

Dal Digital Twin all'HBIM con la tecnologia Matterport Palazzo Remondini, Bologna, Italy - Intervento di restauro e risanamento conservativo con miglioramento sismico

Progetto vincitore nella categoria "Piccoli Progetti" del BIM&DIGITAL Awards 20

Angelo De Cocinis, Engineer - Sara Ferrari, Engineer



ABSTRACT

La progettazione di questo intervento ha permesso la sperimentazione di un nuovo flusso BIM. Il reverse engineering ottenuto mediante la realizzazione di un Digital Twin a navigazione immersiva, condivisibile e raggiungibile via web, costruito attraverso scansioni LIDAR con elaborazione in cloud, abilita nuovi modi di progettare rendendo accessibili tecnologie fino ad ora non sostenibili per piccoli progetti. Il Digital Twin gestito con la piattaforma cloud [e-Building](#) lo rende altamente scalabile.

1. Palazzo Remondini

L'edificio, sito a San Giovanni in Persiceto (BO), in Circonvallazione V. Veneto, oggi noto come Palazzo Remondini, è parte del complesso immobiliare che è stato oggetto del lascito della famiglia Remondini alla Congregazione delle Suore Minime dell'Addolorata. L'immobile risale al 1600, è sottoposto a tutela da parte della Soprintendenza (D.Lgs. 42/2004 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio") e fa parte di un più ampio intervento di riqualificazione urbana dell'intero complesso Remondini.

L'edificio è ubicato immediatamente a sud del centro storico di San Giovanni in Persiceto, poco fuori la cosiddetta "Porta di Sopra" (Porta Vittoria). L'area di pertinenza del fabbricato, che un tempo si estendeva ben oltre gli attuali confini, occupando l'area compresa fra Via Castagnolo e Via della Pace, è conosciuta come ex "Orti di Caprara", dal nome della famiglia senatoria bolognese un tempo proprietaria. La facciata principale dell'edificio non è rivolta verso il centro di San Giovanni, quindi verso la Circonvallazione e la Porta, ma al contrario è rivolta verso il giardino, sul quale si affaccia con un balconcino posto al piano primo, sorretto da mensoloni sagomati e impreziosito da una balaustra lavorata in ghisa.

L'immobile è caratterizzato da pianta regolare di forma rettangolare e si sviluppa su tre livelli fuori terra: due ad uso residenziale ai quali si aggiunge un sottotetto di notevole altezza interna. La conformazione del coperto è a padiglione, con manto di copertura in coppi di laterizio.



Figura 1 – Palazzo Remondini - fotografia storica ante 1911.



Figura 2 – Palazzo Remondini - fotografia attuale – inverno 2018.

Nell'anno 2018 è stata emessa dal Comune un'Ordinanza contingibile ed urgente di messa in sicurezza in quanto l'immobile versava in condizioni estremamente critiche, in stato di avanzato degrado e con presenza di ingenti crolli.



Figura 3 – Crollo porzione di solaio di piano primo e secondo.



Figura 4 – Crollo porzione di copertura.

In base alle problematiche e alle vulnerabilità riscontrate si è definito un *progetto di restauro e risanamento conservativo con miglioramento sismico*, consistente in una serie di interventi che hanno consentito l'eliminazione, o quantomeno l'attenuazione, di tutte le carenze riscontrate, anche di quelle non "misurabili numericamente", ma estremamente pericolose in caso di sisma, ottenendo un incremento della sicurezza globale dell'edificio nel rispetto delle norme vigenti in materia, con un misurato equilibrio tra conservazione e innovazione tecnologica.

2. Il flusso di progettazione e gestione

2.1. Digital Twin to Point Cloud

L'attività di Reverse Engineering del costruito è stata eseguita partendo dalla costruzione di un Modello a navigazione immersiva (Digital Twin), ottenuto mediante l'ausilio di una tecnologia basata su laser scanner combinato con fotogrammetria, elaborato in Cloud con reti neurali profonde, fornita dalla Società americana Matterport Inc, con la quale [e-Making Srl](#) ha attivato una importante collaborazione che ha portato allo sviluppo della piattaforma Cloud "e-Building" per la gestione dei modelli e la creazione di un "digital drawer".

Gli strumenti utilizzati per i rilievi sono il BLK360 della Leica e la telecamera Matterport Pro2.



Leica BLK360



Matterport Pro2

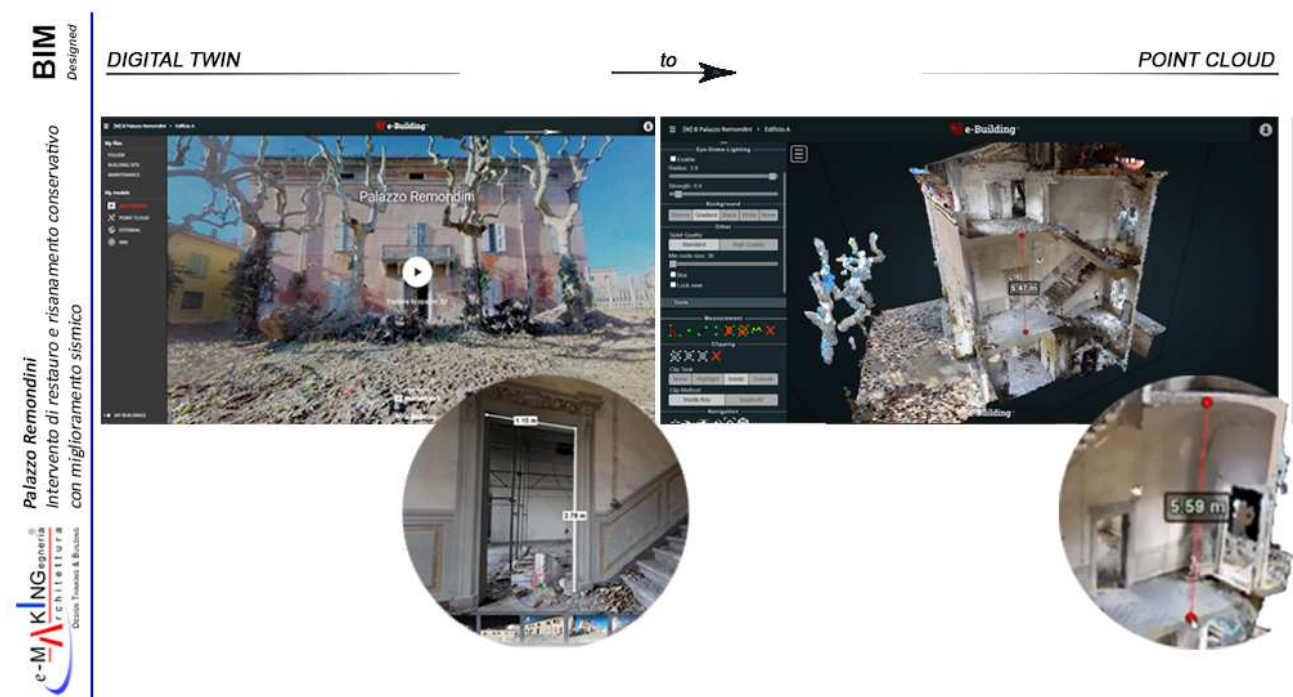


Figura 5 – Flusso: dal Digital Twin alla Nuvola di Punti.

Il Modello, interamente navigabile e misurabile tramite la Piattaforma proprietaria e-Building, è stato condiviso sin dalle prime fasi con tutto il team di progettazione, consentendo di effettuare sopralluoghi

virtuali, con una notevole riduzione dei tempi e dei costi legati al rilievo del fabbricato e alla raccolta delle informazioni preliminari e in corso d'opera.

