

R.4.3

*Transnational Policy Report*



**Febbraio 2026**



This publication is licensed under a Creative Commons 4.0 license. This means that you can use, copy, distribute, modify and remix it, as long as you credit the author and indicate that it is a Creative Commons license.

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

## Sommario

1. Sintesi .....	4
<b>Raccomandazioni politiche .....</b>	<b>5</b>
2. Riepilogo dei panel di discussione e degli eventi nazionali .....	6
3. Risultati chiave.....	7
3.1 Istantanee dai Paesi.....	7
3.2 Somiglianze tra i paesi.....	9
3.3 Differenze chiave .....	9
3.4 Stato attuale del BIM in EOL .....	11
3.5 Benefici e potenziale.....	12
3.6 Sfide e barriere .....	12
3.7 Competenze, abilità e sviluppo della forza lavoro .....	14
3.8 Esigenze formative e miglioramenti.....	17
3.9. Considerazioni e barriere finanziarie.....	19
3.10 Collaborazione e catene del valore .....	20
3.11 Lacune politiche e supporto istituzionale.....	22
4. Raccomandazioni politiche transnazionali .....	25
5. Riepilogo .....	26
6. Riferimenti.....	30

## Elenco delle abbreviazioni

- BIM – Modellazione delle informazioni edilizie
- BIM4D – Building Information Modelling per la decostruzione/fine vita (titolo del progetto)
- EOL / EoL – Fine del ciclo di vita
- UE – Unione Europea
- VET – Istruzione e formazione professionale
- CDW – Rifiuti da costruzione e demolizione
- DPP – Passaporto digitale del prodotto
- CAM – Criteri Ambientali Minimi (Criteri Ambientali Minimi – Italia)
- MEC – Criteri ambientali minimi (abbreviazione inglese alternativa per CAM)
- IFC – Industry Foundation Classes (standard di dati di interoperabilità)
- ESPR – Regolamento sull’ecodesign per prodotti sostenibili (UE)
- CDE – Ambiente dati comune
- LCA – Valutazione del ciclo di vita
- PMI – Piccola e Media Impresa
- ISO 19650 – Standard internazionale per la gestione delle informazioni mediante BIM
- 4D / 5D – Dimensioni BIM (pianificazione dei tempi / costi e dati ambientali)

## 1. Sintesi

### Cos'è BIM4D e perché è importante per la politica dell'UE

BIM4D dimostra come i progetti Erasmus+ possano fungere da facilitatori politici, collegando gli obiettivi strategici dell'UE, le realtà di attuazione nazionali e le capacità dei sistemi di istruzione e formazione professionale. Concentrandosi sullo sviluppo delle competenze, sulla trasferibilità e sul coinvolgimento degli stakeholder, BIM4D contribuisce a una transizione digitale equilibrata e inclusiva, supportando sia gli obiettivi ambientali che la resilienza del mercato del lavoro.

Il progetto BIM4D, implementato nell'ambito del programma Erasmus+ KA2 – VET, affronta una dimensione critica e attualmente poco sviluppata della transizione digitale e verde nell'edilizia: l'uso del Building Information Modeling (BIM) nelle pratiche di fine vita (EOL), tra cui la decostruzione selettiva, la ristrutturazione, il recupero dei materiali e il riutilizzo.

Sebbene l'adozione del BIM si sia notevolmente diffusa in tutta Europa nelle fasi di progettazione e costruzione, la sua applicazione alla fine del ciclo di vita di un edificio rimane frammentata, volontaria e in gran parte sperimentale. Questo divario è sempre più problematico alla luce del Green Deal e del Piano d'azione per l'economia circolare dell'UE, del Protocollo UE rivisto sulla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (CDW) (2024), del prossimo quadro normativo sul Passaporto Digitale dei Prodotti (DPP) e della crescente enfasi politica sui dati del ciclo di vita, sulla tracciabilità e sul riutilizzo.

BIM4D colma questa lacuna concentrandosi su competenze, governance e capacità di implementazione, piuttosto che sulla sola tecnologia. Attraverso cinque tavole rotonde politiche nazionali tenutesi in Belgio, Germania, Grecia, Italia e Slovenia, il progetto ha raccolto evidenze strutturate da stakeholder del settore, enti di formazione professionale, autorità pubbliche e parti sociali. Le raccomandazioni politiche transnazionali risultanti mirano a supportare i decisori politici nazionali e dell'UE nella progettazione di interventi politici realistici, scalabili e inclusivi, in particolare per le PMI e l'ecosistema della formazione professionale.

### Ricerca incrociata tra paesi

In tutti i paesi partner, l'utilizzo del BIM a fine vita rimane marginale. Il BIM è applicato prevalentemente nel coordinamento della progettazione e nella pianificazione della costruzione, con un utilizzo sporadico o pilota solo nella decostruzione e nella ristrutturazione. Il patrimonio edilizio esistente spesso non dispone di una documentazione digitale affidabile, il che limita ulteriormente le applicazioni a fine vita.

Nonostante questa limitata diffusione, la consapevolezza dei potenziali benefici del BIM per l'edilizia circolare è elevata. Gli stakeholder riconoscono ampiamente la capacità del BIM di migliorare lo smantellamento selettivo, migliorare la tracciabilità dei materiali, supportare la rendicontazione ambientale e aumentare la sicurezza.

Sono state individuate cinque barriere strutturali ricorrenti nei vari paesi: (a) mancanza di segnali politici vincolanti o incentivanti per l'uso del BIM a fine vita; (b) standard frammentati e scarsa interoperabilità; (c) lacune di competenze, in particolare a livello di cantiere e di PMI; (d) elevati costi iniziali combinati con un ritorno sull'investimento incerto; e (e) catene del valore frammentate in cui gli attori della demolizione e dei rifiuti vengono coinvolti troppo tardi.

Allo stesso tempo, si registra una forte convergenza sui fabbisogni di competenze. Gli stakeholder hanno costantemente sottolineato l'importanza di una formazione specifica per ruolo e orientata alla pratica, che integri competenze digitali e di circolarità e sia accessibile alle PMI e ai lavoratori.

