettura di microservizi consente di implementare nuove funzioni e apportare modifiche più rapidamente, senza dover riscrivere il codice esistente.



Architettura tecnologica della piattaforma – pt.1

I diversi microservizi possono non risiedere nell'infrastruttura centrale dove invece sono concentrate le funzioni di gestione delle autorizzazioni, del coordinamento dei microservizi e di alcuni servizi core strategici.



Architettura tecnologica della piattaforma – pt.2

Questa architettura consente migliore sviluppo, manutenibilità e personalizzazione.

Inoltre la distribuzione dei microservizi nel web consente anche di raggiungere una maggiore scalabilità e resilienza rispetto alle architetture monolitiche con riduzione drastica del rischio di crash generale di deficit di banda di connessione.

## ALLEGATO II - I PRINCIPALI COMPONENTI CORE

### 1. Management Identità

La gestione degli account e delle relative autorizzazioni è organizzata su due livelli:

- gestione account: questo primo livello regola l'accesso alla piattaforma
- gestione autorizzazioni: questo secondo livello è orientato alla gestione della accessibilità a dati e procedure ed è personalizzabile in funzione delle policy di management dei procedimenti. Su questo livello è ad esempio implementata anche la gestione gerarchica di autorizzazioni per team che consente di gestire in modo snello e facilmente controllabile l'accessibilità dei diversi utenti.

### 2. Document Management System

Il Document Management System (DMS) consente di implementare le funzioni di storage e condivisione massiva dei documenti (file) e di gestire con criteri personalizzati la loro catalogazione, indicizzazione e condivisione.

Gran parte delle funzionalità degli Ambienti di Condivisione Dati (ACDat) disponibili sul mercato si esauriscono con quelle di un semplice DMS.

Benché questa piattaforma offra molti altri servizi rispetto a quelle commerciali, anche nell'ambito delle funzionalità di DMS si distingue per un'innovazione assoluta che è quella di relazionare i diversi documenti tra loro con link semanticci. Il grafo di relazioni implementato (gran parte con procedure automatiche) consente di navigare la struttura documentale ed estrarre dati o ricostruire le relazioni anche non evidenti tra i diversi contenitori informativi o anche di individuare contenitori informativi non correlati ad altri.

Tra le relazioni più semplici implementate c'è ad esempio quella che lega i vari formati di contenitori informativi come la versione OpenBIM e quella nativa di un modello BIM.

Tra le relazioni però più importanti c'è quella che consente di gestire il Versioning che garantisce efficienza e tracciabilità uniche svincolate dalla denominazione del file. Quest'ultima è comunque elaborata in modo automatico quando si vuole prelevare un file fuori dalla piattaforma.

### 3. Versioning

I documenti caricati in piattaforma, oltre ad essere indicizzabili attraverso metadati di diversa natura possono essere connessi reciprocamente con relazioni semantiche che abilitano la gestione avanzata delle seguenti funzionalità:

- propagazione degli effetti dell'aggiornamento dei documenti ai dati da essi estratti
- ricostruzione della storia evolutiva dei documenti e dei dati estratti dagli stessi
- codifica degli aggiornamenti in uploading non legata necessariamente al nome dei file. Ciò consente di non costringere a cambiare il nome durante lo sviluppo delle elaborazioni (viceversa il nome dei file è codificato in funzione della versione solo in downloading).

Nella figura seguente è visualizzato il caso in cui un file IFC "BridgeM1" (alla destra) è aggiornato due volte, la prima con un file che ha lo stesso nome e la seconda con un file "Bridge". Le relazioni tra questi file sono registrate e visualizzate con link di tipo "updates". Il grafo di relazioni consente da un lato di interrogare il DMS sulla storia di aggiornamenti e dall'altro di trasferire l'aggiornamento anche sui modelli estratti da questi file (contenitori rettangolari).

Questo trasferimento consente ad esempio di automatizzare l'uso della versione più aggiornata in operazioni come la federazione di modelli.