All'interno di e-Building, la documentazione, raccolta ed organizzata nel digital drawer, è stata collegata tramite Tag al Modello molto semplicemente grazie a un CMS user friendly, abbinando sia i contenuti residenti in Piattaforma, che provenienti da fonti esterne.

Il Modello può essere visto come un "macro oggetto Bim" nel quale i contenuti informativi, quali foto, video, pdf, note audio, etc, sono inseriti tramite Tag. Esso si è mostrato fondamentale non solo nelle fasi iniziali di raccolta dati, ma anche nelle fasi successive di progettazione e di cantierizzazione, costantemente aggiornato e arricchito d'informazioni.

La piattaforma e-Building prevede regole di accesso differenziate e il CDE, referenziato sul Modello a navigazione immersiva, risulta alla base del Fascicolo Digitale e consente di realizzare un vero e proprio Time Travel dell'immobile.

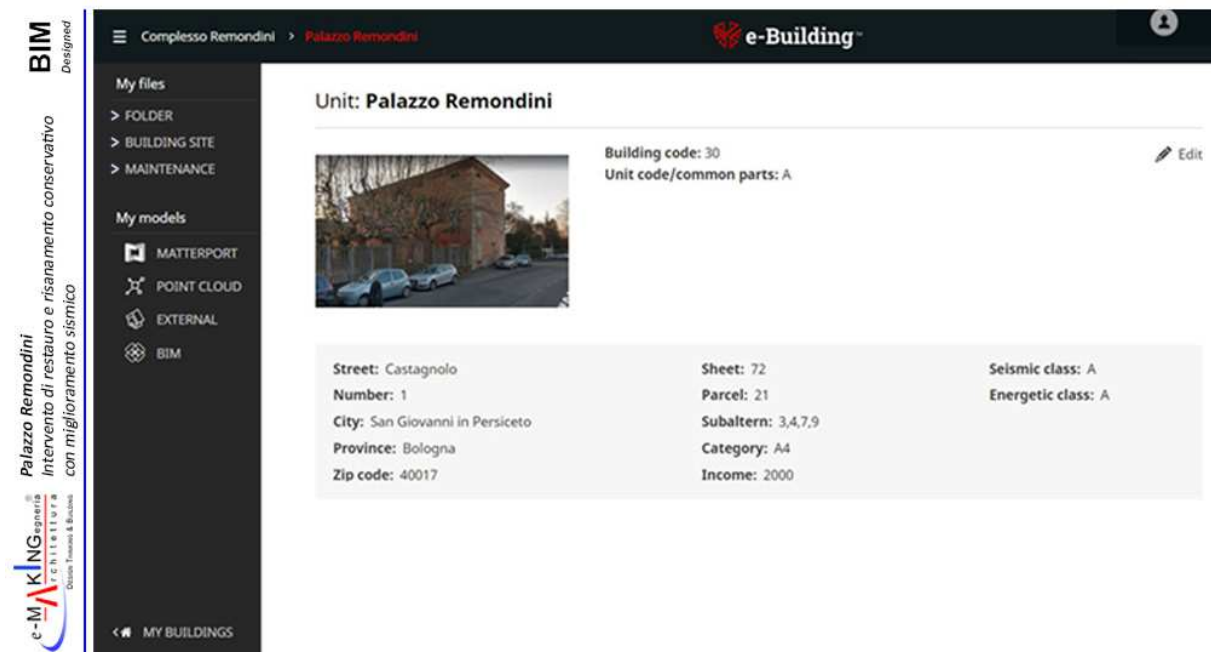


Figura 6 – Scheda immobile

La struttura del Fascicolo è costituita da due macro cartelle:

- **My Files:** dove è possibile conservare, archiviare, visualizzare e gestire tutti i contenuti, anche georeferenziati, sul Modello;
- **My Models:** in cui possono essere caricati tutti i modelli (digital twin dello stato di fatto e di as built, le nuvole di punti, i modelli di Co-Design, i Modelli BIM) nei quali è possibile associare contenuti differenti tramite Tag. Tutti i modelli possono essere anche condivisi per una visualizzazione pubblica o privata.

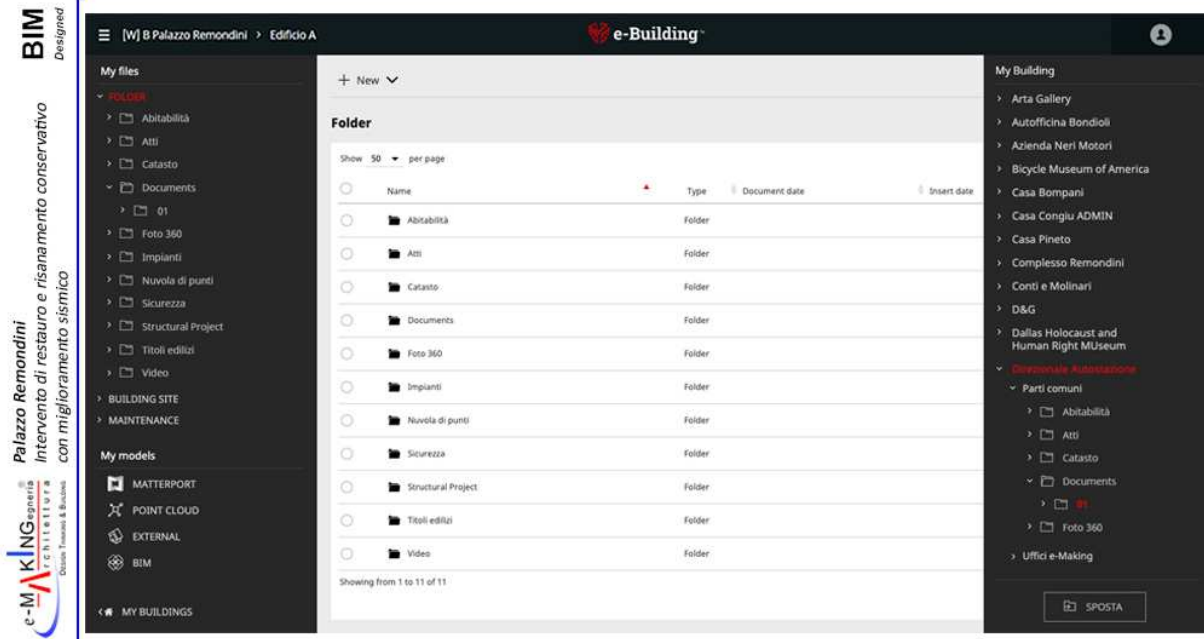


Figura 7 – Schermata in cui è possibile visualizzare, gestire e condividere la documentazione archiviata.

All'interno della cartella My Files sono presenti tre macro categorie nelle quali è possibile archiviare logicamente tutto ciò che si vuole:

- **FOLDER** (Digital Drawer): tutti i documenti che hanno valenza generale e di diversi formati, tra cui file pdf, file p7m, immagini, video e file audio, immagini 360°, etc.);
- **BUILDING SITE** (cantiere): i documenti prodotti durante tutte le attività eseguite sull'opera nel corso della sua vita utile che hanno richiesto l'apertura di un cantiere;
- **MAINTENANCE** (manutenzione): l'utente potrà archiviare tutta la documentazione relativa alla manutenzione ordinaria eseguita sull'immobile.

Una volta completati i lavori, la documentazione e i modelli costituiranno il Fascicolo Digitale, da utilizzare per la gestione e manutenzione futura.