Gli stakeholder hanno inoltre sottolineato che il principale ostacolo non è solo tecnologico, ma anche culturale e organizzativo: la pratica della decostruzione e la mentalità "riuso-prima-tutto" non sono ancora ampiamente radicate nella pratica edilizia quotidiana. L'adozione del BIM per il fine vita richiede quindi un cambiamento di competenze e cultura dal basso (a partire dai percorsi scolastici e professionali), combinato con misure politiche dall'alto supportate da strumenti economici concreti (ad esempio, incentivi, remunerazione dei risultati digitali di fine vita e supporto per il tempo aggiuntivo necessario per la pianificazione e lo smantellamento selettivo).

### Raccomandazioni politiche

Nel corso degli eventi sono state individuate alcune raccomandazioni politiche chiave:

- **Sensibilizzare i proprietari dei progetti e le autorità pubbliche** sui temi della sostenibilità, della circolarità e dei vantaggi del BIM.
- **Sviluppare programmi di formazione integrati** che combinino strumenti digitali con conoscenze sul fine vita e sul riutilizzo dei materiali.
- **Armonizzare gli standard e i flussi di lavoro** per facilitare la collaborazione e garantire la tracciabilità dei materiali.
- **Formare i professionisti del settore edile fin dall'inizio per far sì che collaborino** in modo più efficace con tutte le parti interessate.
- **Sostenere gli investimenti in pratiche circolari basate sul BIM**, riconoscendo che i costi iniziali generano vantaggi competitivi e ambientali a lungo termine.
- **Fornire supporto pratico all'implementazione** sviluppando checklist per i prodotti digitali di fine vita e pubblicare esempi di costi-benefici orientati alle PMI per dimostrare il ritorno sull'investimento.

## 2. Riepilogo dei panel di discussione e degli eventi nazionali

In Belgio, Germania, Grecia, Italia e Slovenia, i partner hanno organizzato nove tavole rotonde nazionali/eventi per le parti interessate tra ottobre 2025 e dicembre 2025 (un mix di formati fisici e ibridi) per coinvolgere gruppi target chiave, tra cui formatori VET, studenti, apprendisti di imprese edili e architetti, insieme a un gruppo più ampio di parti interessate del settore edile.

Nel complesso, gli eventi hanno mobilitato un ampio ecosistema di stakeholder, aziende di costruzione e demolizione, organizzazioni di settore, ordini professionali, fornitori di formazione/IFP, ricercatori e autorità pubbliche locali/nazionali per discutere l'integrazione del BIM nelle pratiche di fine vita (EOL), con particolare attenzione alla decostruzione selettiva, alla tracciabilità dei materiali e alla costruzione circolare/circularità e per evidenziare la formazione sviluppata nel contesto del progetto e, ultimo ma non meno importante, per fornire raccomandazioni politiche chiave.

### Punti salienti per Paese:

- Slovenia (CCIS – Lubiana, di persona): si sono tenute due tavole rotonde il 16 ottobre 2025 (39 partecipanti) e il 23 ottobre 2025 (21 partecipanti), coinvolgendo un gruppo eterogeneo di 60 stakeholder nazionali tra cui industria, consulenti ingegneristici, fornitori di servizi di digitalizzazione, gestori di edifici, autorità, istituti di ricerca e di formazione professionale, incentrati sull'adozione del BIM nei flussi di lavoro EOL.
- Belgio (2 eventi, ibrido e fisico): eventi collegati al **gruppo di lavoro sull'edilizia sostenibile e al Retrofit Innovation Summit**, con 33 partecipanti, in rappresentanza di organizzazioni del settore, formazione, ricercatori, responsabili politici, architetti e aziende.
- Germania (1 evento, fisico): un evento nazionale più ampio con 66 partecipanti, principalmente lavoratori qualificati, capisquadra/responsabili di cantiere e formatori, con la partecipazione di alcuni clienti pubblici.
- Grecia (2 eventi, fisici): le attività hanno incluso la **fiera Build Expo** e un panel presso la sede di PEDMEDE, con 16 e 45 partecipanti, che hanno coinvolto aziende di costruzione/demolizione, istituti di formazione professionale e pubblica amministrazione.
- Italia (2 eventi, fisici): sessioni ospitate presso IIPLE – Bologna e Scuola Vicenza Andrea Palladio, rispettivamente con 31 e 28 partecipanti, che hanno coinvolto imprese di

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

costruzione/demolizione, istituti di istruzione e formazione professionale, pubblica amministrazione e studenti/apprendisti.

In totale hanno partecipato circa 300 stakeholder (dimostrando un forte impegno a livello nazionale e fornendo un feedback prezioso per rafforzare l'adozione del BIM nelle pratiche di fine vita e di costruzione circolare).

## 3. Risultati chiave

### 3.1 Istantanee dai Paesi

#### Belgio

In Belgio, gli stakeholder riconoscono il BIM come una leva preziosa per la sostenibilità, la tracciabilità e l'efficienza nell'edilizia. Tuttavia, l'adozione del BIM rimane in gran parte volontaria e si concentra nelle fasi di progettazione e costruzione. L'utilizzo del BIM nelle attività di fine vita (EOL), tra cui la decostruzione e la ristrutturazione, è molto limitato e confinato principalmente a iniziative pilota o progetti su larga scala.

Le principali sfide individuate includono l'assenza di segnali politici obbligatori o incentivanti, competenze digitali limitate all'interno delle PMI, resistenza al cambiamento organizzativo e mancanza di standard condivisi. Allo stesso tempo, il Belgio presenta un ecosistema relativamente maturo di strumenti digitali complementari (ad esempio inventari, sistemi di gestione dei rifiuti), sollevando la questione strategica se il BIM debba fungere da spina dorsale integrativa piuttosto che da soluzione autonoma.

#### Germania

La Germania mostra un livello relativamente avanzato di competenza tecnica e consapevolezza digitale nel settore delle costruzioni. Il BIM è utilizzato in segmenti selezionati e in grandi progetti infrastrutturali, comprese occasionali applicazioni pilota nella decostruzione. Ciononostante, l'utilizzo sistematico del BIM a fine vita rimane raro.

Gli stakeholder tedeschi hanno sottolineato con forza la mancanza di standard uniformi, interfacce e responsabilità giuridicamente chiare per il trasferimento dei dati e la responsabilità civile. Queste incertezze, unite agli elevati costi di implementazione, scoraggiano una più ampia adozione. Vi è una forte domanda di formazione pratica e orientata al cantiere e di ruoli BIM chiaramente definiti e correlati alla fine del ciclo di vita (EOL), come il Coordinatore BIM per la Decostruzione.