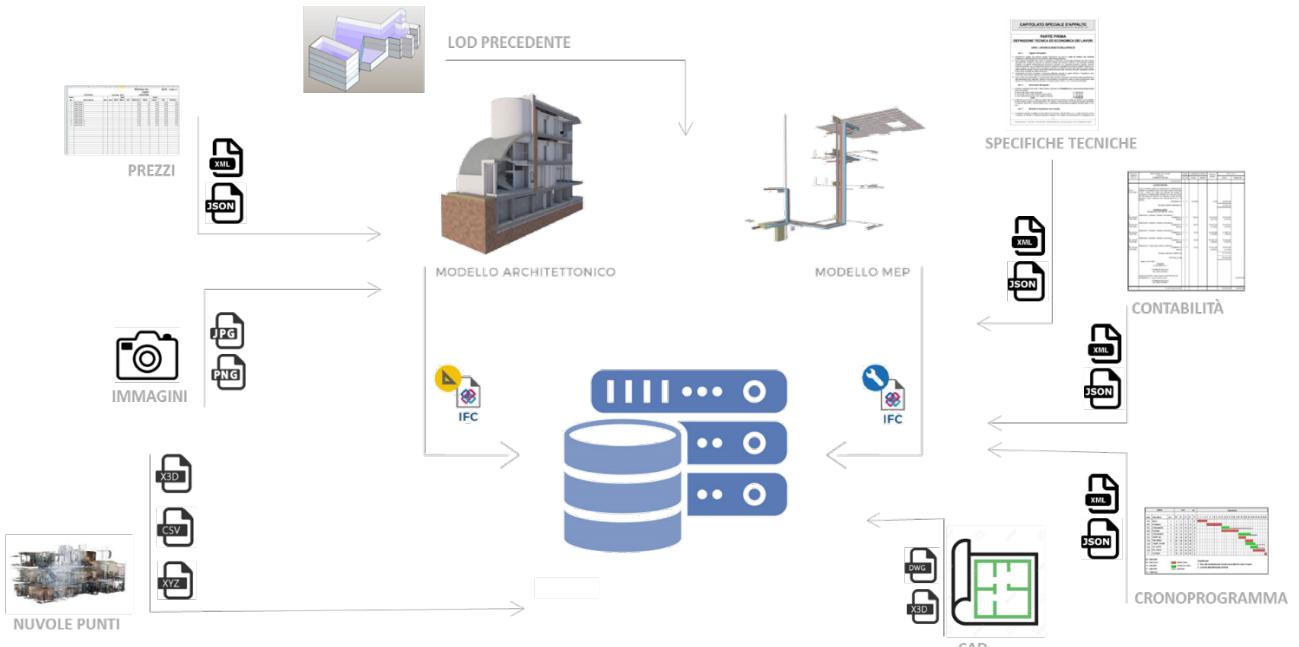
WeBIM
Project : Little\_house
User : BerNat