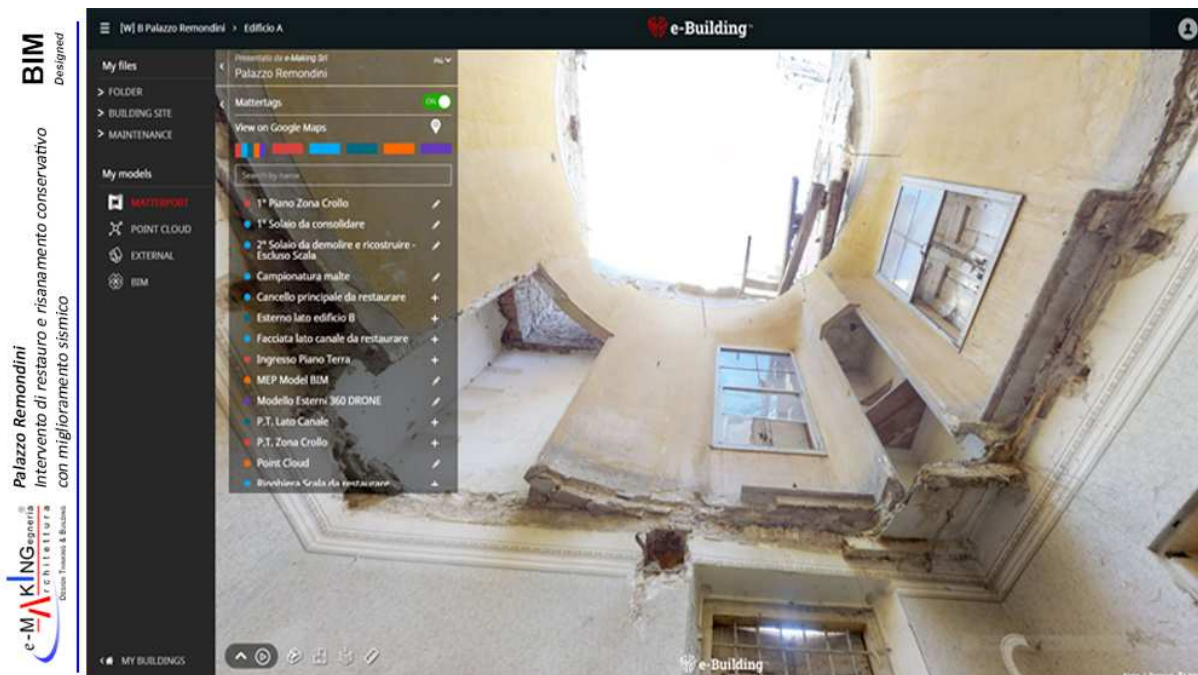


Figura 8 – Le informazioni raccolte sono state organizzate e rese disponibili tramite Tag sul Modello.

Dal Digital Twin è stata estratta la nuvola di punti utilizzata nel flusso BIM di progettazione integrata (Architettonica-Strutturale-Impiantistica).

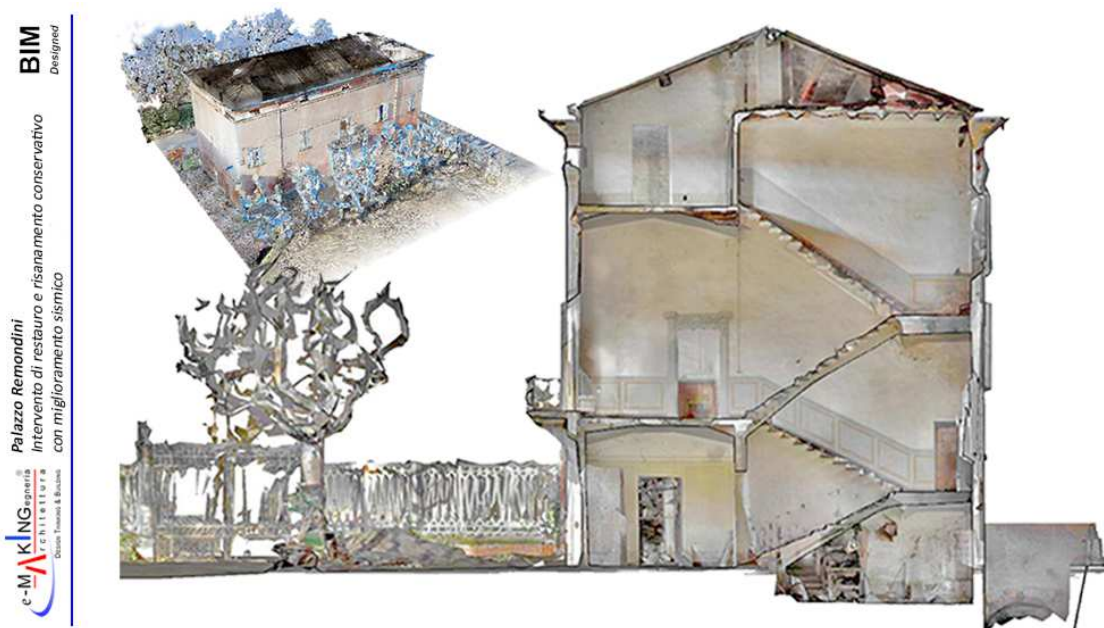


Figura 9 – Estrazione dal Digital Twin della nuvola di punti utilizzata nel flusso BIM di progettazione.

2.2. Point Cloud to Bim Arch./Str./Mep

La seconda fase del processo è il passaggio dalla Nuvola di punti alla progettazione integrata (architettonica, strutturale ed impiantistica) in ambiente BIM, condotta in ottica HBIMⁱ con la costruzione di modelli utili per le simulazioni architettoniche, sismiche, impiantistiche e di sostenibilità.

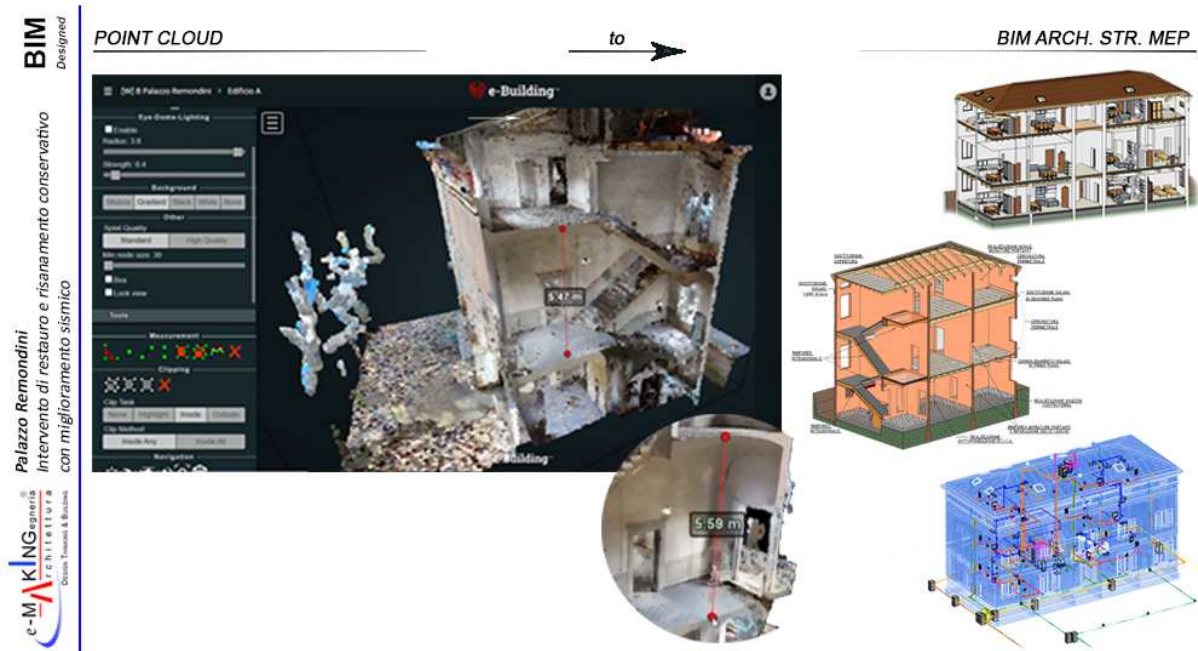


Figura 10 – Flusso: dalla Nuvola di Punti alla progettazione integrata in ambiente BIM.