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

## Italia

L'Italia si distingue per il suo avanzato quadro normativo e tecnico per il BIM negli appalti pubblici, allineato alla norma ISO 19650 e supportato da standard nazionali e figure professionali riconosciute. Nonostante questa solida base giuridica, gli stakeholder hanno segnalato che l'uso del BIM si estende raramente alle pratiche di fine vita (EOL) nei progetti reali, in particolare tra le PMI.

Una questione centrale è il divario tra i requisiti normativi e le linee guida operative per la modellazione a fine vita (EOL), i passaporti dei materiali e i registri digitali degli edifici. Le parti interessate hanno evidenziato il potenziale del BIM per supportare la conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM), ma hanno sottolineato la necessità di linee guida più chiare e di una migliore interoperabilità con i database ambientali.

## Slovenia

In Slovenia, il BIM per l'EOL rimane in gran parte concettuale. Sebbene la consapevolezza degli obiettivi dell'UE in materia di economia circolare e digitalizzazione sia in crescita, l'applicazione pratica è limitata a progetti pilota isolati. L'elevato costo della documentazione digitale per gli edifici esistenti e la mancanza di linee guida nazionali sono stati identificati come principali ostacoli.

Le parti interessate hanno espresso preoccupazione per il fatto che i requisiti emergenti dell'UE, come i passaporti digitali per i prodotti, potrebbero creare ulteriori oneri amministrativi per le PMI, se non accompagnati da un sostegno finanziario e da chiari quadri di attuazione. Un maggiore coordinamento tra politica, industria e sistemi di istruzione e formazione professionale è stato ritenuto essenziale.

## Grecia

La Grecia rappresenta un ecosistema BIM emergente, caratterizzato da una crescente ambizione politica ma da una capacità di implementazione disomogenea. L'adozione del BIM è ancora concentrata nella progettazione e nella costruzione, con un'applicazione molto limitata nei flussi di lavoro di fine vita (EOL). La predominanza di un patrimonio edilizio più vecchio, privo di una documentazione affidabile del costruito, complica ulteriormente l'adozione.

Le parti interessate hanno sottolineato il rischio che rapidi sviluppi normativi o politici, se non accompagnati da uno sviluppo mirato delle competenze e dal sostegno alle PMI, possano esacerbare la frammentazione all'interno del settore. Allo stesso tempo, la Grecia è stata vista come un prezioso banco di prova per strategie di attuazione trasferibili e gradualmente supportate dagli strumenti di finanziamento dell'UE.

In generale, i partecipanti considerano il BIM una leva rilevante per migliorare la sostenibilità, la tracciabilità e l'efficienza nei progetti di costruzione e decostruzione. La consapevolezza dei suoi

benefici è in aumento; tuttavia, l'adozione rimane volontaria e in gran parte limitata a progetti su larga scala.

### 3.2 Somiglianze tra i paesi

Nonostante le differenze contestuali, le tavole rotonde BIM4D hanno evidenziato un solido insieme di caratteristiche comuni a tutti i paesi partecipanti.

In primo luogo, l'adozione del BIM a fine vita è costantemente bassa. In tutti i contesti, il BIM è ancora prevalentemente associato al coordinamento della progettazione e alla pianificazione della costruzione, mentre la decostruzione e la ristrutturazione rimangono casi d'uso marginali.

In secondo luogo, le parti interessate di tutti i paesi hanno individuato un modello di barriera comune, tra cui sfide di interoperabilità, competenze digitali limitate tra le PMI, resistenza al cambiamento organizzativo e deboli incentivi normativi o economici per la digitalizzazione EOL.

In terzo luogo, vi è un ampio consenso sui potenziali benefici del BIM a fine vita. La tracciabilità dei materiali, una migliore pianificazione dello smantellamento selettivo, una maggiore sicurezza e una migliore rendicontazione della circolarità sono state costantemente evidenziate come proposte di valore chiave.

Infine, si registra una forte convergenza in merito alle competenze e alle esigenze formative. Gli stakeholder hanno sottolineato l'importanza di collegare le competenze BIM ai principi dell'economia circolare, sviluppando competenze pronte per l'uso in cantiere e introducendo ruoli professionali nuovi o adattati.

### 3.3 Differenze chiave

Sebbene le sfide siano simili, importanti differenze incidono sul modo in cui le misure politiche possono essere trasferite e implementate.

In tutti i Paesi, le parti interessate riconoscono il valore del BIM per la circolarità e la tracciabilità, ma l'uso sistematico del BIM nei flussi di lavoro di fine vita (EoL) rimane raro; l'elemento differenziante è la capacità di implementazione piuttosto che la consapevolezza.

I panel di discussione **evidenziano cinque differenze strutturali** che determinano la trasferibilità delle misure politiche e formative:

#### **Maturità della politica**

L'Italia si distingue per una solida base legislativa e standard per il BIM negli appalti pubblici e nella digitalizzazione del ciclo di vita, ma le parti interessate segnalano ancora un divario "legge →

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

pratica" a fine vita, in particolare per le PMI e per le linee guida di modellazione specifiche per fine vita.

Il Belgio (Vallonia) e la Grecia sono caratterizzati da un'adozione più volontaria/frammentata, mentre le parti interessate si aspettano che l'adozione acceleri principalmente attraverso incentivi, progetti pilota e integrazione con gli strumenti esistenti, piuttosto che tramite mandati rigorosi.

La Slovenia collega fortemente il dibattito politico ai prossimi requisiti UE (ESPR/DPP) e teme un onere amministrativo in assenza di supporto, indicando che le misure politiche devono dare priorità all'abilitazione e alla guida. La Germania mostra "avanzati in alcuni segmenti", ma chiede con forza standard uniformi e chiarezza sulle responsabilità per sbloccare l'implementazione del programma EoL oltre i piloti.

#### ⚠ **Maturità BIM v/s reale adozione a fine vita**

Anche nei paesi con un livello di maturità BIM relativamente più elevato, l'adozione di EoL è costantemente bassa: il BIM è utilizzato principalmente nella progettazione/costruzione e raramente nella decostruzione; il patrimonio edilizio esistente spesso non dispone di modelli *as-built* affidabili.

Il punto di partenza è diverso: Belgio e Grecia descrivono un utilizzo EoL molto limitato; Germania e Slovenia segnalano progetti pilota o interesse concettuale; l'Italia segnala una pratica EoL limitata nonostante un quadro normativo solido.