File
Upload
size
Status

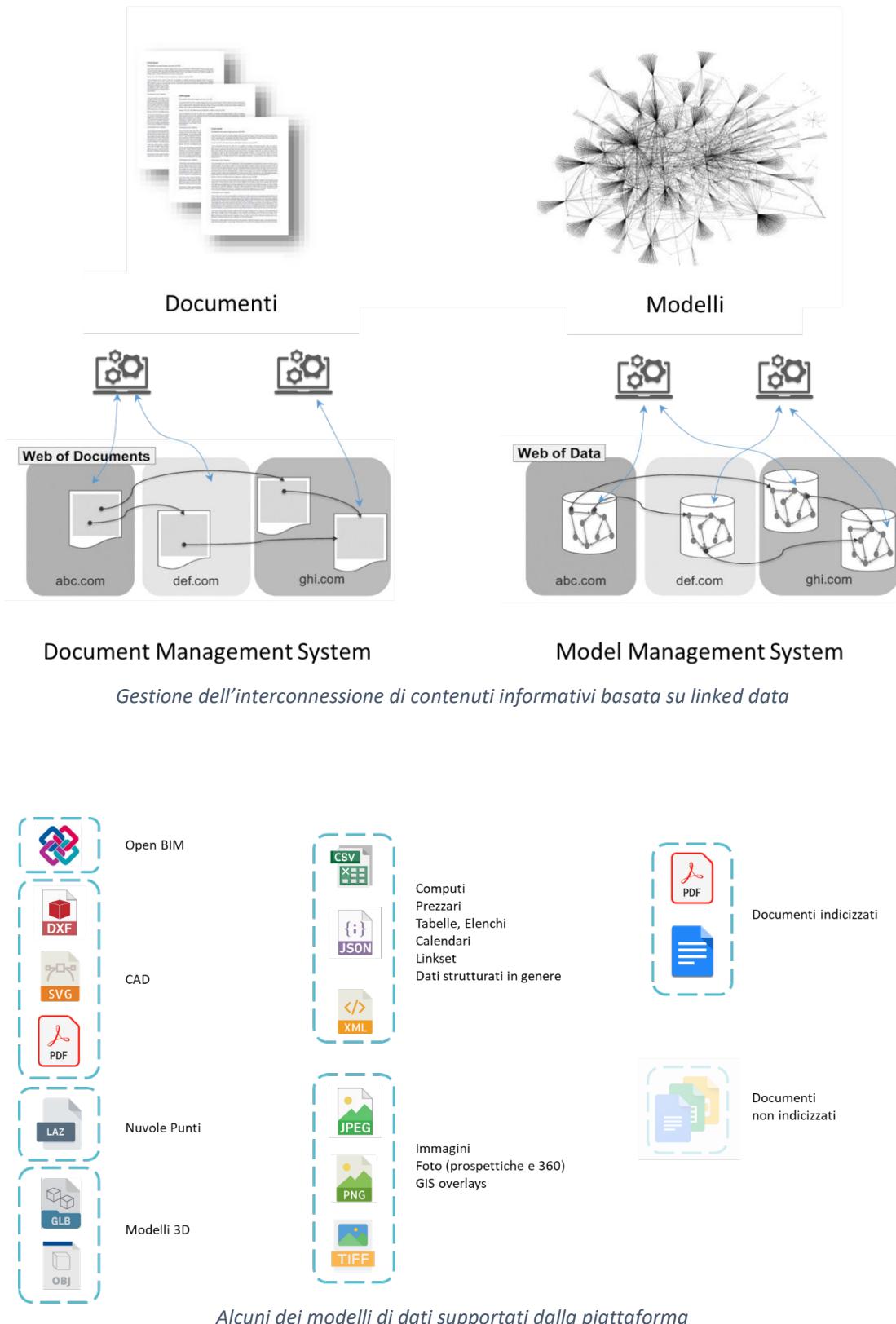
	Uploaded	size	Status
Cineca_6M.las	13 Apr 2023	170.731 KB	privato
Computo_cInti.xpwe	06 Jun 2023	467 KB	privato
Computo_STR.xpwe	12 Jun 2023	470 KB	privato
Copertura.dxf	22 May 2023	201 KB	privato
dicea.dxf	10 Mar 2023	27.086 KB	privato
dicea.ifc	10 Mar 2023	38.454 KB	privato
dicea.las	02 Mar 2023	282.933 KB	privato
Fano.las	27 May 2022	1.167.561 KB	privato
FANO_BIM.ifc	23 Dec 2022	62.161 KB	privato
floorplan_a.dxf	28 Feb 2023	1.091 KB	privato
house.ifc	14 Jun 2023	10.157 KB	privato
IFC-Road-per-la-progettazione-delle-02 May 2023	2.621 KB	privato	
Ifc4_3Alignment.ifc	08 Jan 2023	386 KB	privato
IfcOpenHouseGeoRef.ifc	15 Sep 2023	173 KB	privato
IPSIA.dxf	28 Feb 2023	9.263 KB	privato
LABORATORIO_ARC.ifc	05 Jul 2023	9.780 KB	privato
LakesideRestaurant.ifc	23 Aug 2023	20.618 KB	privato
Listino_Cratere_2022.xpwe	15 Aug 2023	17.916 KB	privato
marche.xpwe	03 Aug 2023	20.446 KB	privato
MuseodelleAqueLibere.las	17 Jun 2022	542.802 KB	privato
myFile.ifc	01 Oct 2023	37 KB	privato
OneWall.ifc	06 Jun 2023	9 KB	privato
OTCConferenceCenterIFC4.ifc	09 May 2022	70.020 KB	privato
Primo.dxf	22 May 2023	209 KB	privato