L'utilizzo del CDE ha consentito una collaborazione più veloce e continua in fase di progettazione, si è potuto infatti operare in maniera sincrona nello sviluppo del progetto nella sua interezza multidisciplinare, con notevole riduzione di tempi e costi.

L'esecuzione delle *clash detection* nelle varie fasi di progettazione ha permesso l'ottimizzazione della distribuzione impiantistica e l'eliminazione delle criticità e delle possibili incongruenze fra il progetto architettonico, strutturale ed impiantistico prima della cantierizzazione dei lavori.

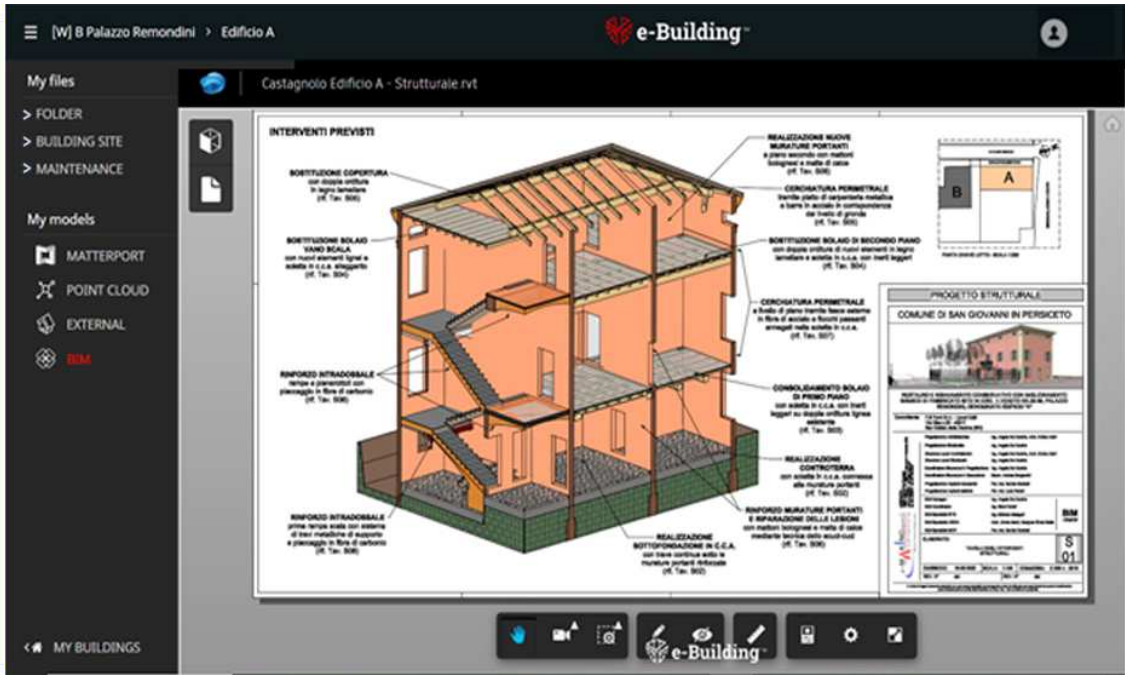


Figura 11 – Vista del Modello strutturale BIM, visualizzata direttamente in Piattaforma.

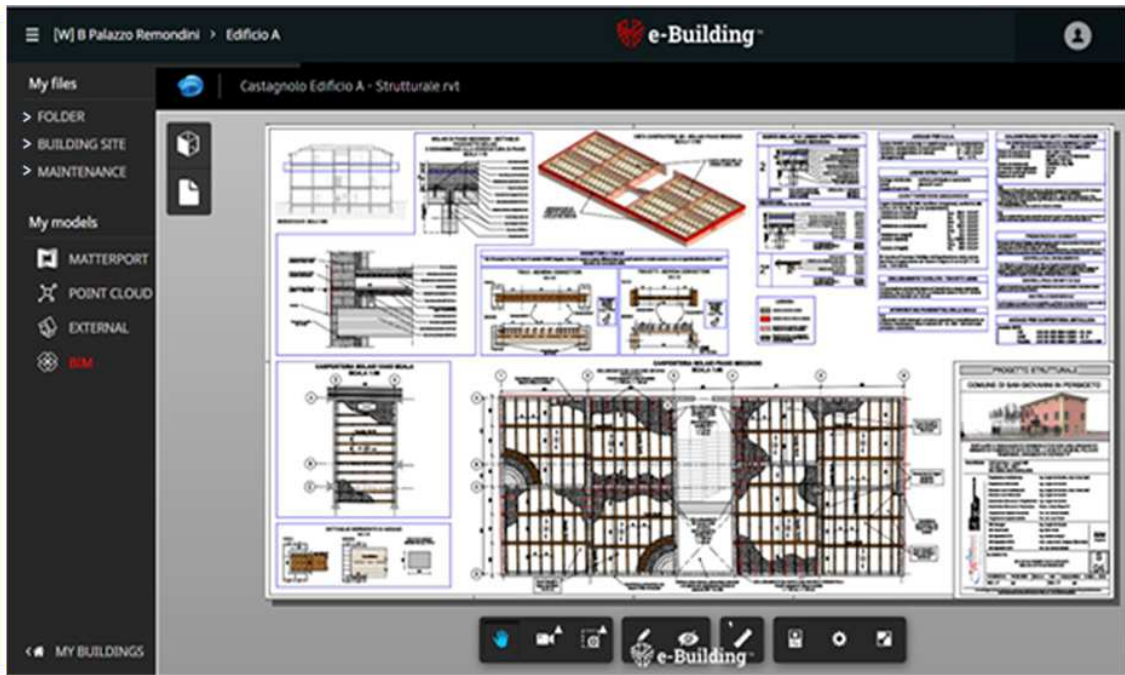


Figura 12 – Vista del Modello strutturale BIM, visualizzata direttamente in Piattaforma.

2.2.1. Progettazione integrata in ambiente BIM

Progettazione architettonica

La progettazione architettonica ha previsto il restauro e il risanamento conservativo dell'immobile nel rispetto dei vincoli di tutela, mantenendo la destinazione d'uso attuale a residenza.



Figura 13 – Vista di progetto del Complesso Remondini.



Figura 14 – Modellazione BIM - conservazione del layout architettonico esistente.

Life Cycle Assessment e sostenibilità

Il fabbricato, situato in un'area in prossimità del centro urbano, versava in stato di abbandono da diversi anni in un luogo che potremmo definire "sospeso" in attesa di una nuova collocazione. La riabilitazione di questo luogo attraverso un'operazione di "rammendo urbano" contribuirà ad uno sviluppo sostenibile con un consumo di suolo pari a zero e una riqualificazione dell'area capace di fungere da volano per la riattivazione urbana.

Il Life Cycle Assessment ha dimostrato inoltre il ridotto impatto della costruzione sull'ambiente. L'affinamento del progetto tramite il flusso BIM ha condotto ad una progettazione maggiormente sostenibile.