#### ⚠ **Principali fattori trainanti: criteri ambientali v/s agenda dei dati sui prodotti digitali**

In Italia, i CAM/MEC (Criteri Ambientali Minimi) sono obbligatori nei lavori pubblici e sono percepiti come una potente leva per rendere operativa la tracciabilità e la conformità attraverso il BIM, ma l'interoperabilità con i database LCA/ambientali è debole.

In Slovenia, il motore è il percorso del Passaporto digitale del prodotto, con il BIM visto come l'integratore a livello di edificio per i dati a livello di prodotto, abbinato alle preoccupazioni relative all'onere senza infrastrutture abilitanti.

#### ⚠ **Ecosistema di strumenti e approccio all'integrazione**

Gli stakeholder hanno ripetutamente sottolineato che molti strumenti digitali sono già in uso (inventari, tracciamento dei rifiuti, monitoraggio dei siti) e la questione chiave è se il BIM debba fungere da spina dorsale dell'integrazione piuttosto che da sostituto. Ciò è particolarmente esplicito in Belgio (integrazione con gli strumenti esistenti) e nella sintesi transnazionale.

#### ⚠ **Competenze e usabilità del sito**

Tutti i paesi richiedono percorsi di apprendimento pratici e orientati al sito e basati sui ruoli, ma la capacità varia: alcuni contesti enfatizzano nuovi ruoli (ad esempio, specialista dell'inventario), mentre altri evidenziano lacune tecniche specifiche.

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

Quanto più la formazione e i flussi di lavoro sono pronti per il cantiere, tanto più è probabile che le PMI e gli operatori del settore delle demolizioni si impegnino.

#### **Struttura del mercato e capacità delle PMI**

Nei paesi con un'elevata quota di piccole imprese e una limitata capacità di investimento, come Grecia e Slovenia, i meccanismi di sostegno e le risorse condivise sono prerequisiti essenziali per l'adozione.

Infine, le differenze nella capacità dei sistemi di istruzione e formazione professionale influenzano la velocità e la portata dell'implementazione delle competenze. I Paesi con strutture formative consolidate legate al BIM possono integrare più rapidamente i moduli di fine vita, mentre altri necessitano di un rafforzamento delle capacità di base.

Queste differenze sottolineano l'importanza di raccomandazioni politiche flessibili e basate su principi che consentano un'attuazione graduale e contestuale, anziché soluzioni normative uniformi.

### 3.4 Stato attuale del BIM in EOL

Nei cinque paesi partner, le evidenze degli stakeholder convergono sulla stessa base di partenza: **l'adozione del BIM nelle attività di fine vita (EOL) (demolizione selettiva, pianificazione della decostruzione, audit ante-demolizione, pianificazione del riutilizzo/recupero) rimane limitata e non sistematica.** Nella maggior parte dei paesi, il BIM è ancora utilizzato principalmente nella **progettazione e nella costruzione**, con applicazioni EOL presenti principalmente in **progetti pilota isolati** o quando guidati da specifiche esigenze del cliente. Il Belgio descrive esplicitamente l'utilizzo del BIM a fine vita come "molto limitato" e ancora ampiamente sottoutilizzato per il processo decisionale.

Analogamente, la Germania osserva che il BIM viene utilizzato solo sporadicamente nella decostruzione, con progetti pilota che non si sono ancora tradotti in una pratica diffusa. La Slovenia conferma che l'utilizzo del BIM nei flussi di lavoro a fine vita (EOL) è trascurabile e che l'ecosistema nazionale è ancora in una fase iniziale di operatività del BIM per la demolizione/ristrutturazione. Un vincolo strutturale comune è la **mancanza di informazioni digitali affidabili per gli edifici esistenti**, che rende difficile stabilire modelli e inventari pronti per l'EOL senza ulteriori rilievi e ricostruzioni dei dati. La Slovenia sottolinea che i gemelli digitali/la scansione laser sono tecnicamente fattibili ma finanziariamente inaccessibili per molte PMI senza supporto. Analogamente, la Grecia segnala che il parco edilizio più vecchio spesso non dispone di informazioni affidabili sull'*as-built*, il che limita gli audit ante-demolizione basati sul BIM.

In generale, l'utilizzo del BIM nella fase di fine vita (EOL) rimane molto limitato in Vallonia, sia per i progetti di decostruzione che di ristrutturazione. Nella maggior parte dei casi, il BIM è ancora applicato principalmente durante le fasi di progettazione e costruzione, mentre il suo potenziale di supporto a un processo decisionale informato in fase di EOL è ampiamente sottoutilizzato.

### 3.5 Benefici e potenziale

Nonostante l'attuale limitata adozione, gli stakeholder di tutti i Paesi sono fortemente concordi sulla rilevanza strategica del BIM per la circolarità e la transizione ecologica a fine vita. I principali vantaggi costantemente identificati includono:

- Tracciabilità e trasparenza dei materiali, in particolare tramite gemelli digitali e passaporti dei materiali, a supporto delle decisioni in materia di riutilizzo e riciclo e riduzione della perdita di informazioni nelle diverse fasi del ciclo di vita. La Germania definisce questo un "fattore di svolta" per la tracciabilità dell'economia circolare.
- Anche il Belgio sottolinea l'importanza dei gemelli digitali/passaporti materiali come meccanismi per rafforzare la tracciabilità lungo tutto il ciclo di vita.
- Migliore pianificazione, sequenziamento e riduzione dei rischi per lo smantellamento selettivo attraverso informazioni strutturate e coordinamento basato su modelli, contribuendo ad aumentare l'efficienza e a ridurre sprechi/errori operativi.
- Miglioramento del coordinamento tra gli attori, fornendo una base digitale condivisa per la collaborazione tra progettisti, appaltatori e attori del settore dei rifiuti/recupero.
- Una documentazione più completa in materia di salute, sicurezza e sostanze pericolose, quando le informazioni sui pericoli sono integrate e gestite tramite flussi di lavoro basati su modelli.

Un'importante lezione transnazionale è che l'impatto del BIM è massimizzato quando funge da spina dorsale di integrazione per i flussi di lavoro EOL (inventario → pianificazione → smantellamento → reporting) piuttosto che come prodotto digitale autonomo.