Aggiornamento del documento tracciato con link semanticci che consente di aggiornare automaticamente i modelli da essi estratti dovunque essi siano utilizzati

## 4. Graph Data Lake



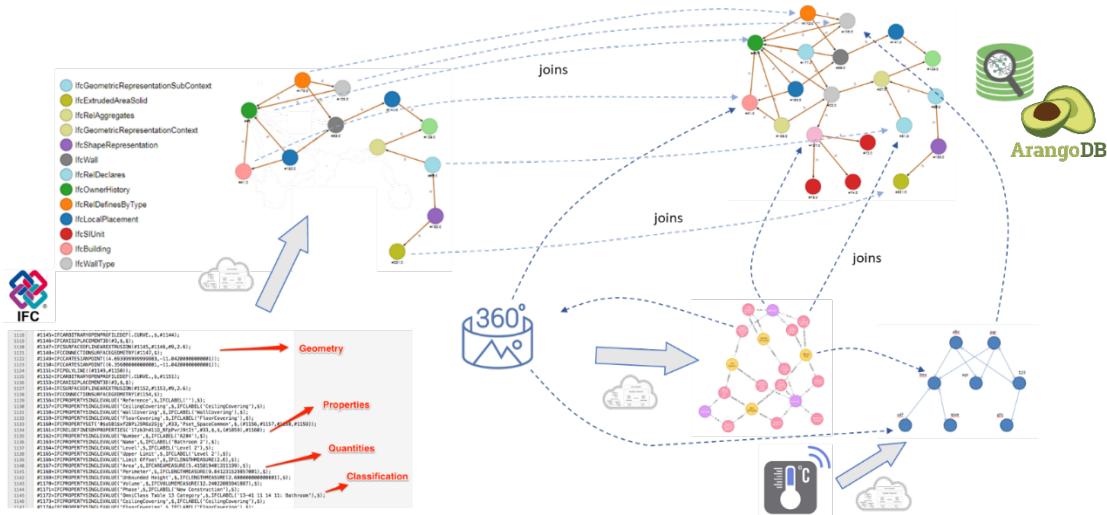
Integrazione di dati e modelli di molteplici formati in un data lake basato su graph db



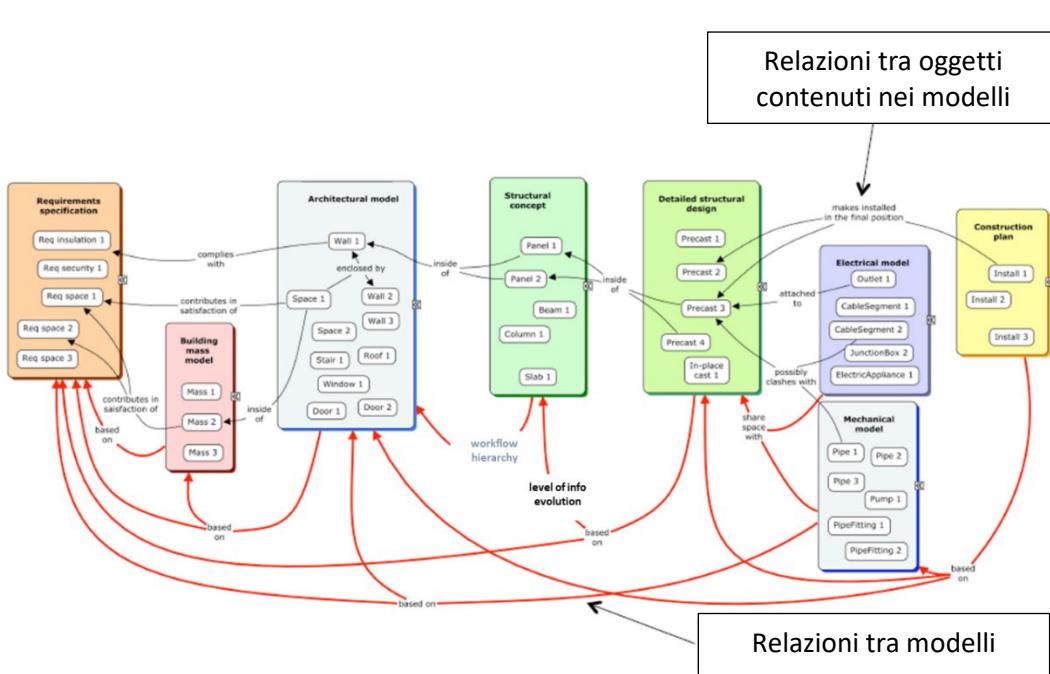
La piattaforma consente di estrarre modelli di dati da un gran numero di tipologie di documenti. L'estrazione produce modelli a grafi che sono gestiti con database a grafi ad alte prestazioni (ArangoDB). Attualmente possono essere gestiti modelli estratti dalle seguenti tipologie di documenti:

- IFC Express: (IFC 2x3 TC1: ISO/PAS 16739:2005, IFC4 ISO 16739:2013, IFC4 ADD2 TC1: ISO 16739-1:2018)  
Modelli OpenBIM da cui è estratta l'intera struttura di oggetti e relazioni oltre che la geometria tridimensionale;
- XPWE: Modelli XML di computi metrici estimativi e documenti della contabilità;

- MPP e XER: Modelli di programma dei lavori da software Ms Project e Primavera P6;
- LAS, LAZ: Modelli di nuvole di punti;
- DXF, SVG: Modelli cad bidimensionali;
- GLTF, GLB: modelli tridimensionali da file “gltf” o “glb”;
- PDF: Modelli dati estratti da file “pdf”;
- JSON e XML: Modelli generici di qualsiasi natura importati in file di tipo “json” o “xml”;
- JPG e PNG: Modelli estratti da immagini fotografiche;
- SHP: Modelli shapefile da file “shp”.

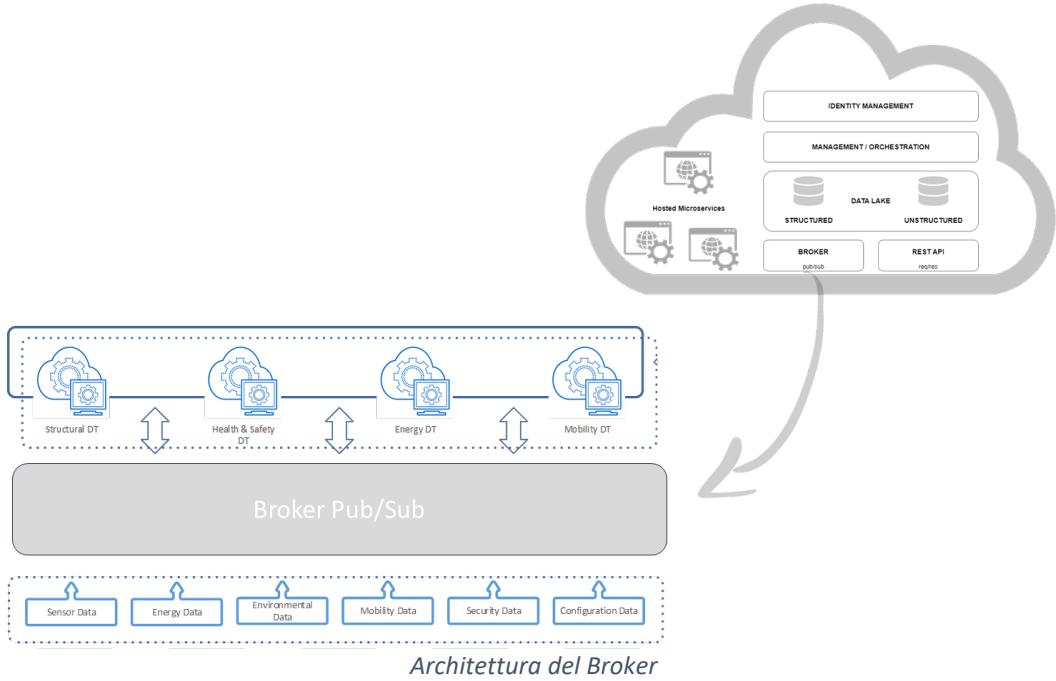


e di mettere in relazione reciproca sia i modelli (Model level relations) che i singoli oggetti contenuti nei modelli (Object level relations).