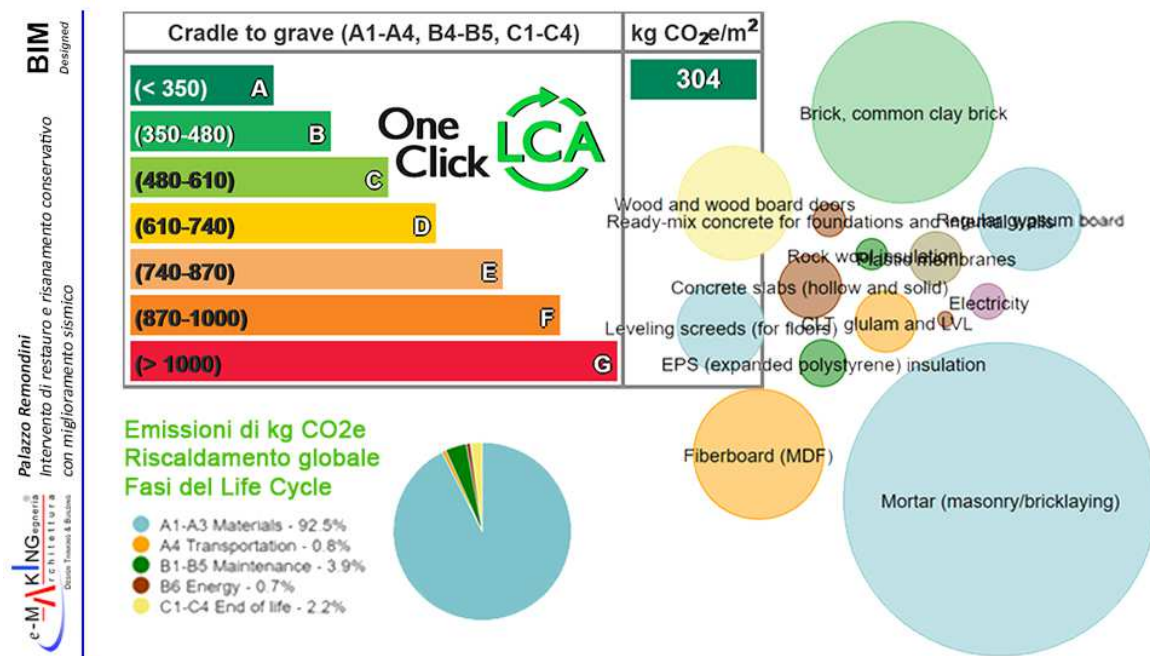


Figura 15 – Analisi dell’LCA – Life Cycle Assessment.

Si è scelto di integrare il processo BIM e l’LCA (Life Cycle Assessment) sin dalle prime fasi, nelle quali risiede il potenziale più alto in termini di capacità di influenzare la progettazione.

Lo strumento utilizzato per l’LCA (plugin di Autodesk Revit - One Click LCA) ha avuto accesso diretto alle informazioni dei modelli BIM permettendo le simulazioni necessarie per l’ottimizzazione del progetto.

Progettazione strutturale

Il progetto di miglioramento sismico ha consentito di raggiungere livelli elevati di sicurezza sismica, non affatto scontati per costruzioni di questo tipo, tramite interventi mirati, tra i quali:

- fasciature di piano con tessuti unidirezionali in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS collegati ai solai mediante fiocchi passanti, anch'essi in tessuto in fibra di acciaio galvanizzato, annegati nella soletta in c.a. alleggerito di piano;
- cerchiature sommitali, a sostegno della nuova copertura in legno, con abbinamento di dormiente ligneo e sovrapposto piatto di acciaio, che garantiscono un comportamento dinamico rispettoso delle deformazioni delle murature esistenti;
- inserimento di tessuti in fibra di carbonio all'intradosso delle volte delle scale, per mantenere le pavimentazioni esistenti;
- ricostruzione e rinforzi di solai a struttura mista legno-c.a. in modo da realizzare una membrana di piano semirigida.



Figura 16 – Progettazione strutturale – interventi sui solai di piano e di copertura.

Progettazione impiantistica

Dal punto di vista energetico sono state adottate soluzioni tali da rendere l'edificio a bassissimo consumo energetico avendo avuto particolare cura nella progettazione dell'involucro mediante la realizzazione di contropareti interne con interposto strato isolante, le quali hanno portato a numerosi benefici, quali:

- Riduzione del consumo di energia;
- Passaggio impianti, evitando così di intaccare le murature portanti;
- Notevole aumento del confort ambientale.

Le componenti impiantistiche, quali pompe di calore per la generazione dell'energia e l'integrazione con caldaie a condensazione sono state collocate all'interno del layout architettonico, mentre il sistema di

riscaldamento e raffrescamento a pavimento ha consentito di avere gli ambienti liberi da corpi scaldanti/rinfrescanti a vista.

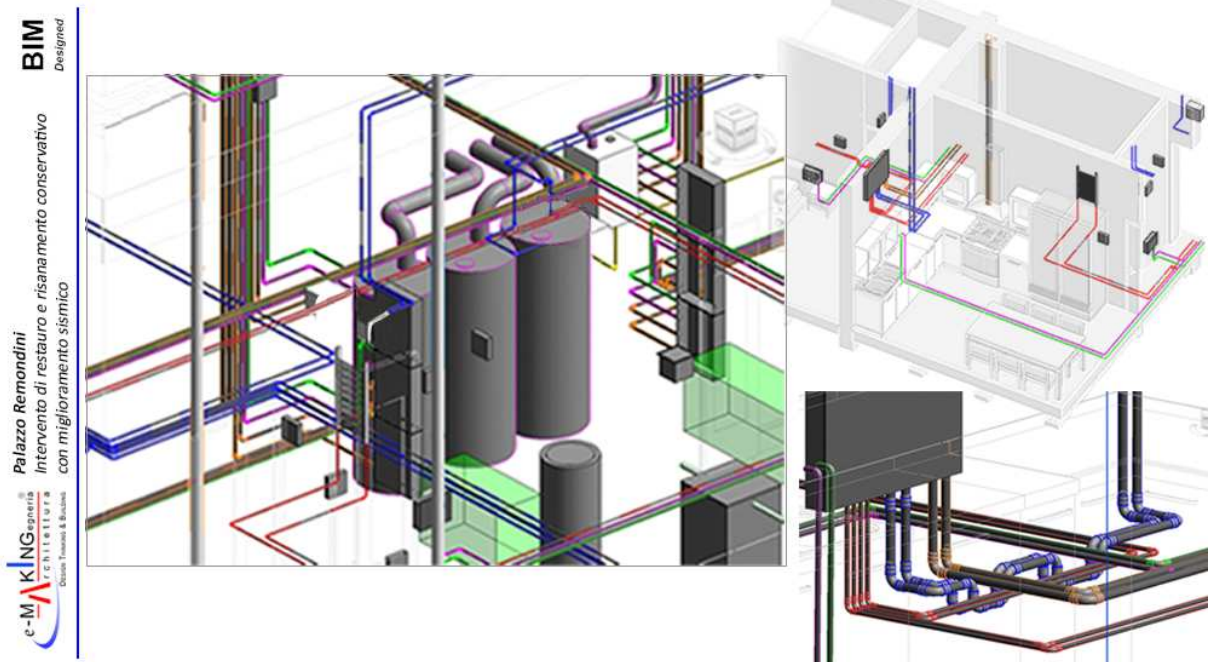


Figura 17 – Collocazione C.T. in ambiente al di sotto del vano scala principale.