### 3.6 Sfide e barriere

L'integrazione del BIM nelle fasi di fine vita (EOL) in Vallonia si trova ad affrontare diverse sfide significative. In primo luogo, l'**assenza di requisiti normativi obbligatori** limita gli incentivi per gli stakeholder ad adottare il BIM oltre le fasi di progettazione e costruzione. A ciò si aggiunge la **mancanza di competenze digitali e di risorse umane dedicate all'interno delle PMI**, che rappresentano una quota significativa del settore delle costruzioni e delle demolizioni. Inoltre, la

**resistenza al cambiamento organizzativo e tecnico** rimane forte, in particolare laddove i nuovi flussi di lavoro interrompono le prassi consolidate. La situazione è ulteriormente complicata dalla **mancanza di standard condivisi e di formati di dati omogenei**, che ostacolano l'efficace scambio di dati e la collaborazione tra gli stakeholder.

Al tempo stesso, molti strumenti digitali sono già in uso nel settore per attività come la gestione degli inventari, dei rifiuti o il monitoraggio dei cantieri, ma questi strumenti sono spesso sviluppati in modo indipendente e non sono collegati ai modelli BIM. Questa frammentazione solleva la questione se il BIM debba evolversi per integrarsi e interfacciarsi meglio con queste soluzioni digitali complementari, piuttosto che operare come sistema autonomo.

Ulteriori ostacoli sollevati dagli stakeholder includono la mancanza di standard nazionali coerenti per la classificazione, la categorizzazione e la modellazione, nonché la limitata accessibilità di alcuni standard a causa dei costi di licenza. Gli elevati costi di software e gestione (licenze, hardware e personale specializzato) rimangono un ostacolo per le PMI. Infine, diversi contributi hanno evidenziato un divario di capacità nel settore pubblico: anche quando il BIM viene prodotto per progetti di grandi dimensioni, gli uffici tecnici pubblici spesso non dispongono di risorse e flussi di lavoro per mantenere e utilizzare i modelli durante l'intero ciclo di vita dell'asset, con conseguente "congelamento" delle informazioni sui server locali e indisponibilità per successive decisioni di ristrutturazione o decostruzione.

Nonostante queste barriere, sono state identificate diverse leve abilitanti. I **passaporti dei materiali**, in particolare, sono considerati uno strumento promettente per migliorare la tracciabilità dei materiali e supportare le pratiche di economia circolare a fine vita. Allo stesso modo, **l'eco-design** è essenziale per facilitare la decostruzione e il recupero di materiali di maggior valore. Infine, è evidente la necessità di **anticipare l'evoluzione a lungo termine degli strumenti digitali**, con particolare attenzione all'accessibilità dei dati, all'interoperabilità e alla gestione dei dati a lungo termine durante l'intero ciclo di vita dell'edificio.

### A livello nazionale

Belgio: tra i principali ostacoli figurano l'assenza di norme obbligatorie, i limiti di competenze/risorse delle PMI, la resistenza al cambiamento e la mancanza di standard condivisi.

Germania: il "principale ostacolo" è la mancanza di standardizzazione e di interfacce tra gli strumenti, oltre all'incertezza giuridica e alle responsabilità poco chiare per il trasferimento dei dati.

Slovenia: gli ostacoli alla fattibilità sono amplificati dall'attuale stock di modelli mancanti e dagli elevati costi di scansione, oltre alle preoccupazioni relative agli oneri amministrativi derivanti dai nuovi requisiti UE senza supporto.

Grecia: oltre alle questioni relative a costi/competenze (mercato dominato dalle PMI), la Grecia sottolinea la necessità politica di chiarire i requisiti di demolizione selettiva/audit ante-demolizione e i collegamenti per il tracciamento dei rifiuti.

### 3.7 Competenze, abilità e sviluppo della forza lavoro

In Belgio (Vallonia), Germania, Grecia, Italia e Slovenia, le parti interessate hanno evidenziato che: sebbene le competenze BIM siano sempre più presenti nella progettazione e nella pianificazione delle costruzioni, le applicazioni EoL richiedono competenze aggiuntive, specifiche per ruolo, che attualmente sono scarse, soprattutto nelle PMI e nelle occupazioni in loco.

La competenza BIM di fine vita non è altro BIM; è una capacità ibrida che combina:

- I. conoscenza del settore delle costruzioni/demolizioni (come si smantellano gli edifici),
- II. gestione delle informazioni e interoperabilità (come i dati sono strutturati, scambiati e convalidati), e
- III. alfabetizzazione sulla circolarità (come i dati supportano il recupero, il riutilizzo e la rendicontazione).

I report nazionali hanno costantemente differenziato i fabbisogni di competenze per gruppo professionale. Per il report transnazionale, il quadro di competenze può essere strutturato in quattro cluster di ruoli principali, allineati al flusso di lavoro di fine vita:

A) Operai e tecnici di cantiere (esecuzione e acquisizione dati)

Una lacuna ricorrente è rappresentata dalla mancanza di competenze digitali di base, combinate con la capacità di lavorare con semplici viste di modelli/inventari in condizioni reali. Le competenze prioritarie includono:

- Lettura e interpretazione di informazioni basate su modelli o inventario (zone, componenti, ID materiali).
- Seguire le istruzioni di tracciabilità (etichettatura, regole di separazione, condizioni di conservazione, documentazione).
- Acquisizione di aggiornamenti sul campo tramite semplici strumenti digitali (foto, documenti d'identità, misurazioni di base, checklist strutturate).

Il Belgio e la Slovenia hanno affermato esplicitamente che la capacità a livello di sito è fondamentale; senza di essa, la tracciabilità nella pratica crolla.

## B) Capisquadra, supervisori e responsabili di cantiere

Germania e Belgio hanno sottolineato con forza la necessità di migliorare le competenze di questo gruppo, in quanto in grado di tradurre l'intento digitale in risultati operativi. Tra le competenze prioritarie figurano:

- Utilizzo di output di modelli/inventari per sequenziare le attività e coordinare le operazioni (logica 4D a livello pratico).
- Supervisione della tracciabilità e garanzia della qualità (controllo della completezza/accuratezza degli inventari e dei registri del sito).
- Coordinamento della logistica per la segregazione, lo stoccaggio temporaneo e la consegna del recupero.
- Integrazione dei requisiti di sicurezza e conformità nella pianificazione EoL (inclusa la documentazione sulle sostanze pericolose, ove pertinente).
- Utilizzo di flussi di lavoro mobili in loco (una carenza specifica evidenziata in Germania).