Relazioni a livello di modello e a livello di oggetto

## 5. BROKER PUB/SUB

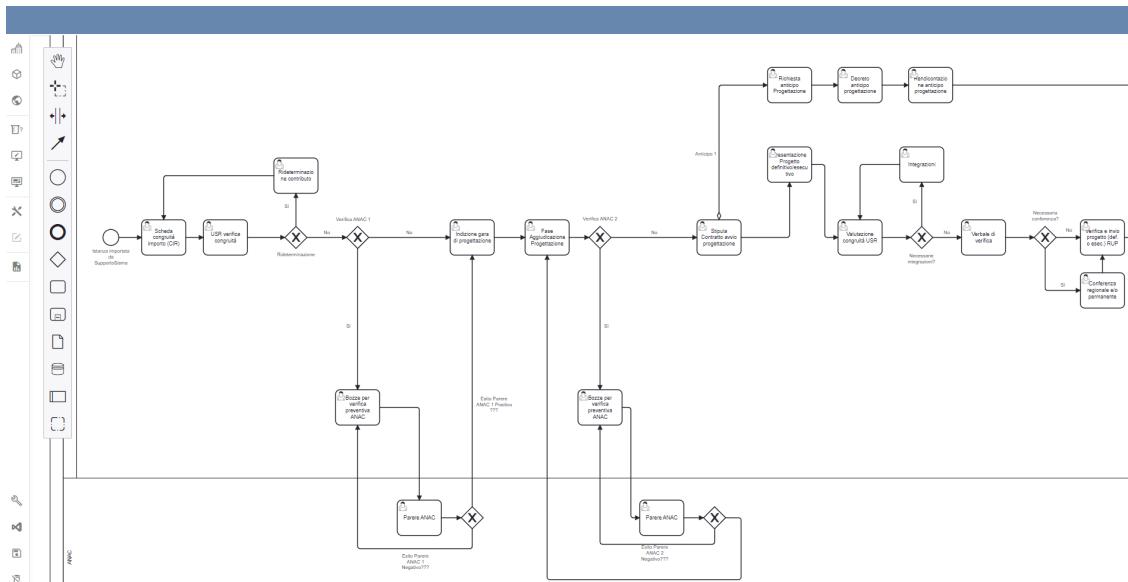


Il broker della piattaforma consente di erogare servizi di scambio dati e chiamate procedurali remote in modalità push. Ciò consente di costruire funzionalità di interazione in tempo reale particolarmente utili per implementare Digital Twins.

## 6. Rest Api Interface

L'interfaccia REST API espone diversi servizi per poter interagire con la piattaforma e implementare Client applicativi ad hoc.