Figura 18 – Murature perimetrali provviste di controperete interna

2.3. Bim Arch. to Co-Design Model

Partendo dal modello architettonico si è creato un Modello a navigazione immersiva con funzione di Co-Design fruibile mediante web, prodotto con software esterni, ma gestito sempre in Piattaforma, nella quale vi è la possibilità di:

- caricare progetti con preimpostate scelte materiche che l'utente può testare in real time (ad es. il colore dei mobili della cucina, dei pavimenti, degli infissi, etc.);
- navigare liberamente il modello;
- attivare il tour virtuale tramite menù, portandosi in viste predefinite, oppure tramite tour automatico, da poter interrompere in qualsiasi momento per proseguire secondo le proprie scelte.

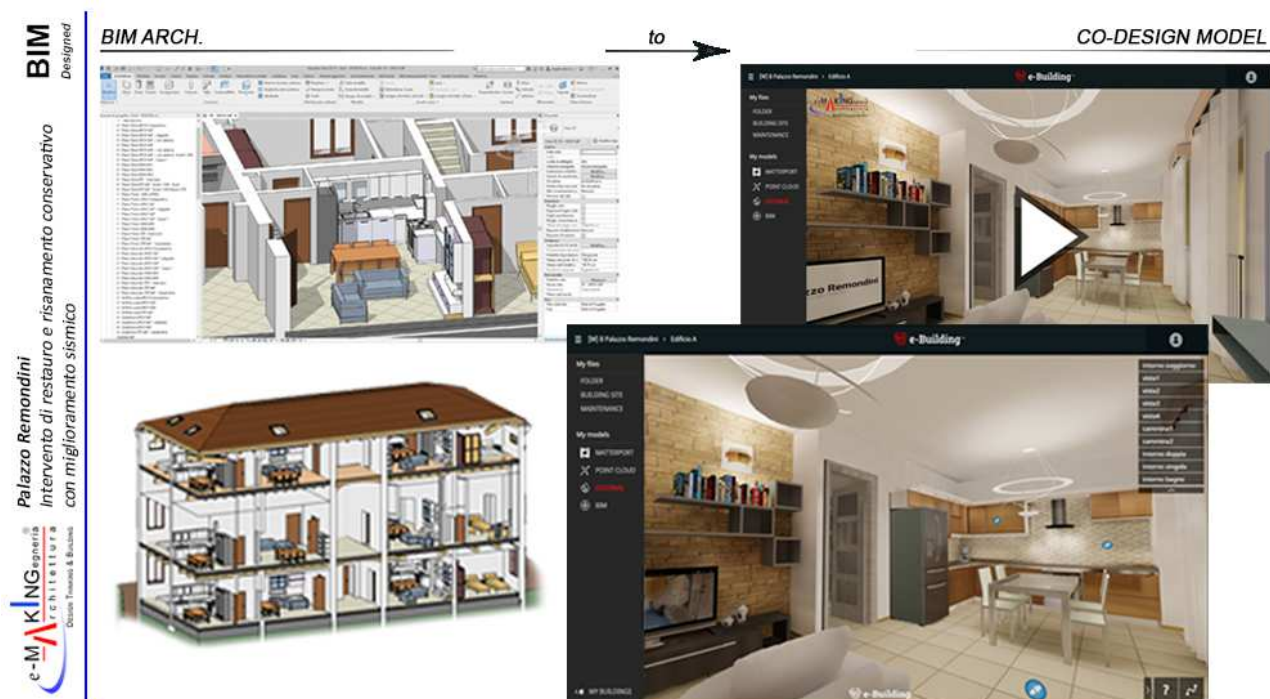


Figura 19 – Flusso: dal Modello BIM architettonico al Modello di Co-Design.

In generale tale configuratore può essere utilizzato per simulare scelte previste in Capitolato, quali pavimenti, rivestimenti, porte, sanitari, etc. con possibilità di vedere in real time le diverse proposte. Trova utilizzo anche per attività di progettazione partecipata per interventi sia su aree pubbliche che private.

2.4. Building Site to Digital Twin As-Built

Il flusso prosegue con la cantierizzazione del progetto: le lavorazioni sono costantemente tenute documentate con rilievi effettuati con la medesima tecnologia combinata, che restituisce modelli digitali di as built per le varie discipline (stru – mep – arch).

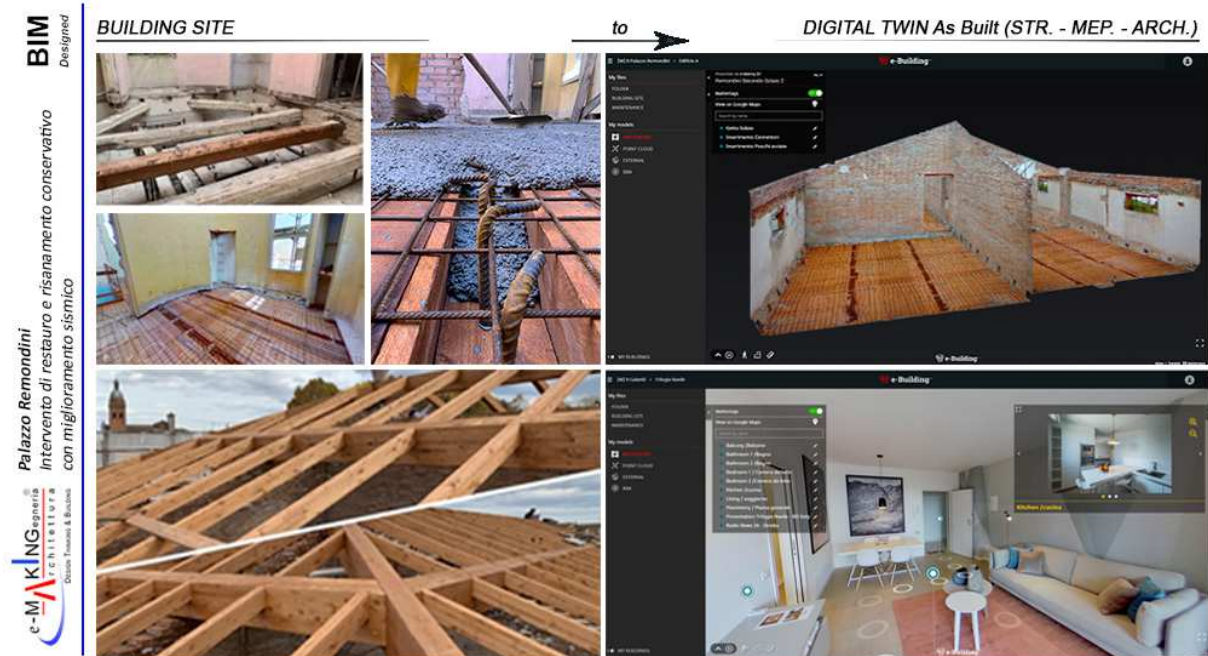


Figura 20 – Flusso: dal cantiere ai Digital Twin as built (str. – mep. – arch.)

L'utilizzo del modello a navigazione immersiva si è dimostrato uno strumento molto efficace per avere sempre a disposizione, la documentazione di cantiere, salvata ed organizzata nel momento stesso in cui viene prodotta.