## C) Ingegneri, architetti e specialisti BIM (creazione di informazioni EoL e interoperabilità)

In tutti i Paesi, questo gruppo ha spesso esperienza nel BIM in fase di progettazione, ma non possiede competenze specifiche per la fase di fine vita. Le competenze chiave includono:

- Creazione di set di dati pronti per la fine della vita: strategie di modellazione/inventario adatte agli edifici esistenti e documentazione parziale.
- Definizione e applicazione di attributi/classificazioni coerenti che supportino il ripristino e la segnalazione.
- Gestire l'interoperabilità e lo scambio aperto (in particolare IFC), incluso il coordinamento delle informazioni provenienti da più fonti.
- Integrare i requisiti di circolarità nella pianificazione: smantellabilità, modularità, logica del flusso dei materiali e implicazioni ambientali.
- Collegamento di BIM/inventari ai sistemi: sistemi di approvvigionamento/quantità, reporting di rifiuti/recupero e set di dati ambientali.

Il Belgio ha inoltre sottolineato le capacità 4D/5D per la pianificazione dei costi/tempi/impatto ambientale; la Germania ha evidenziato lacune persistenti nel coordinamento IFC e nella determinazione delle quantità.

## Competenze comuni richieste in tutti i paesi

In tutti i paesi, le stesse competenze di base emergono ripetutamente. Le persone hanno bisogno di competenze di base sull'interoperabilità: come vengono scambiate le informazioni, quali formati vengono utilizzati e come utilizzare gli attributi in modo coerente (particolarmente sottolineate in Germania, Grecia e Belgio). Hanno anche bisogno di gestione delle informazioni,

in modo da poter gestire flussi di informazioni strutturati tra molti attori (evidenziato in Slovenia e Belgio).

Parallelamente, è necessaria una chiara comprensione dei concetti di circolarità ed eco-design, affinché il lavoro digitale supporti decisioni concrete in materia di riutilizzo/recupero e risultati di sostenibilità (come sottolineato in Belgio e Italia). Una solida collaborazione e comunicazione sono inoltre essenziali per collegare catene del valore frammentate e allineare gli attori della demolizione/recupero con progettisti e appaltatori.

Infine, l'adozione dipende dalle persone e dalle organizzazioni, non solo dagli strumenti. La prontezza organizzativa al cambiamento, la cultura, i ruoli e i flussi di lavoro influenzano fortemente l'utilizzo delle soluzioni (come evidenziato esplicitamente in Belgio). Nel complesso, vi è la necessità di profili interdisciplinari che combinino la pratica ingegneristica con competenze in materia di dati/informatica e conoscenze sulla circolarità (evidenziate in Germania e riscontrabili in tutti i paesi).

### Competenze specifiche per paese

Ogni paese ha sottolineato in parti diverse:

**Germania:** urgente necessità di rafforzare la determinazione delle quantità basata su modelli, il coordinamento IFC e la documentazione delle sostanze pericolose conformi alle normative, oltre a un maggiore utilizzo di dispositivi mobili e flussi di lavoro pratici in cantiere. L'emergere di un profilo di "Coordinatore di Decostruzione BIM" è stato esplicitamente discusso come nuova competenza da focalizzare.

**Belgio (Vallonia):** forte enfasi sull'integrazione delle competenze tecniche BIM con la sostenibilità/circularità (eco-design) e sulla differenziazione della formazione in base al ruolo degli stakeholder (lavoratori/tecnici vs ingegneri/architetti vs clienti). Il Belgio ha inoltre sottolineato che lo sviluppo della forza lavoro deve essere accompagnato da una cultura organizzativa che valorizzi la circolarità e l'innovazione.

**Grecia:** evidenti lacune nelle competenze di (i) lavoratori con scarsa alfabetizzazione digitale e scarsa familiarità con la navigazione e il sequenziamento dei modelli, (ii) ingegneri che necessitano di set di dati pronti per la fine della vita e collegamenti al tracciamento dei rifiuti, e (iii) autorità pubbliche che necessitano della capacità di definire i requisiti e valutare i risultati. Le parti interessate hanno inoltre sottolineato la necessità di una formazione multi-attore che rifletta la frammentazione della catena del valore greca.

**Italia:** gli stakeholder hanno evidenziato la difficoltà di reperire tecnici che combinino modellazione informativa, gestione dei dati ambientali e capacità di interoperabilità dei software. I contributi del settore dell'istruzione hanno sottolineato il rafforzamento delle competenze digitali e ambientali nell'istruzione e formazione professionale, l'ampliamento della formazione

sul BIM per la decostruzione (attualmente pressoché assente) e il rafforzamento della collaborazione tra industria e istituti di formazione.

Slovenia: il divario nella forza lavoro è ampio: BIM per contesti di ristrutturazione/demolizione, comprensione del CDE, alfabetizzazione all'economia circolare e competenze digitali di base per i lavoratori in cantiere. Un limite importante è la capacità del sistema formativo: le scuole professionali spesso mancano di attrezzature, programmi di studio e personale in grado di insegnare il BIM con un focus sulla decostruzione/riutilizzo.

### Profili professionali emergenti

In tutti i report, le parti interessate hanno descritto un cambiamento verso ruoli nuovi o rafforzati, necessari per far funzionare nella pratica la digitalizzazione di fine vita:

- Coordinatore della decostruzione BIM / Responsabile BIM EoL: collegamento tra informazioni modello/inventario, sequenziamento, documentazione di conformità ed esecuzione in cantiere.
- Specialista in inventario e tracciabilità dei materiali: supporto agli inventari strutturati, all'etichettatura del recupero e alla documentazione in tutti i progetti
- Formatori VET con capacità BIM EoL: lo sviluppo delle capacità degli istruttori è essenziale per evitare colli di bottiglia nella formazione

## 3.8 Esigenze formative e miglioramenti

La transizione verso un maggiore riutilizzo dei materiali e un'edilizia circolare richiede **nuove competenze, nuove combinazioni di competenze e, in alcuni casi, nuovi profili professionali** (ad esempio, specialisti in inventario e tracciabilità dei materiali, coordinatori di decostruzione abilitati al BIM). In Belgio, Germania, Grecia, Italia e Slovenia, le parti interessate hanno costantemente sottolineato che la formazione è il principale fattore abilitante per l'utilizzo su larga scala del BIM nelle pratiche di fine vita (EoL), poiché le attuali competenze BIM sono ancora concentrate negli uffici di progettazione e non si traducono automaticamente in contesti di ristrutturazione e demolizione selettiva.