## 7. Microservice Orchestrator



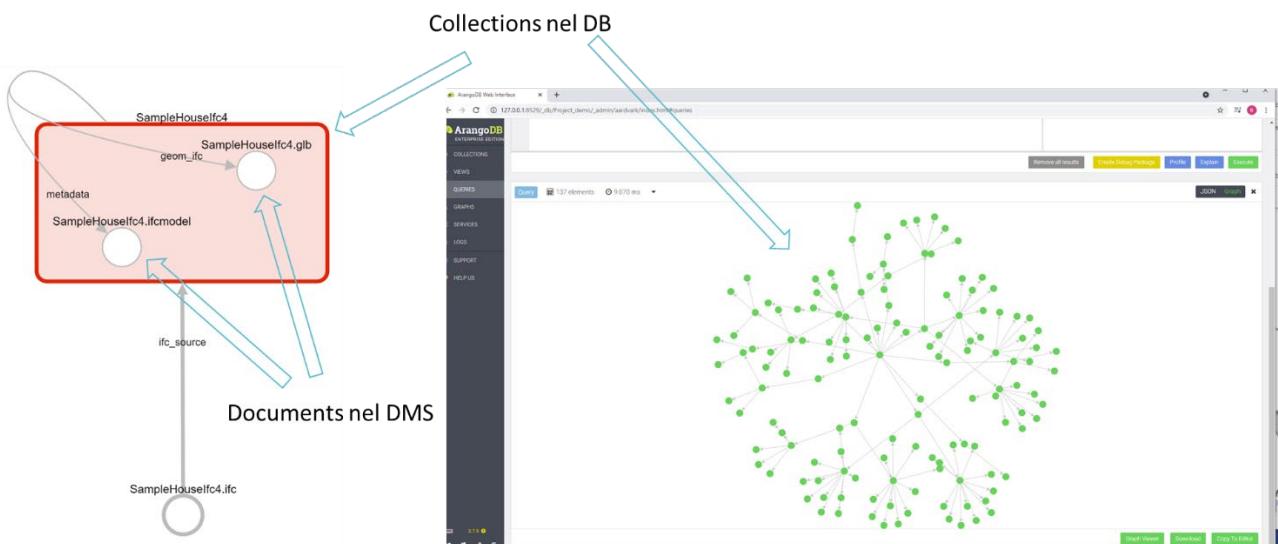
*Schema esemplificativo dell'orchestratore di microservizi per un processo specifico*

## 8. Core Microservices

### a. Data Extraction



Estrazione di modelli di dati – pt.1



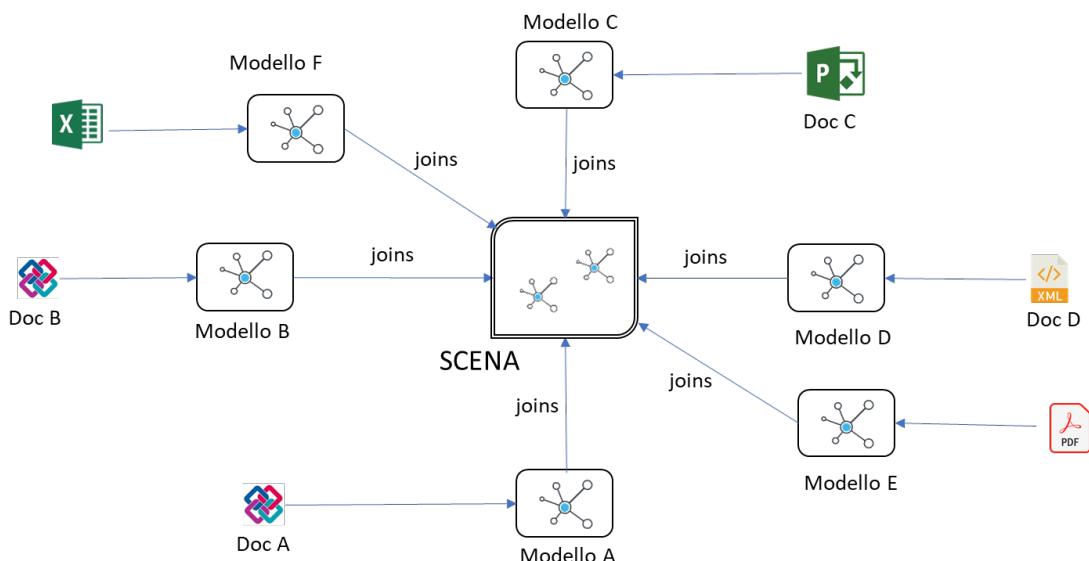
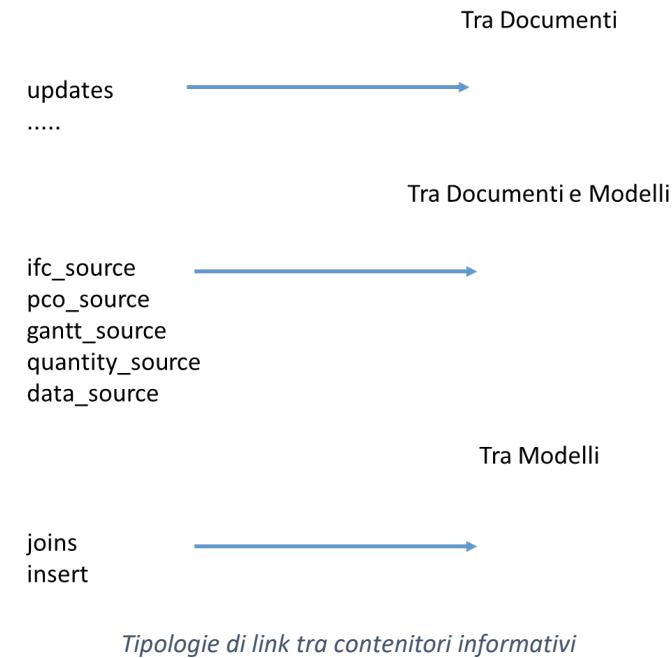
Estrazione di modelli di dati – pt.2