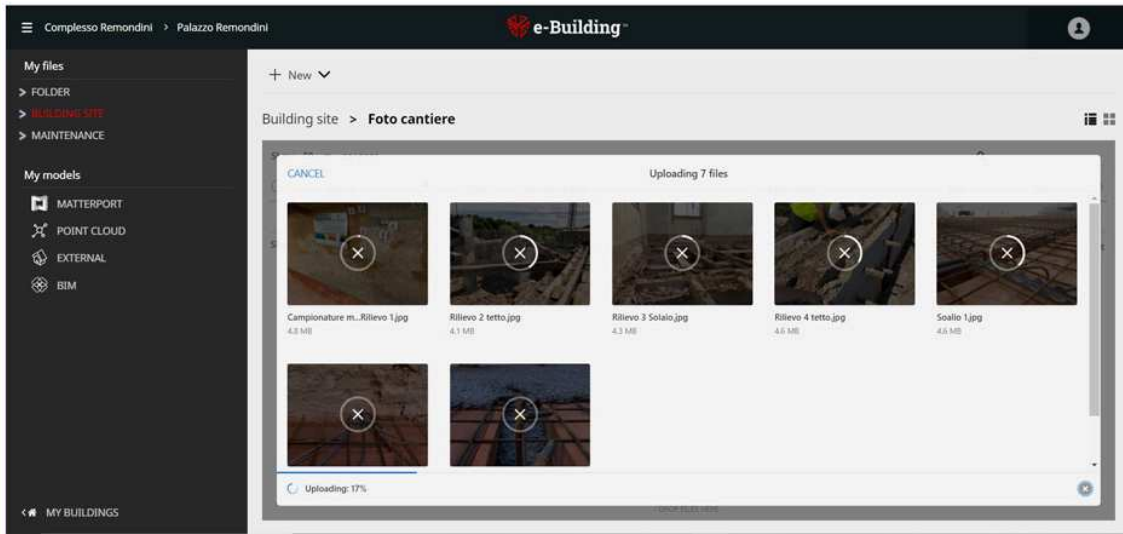


Figura 21 – Building site - fase di caricamento delle immagini dal cantiere.

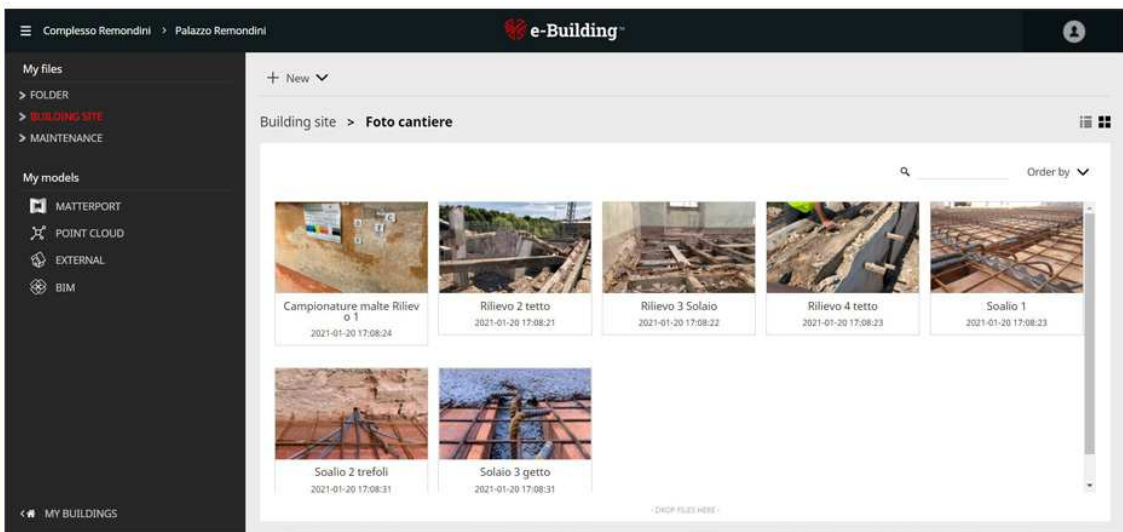


Figura 22 – Building site - Antepima foto di cantiere.

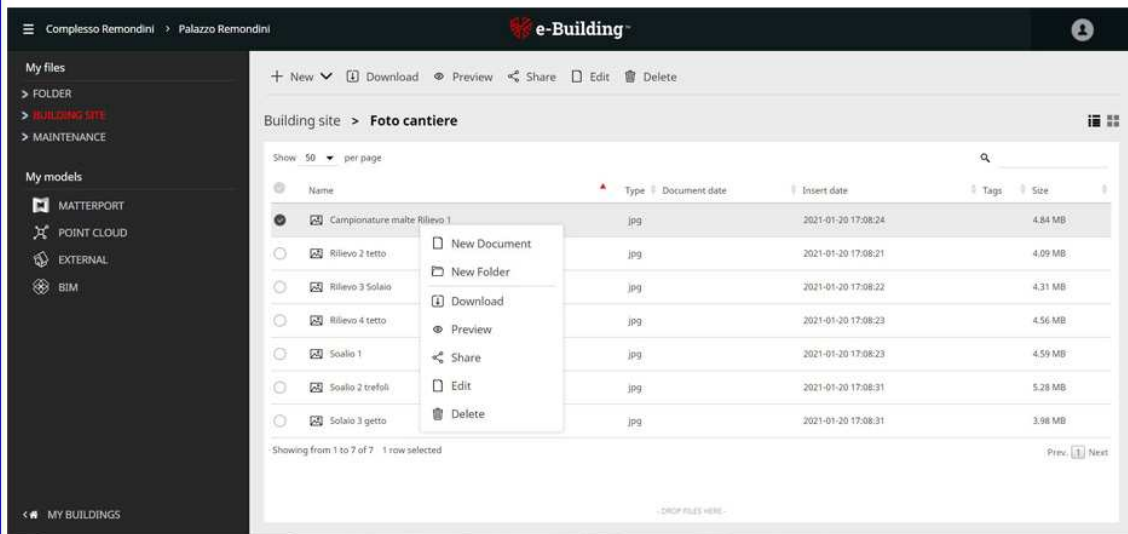


Figura 23 – Building site – vista del gestore documentale.

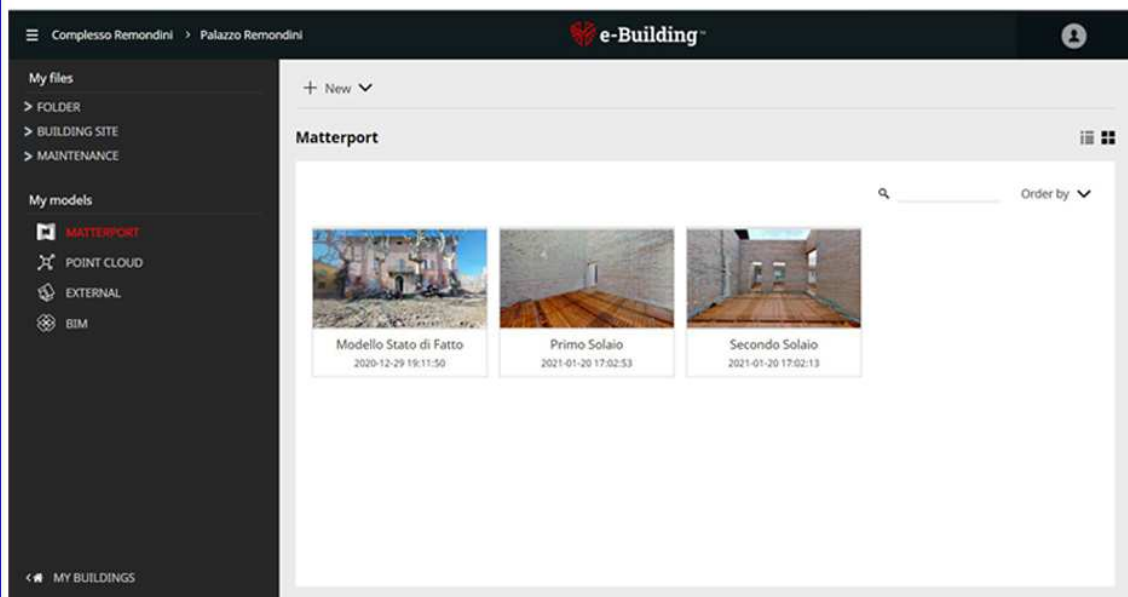


Figura 24 – My Models – vista del gestore modelli.