### Formazione integrata e orientata alla pratica come requisito fondamentale

I partecipanti di tutti i paesi hanno sottolineato che la formazione deve andare oltre l'apprendimento del software e concentrarsi su **flussi di lavoro reali di fine vita**. L'approccio preferito combina fondamenti teorici (standard, requisiti informativi, logica di circolarità) con **applicazioni pratiche basate su** casi concreti. Questa enfasi pratica è stata particolarmente forte in Germania (pertinenza del sito, competenze attuabili) e Slovenia (necessità di metodologie operative).

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

### Percorsi specifici per ruolo e risultati di apprendimento differenziati

Un chiaro messaggio transnazionale è che la formazione deve essere **personalizzata in base al ruolo professionale** e allineata alle responsabilità lungo la catena di fine vita. Questa differenziazione è importante perché l'implementazione dell'EoL dipende da **azioni coordinate tra i ruoli**, non da un singolo "esperto BIM" all'interno di un team di progetto.

### Rafforzare le competenze di scambio aperto e interoperabilità

Le esigenze formative in tutti i Paesi includono competenze pratiche in materia di **interoperabilità e gestione delle informazioni**. Gli stakeholder hanno ripetutamente descritto la frammentazione degli strumenti e l'incoerenza delle strutture dati come un ostacolo; pertanto, la formazione deve includere:

- principi di informazione strutturata (set di dati minimi, attributi coerenti),
- flussi di lavoro di scambio di base e pratiche di "linguaggio comune" tra le parti interessate,
- garanzia della qualità degli inventari e dei registri di tracciabilità (completezza, coerenza, verificabilità).

Ciò è particolarmente rilevante quando gli attori devono scambiare informazioni tra progettisti, appaltatori, squadre di demolizione e operatori di smaltimento/recupero dei rifiuti.

### Aree di competenza specifiche ripetutamente evidenziate nei rapporti nazionali

Nei rapporti nazionali, le parti interessate hanno evidenziato le lacune concrete di competenze che la formazione dovrebbe colmare:

- **Quantità e stime basate su modelli** rilevanti per la pianificazione della decostruzione e del recupero (fortemente enfatizzate in Germania).
- **Logica di documentazione dei materiali pericolosi** e reporting orientato alla conformità, ove applicabile (sollevato in Germania e Grecia).
- **Gestione dei dati ambientali e di circolarità**, incluso il modo in cui i risultati digitali supportano la conformità e la rendicontazione della sostenibilità (un tema importante in Italia, dove l'allineamento con CAM/MEC e i dati ambientali è un punto di leva fondamentale).
- **Metodi specifici per la ristrutturazione / demolizione**, in particolare quando gli edifici non dispongono di informazioni affidabili sulla costruzione e quando gli approcci dalla

scansione al modello potrebbero dover essere selettivi e proporzionati (fortemente sottolineati in Slovenia e Grecia).

### Accessibilità e fattibilità per le PMI

L'accessibilità rimane una condizione decisiva per l'accesso alla formazione. In tutti i paesi, le PMI si trovano ad affrontare vincoli di tempo, personale e finanziamenti. Gli stakeholder hanno quindi richiesto **formati flessibili** che combinino moduli brevi e mirati e un'erogazione mista (in presenza e online).

La formazione deve essere inclusiva anche per i partecipanti con **una minore maturità digitale**, in particolare per i lavoratori in cantiere e le piccole imprese di demolizione. Ciò implica l'uso di interfacce semplificate, esercizi passo-passo e materiali didattici che diano priorità a "cosa fare in cantiere" piuttosto che a compiti di modellazione avanzata.

### 3.9. Considerazioni e barriere finanziarie

Nei panel di discussione nazionali sulle politiche, gli stakeholder hanno chiaramente evidenziato la presenza di numerosi ostacoli finanziari. I partecipanti hanno spiegato che il primo ostacolo è l'investimento iniziale in licenze, hardware e sviluppo delle capacità interne. Per le aziende più piccole, il vero punto di pressione non è solo l'acquisto di strumenti, ma anche il tempo necessario per formare il personale e adattare le routine, continuando a svolgere il lavoro quotidiano. Diversi stakeholder hanno sottolineato che questo costo in termini di tempo viene spesso trascurato e diventa un problema pratico.

Gli stakeholder hanno anche evidenziato un secondo livello di costo, spesso ancora più decisivo: la creazione di informazioni digitali utilizzabili per gli edifici esistenti. Molti progetti partono da una documentazione incompleta o inaffidabile, il che significa che sono necessari inventari, rilievi e talvolta ulteriori attività di acquisizione dati prima che il BIM possa supportare in modo significativo lo smantellamento selettivo e la tracciabilità. Questo requisito è ampiamente percepito come costoso e difficile da giustificare, soprattutto quando non è esplicitamente finanziato o riconosciuto come parte dei budget di progetto.

Un terzo fattore di costo identificato in diversi Paesi riguarda il coordinamento. Le parti interessate hanno sottolineato che i flussi di lavoro collaborativi richiedono sforzi aggiuntivi a breve termine: creazione di spazi dati condivisi, definizione delle responsabilità, convalida dei set di dati e gestione dello scambio di informazioni tra progettisti, appaltatori, squadre di demolizione e operatori addetti al recupero. Sebbene questi passaggi possano ridurre gli errori e migliorare i

risultati nel tempo, i partecipanti hanno osservato che aumentano i costi durante la fase di transizione iniziale.

Per molti stakeholder, questi costi sono difficili da giustificare perché il ritorno sull'investimento rimane incerto alla scala dei singoli progetti. I partecipanti hanno ampiamente riconosciuto benefici come la riduzione dei rifiuti, tassi di riutilizzo più elevati, una migliore pianificazione del recupero e una maggiore conformità, ma hanno sottolineato che questi benefici sono difficili da quantificare e spesso vengono sfruttati da altri attori della catena del valore. Un'osservazione ricorrente è stata che i clienti, le autorità pubbliche e gli operatori del recupero possono ottenere un valore significativo da una migliore tracciabilità e rendicontazione, mentre la PMI appaltatrice o l'impresa di demolizione è spesso tenuta a sostenere la maggior parte degli sforzi e dei costi iniziali.