### b. Data Integration

Servizio di integrazione dei modelli di dati eterogenei presenti in piattaforma per la definizione di scene. L'integrazione tra i diversi modelli di dati avviene tramite l'utilizzo di link semanticici tra:

- Documenti, per l'aggiornamento della documentazione.
- Documenti e modelli, per l'estrazione dei modelli di dati dai documenti.
- Modelli, per l'integrazione dei modelli di dati eterogenei presenti in piattaforma.

Il paragrafo 1.2.3 approfondisce l'integrazione di modelli di dati in piattaforma tramite l'utilizzo di un modellatore di scene.



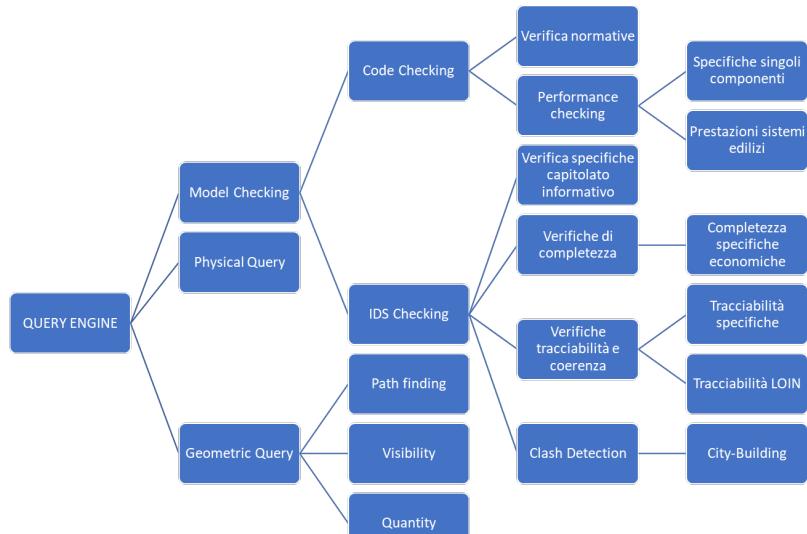
*Integrazione di modelli di dati provenienti da tipologie di documenti differenti – pt.1*

### c. Interrogazione dei Modelli

L'interrogazione dei modelli di dati presenti in piattaforma può riguardare sia singoli che multipli modelli di dati, anche di diversa natura e dunque eterogenei tra loro.

L'interrogazione dei modelli ha scopi definiti:

1. Interrogazione dei dati geometrici
2. Model Checking
  - a. Verifiche normative e delle performance
  - b. Verifiche coerenza informativa
  - c. Verifiche di completezza informativa



*Schematizzazione del motore di data querying*

#### *d. Tracciamento con impiego di tecnologia basata su Registri Distribuiti*

Per garantire la trasparenza e la responsabilità di tutte le transazioni che coinvolgono gli asset e i gemelli digitali, ogni intervento ad ogni livello è tracciato in public ledger (blockchain). Le tecnologie blockchain garantiscono l'immutabilità e la tracciabilità di ogni transazione.