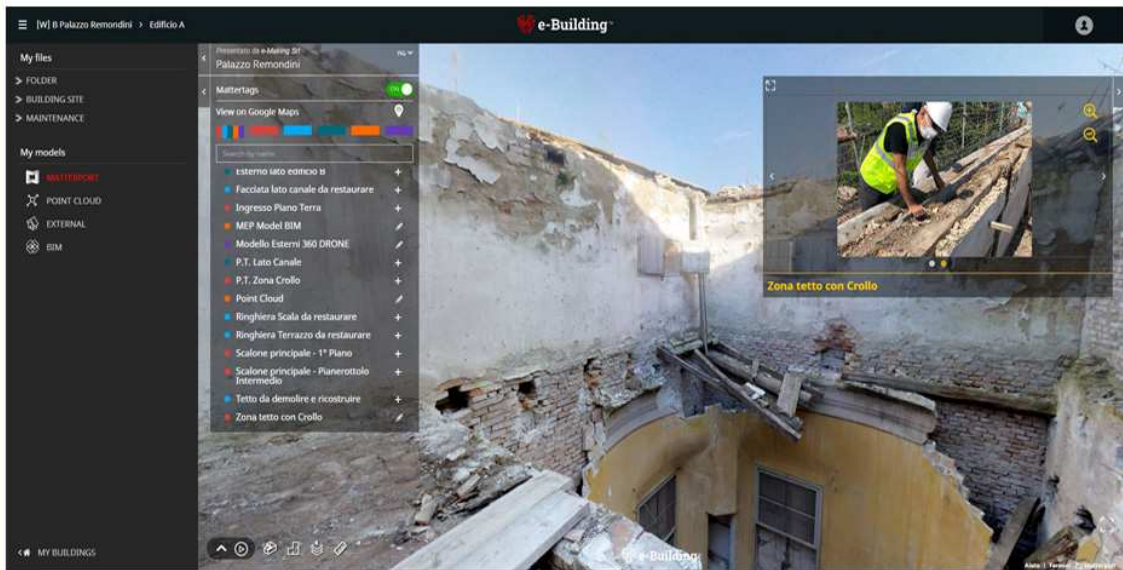


Figura 25 – My Models – Vista Digital Twin.

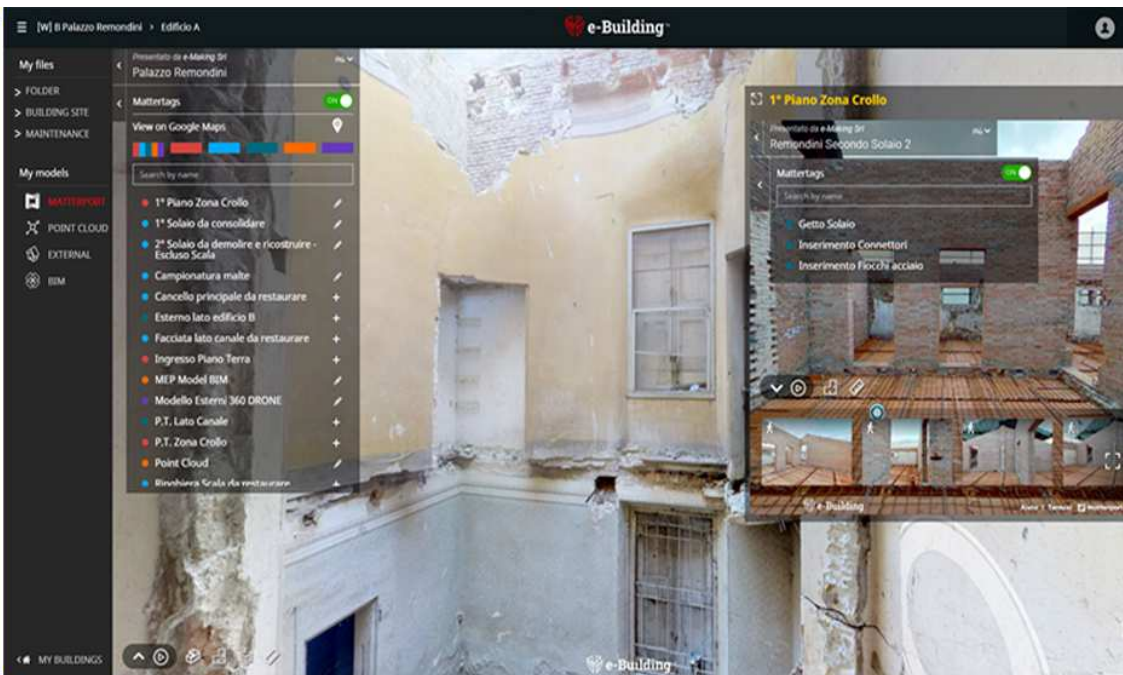


Figura 26 – My Models – Vista Digital Twin in progress.

Ad ultimazione dei lavori i modelli entreranno a far parte del Fascicolo Digitale, che potrà essere facilmente aggiornato dall'utente finale nelle fasi successive di gestione e manutenzione.

2.5. Analisi dei tempi e impatto economico

Rispetto alle metodologie tradizionali con il processo adottato è stato possibile eseguire con maggiore efficienza le seguenti attività:

- Rilievo: eseguito in 8h da un solo operatore + 2h di elaborazione in Cloud. Rispetto alla metodologia tradizionale si è ottenuto un risparmio del 70% dei tempi e un 20% dei costi.
- Sopralluoghi: realizzato il modello, i sopralluoghi successivi sono stati eseguiti virtualmente, da parte di tutto il team di progettazione e dalle imprese interessate ai lavori, a costo zero comodamente dalla propria postazione di lavoro: risparmio di tempo 90%, risparmio di costo 90%.

Ottenendo così una maggiore:

- Accuratezza dei dati rilevati: il margine di errore delle misure acquisite è dello 0,1%. Considerato un errore del 5% con metodo tradizionale su fabbricati fortemente irregolari, abbiamo ottenuto una precisione 50 volte superiore, senza considerare l'acquisizione dettagliata di tutte le misure, rispetto ai pochi elementi misurati tradizionalmente.
- Efficienza all'accesso documentale: le informazioni, organizzate nello spazio e nel tempo, hanno consentito un risparmio di tempo e di costi dell'80%.

Ottimizzando il progetto si è ottenuto un edificio più performante che si traduce in:

- Edificio più efficiente che porta a minori costi di utilizzo;
- Efficiente reperibilità delle informazioni sull'opera, con risparmio sui costi di gestione;
- Risparmio energetico;
- Maggiore durabilità dell'opera e minori costi di manutenzione;
- Facilità di gestione con documentazione sempre reperibile.

Il flusso di progettazione e di gestione ha favorito infine una forte riduzione degli spostamenti di persone e mezzi e un utilizzo ridottissimo della carta con un indubbio vantaggio per l'ambiente.

LINK Contenuti Multimediali

[Digital Twin, modello a navigazione immersiva](#)

[Modello di progetto co-design](#)

[Video flusso di progettazione](#)

Gruppo di lavoro:

e-Making S.r.l. (<https://www.e-making.it>)

Ing. Angelo De Cocinis

Arch. Enrico Merli

Ing. Sara Ferrari

Ing. Paolo Pederzini

Designer Silvia Bralia

Per. Ind. Davide Guidotti

ⁱ Maurice Murphy, Eugene McGovern, Sara Pavia, (2009) "Historic building information modelling (HBIM)", Structural Survey, Vol. 27 Issue: 4, pp.311-327, doi: 10.1108/02630800910985108
Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/02630800910985108>