Gli stakeholder hanno inoltre sottolineato che il contesto favorevole è ancora debole. I sistemi di sostegno e incentivazione pubblici sono stati descritti come limitati o disomogenei, e le pratiche di appalto non riconoscono in modo coerente i risultati digitali di fine vita come output con un prezzo e una remunerazione. In assenza di segnali economici più chiari o di una domanda più forte da parte dei clienti pubblici, le aziende faticano a giustificare gli investimenti al di là di casi eccezionali o progetti pilota.

Per rendere fattibile l'adozione, le parti interessate si sono unite su una combinazione di misure. Hanno chiesto un sostegno finanziario mirato che riduca i costi iniziali e copra i tempi di formazione, risorse condivise che riducano le duplicazioni e le barriere all'ingresso, e progetti pilota pubblico-privati che riducano i rischi di un'implementazione precoce e dimostrino un valore misurabile. Allo stesso tempo, i partecipanti hanno sottolineato la necessità di un più ampio cambiamento di mentalità, supportato da una visione a lungo termine che consideri il BIM come un'infrastruttura abilitante per l'edilizia circolare, se le aspettative per le PMI permarranno.

Le parti interessate hanno richiesto prove più esplicite e quantificate del rapporto costi-benefici, in particolare per le PMI: esempi pratici che confrontino i flussi di lavoro di base con quelli di fine vita abilitati dal BIM (inclusi tempi per rilievi/inventari, costi di software/formazione e guadagni ottenibili come riduzione delle rilavorazioni, migliori tassi di recupero, riutilizzo di valore più elevato e reporting di conformità più fluido).

### 3.10 Collaborazione e catene del valore

Nei report nazionali, gli stakeholder hanno costantemente descritto il BIM come uno strumento di coordinamento già noto in fase di progettazione e costruzione, ma ancora scarsamente

connesso agli attori e alle decisioni che determinano i risultati circolari a fine vita. In pratica, la collaborazione rimane più forte a monte – tra progettisti, ingegneri e appaltatori principali – mentre il coordinamento a valle con i gestori edili, le imprese di demolizione, i gestori dei rifiuti e gli attori del riutilizzo/recupero è ancora frammentato e spesso reattivo.

Un dato ricorrente in tutti e cinque i Paesi è che la catena del valore diventa più fragile nelle transizioni di fase. Le informazioni prodotte durante la progettazione e la costruzione vengono raramente trasmesse in una forma utilizzabile per le operazioni, la pianificazione della ristrutturazione o la decostruzione. Gli stakeholder hanno osservato che, anche quando il BIM esiste, non viene aggiornato regolarmente durante la fase operativa; di conseguenza, quando iniziano i lavori di ristrutturazione o demolizione, i team spesso si affidano a disegni parziali, conoscenze locali e rapidi rilievi del sito. Questa "discontinuità dei dati" è stata fortemente collegata, nei report, alle mancate opportunità di riutilizzo e alle decisioni conservative che favoriscono la demolizione convenzionale e il riciclaggio di materiali a basso valore.

I rapporti nazionali convergono anche sulla dimensione organizzativa degli ostacoli alla collaborazione. Gli stakeholder hanno ripetutamente sottolineato la mancanza di chiarezza sulle responsabilità relative a chi crea, convalida, aggiorna e detiene i dati del ciclo di vita. In Germania, i partecipanti hanno sottolineato la mancanza di interfacce tra il BIM e i processi a valle, inclusi i partner di gara e smaltimento, che interrompe i flussi di informazioni e limita la cooperazione pratica al di là dei progetti pilota. In Belgio (Vallonia), gli stakeholder hanno descritto un ecosistema di strumenti frammentato e hanno sottolineato che molti strumenti digitali esistono in parallelo ma non sono collegati in modo da supportare flussi di lavoro condivisi tra gli attori. In Grecia, il settore è stato descritto come disconnesso, con gli stakeholder che hanno sottolineato la necessità di definizioni di ruolo più chiare e di un quadro di collaborazione condiviso (inclusi approcci comuni agli ambienti di dati e allo scambio). Analogamente, la Slovenia ha evidenziato la compartimentazione operativa tra gli stakeholder nei settori della ristrutturazione e della demolizione, rafforzando il fatto che la collaborazione non è ancora strutturata attorno a pratiche di condivisione delle informazioni. In Italia, gli stakeholder hanno sottolineato esplicitamente che i professionisti della demolizione sono scarsamente integrati nelle fasi iniziali, il che riduce la capacità di progettare e pianificare lo smantellamento e il recupero.

Un messaggio forte e coerente in tutti i report è che la circolarità richiede un coinvolgimento più tempestivo e continuo degli attori a valle. Gli stakeholder hanno sostenuto che gli operatori di demolizione e recupero non dovrebbero essere coinvolti solo alla fine, poiché possiedono conoscenze pratiche sulla fattibilità dello smantellamento, sulla qualità della separazione, sui vincoli logistici, sui fattori di costo e sulla redditività del mercato per i materiali recuperati. Quando vengono coinvolti in ritardo, decisioni chiave sono già state prese: le scelte progettuali

favorevoli al recupero vengono trascurate, gli inventari sono incompleti e il riutilizzo diventa difficile da verificare. Questo si è riflesso nel report italiano attraverso l'enfasi sull'inclusione precoce delle competenze di demolizione, e ha trovato eco negli altri Paesi nelle discussioni sulla frammentazione della catena del valore e sul coinvolgimento in fase avanzata.

In questo contesto, le parti interessate di diversi paesi hanno evidenziato la tracciabilità dei materiali come il "ponte della catena del valore" più concreto che il BIM può offrire, se i dati sono strutturati e scambiati in modo coerente. I rapporti belga e tedesco hanno sottolineato la tracciabilità e il ruolo delle informazioni strutturate nel consentire un processo decisionale circolare; i rapporti sloveno e greco hanno collegato le esigenze di tracciabilità alle nuove direzioni europee in materia di dati di prodotti/edifici, avvertendo che la duplicazione e gli oneri amministrativi aumenteranno se le informazioni vengono acquisite ripetutamente in sistemi disconnessi. In tutti i paesi, i passaporti dei materiali e gli inventari strutturati sono stati ripetutamente inquadrati come strumenti pratici perché traducono le informazioni di modelli o rilievi in documenti che possono essere riutilizzati da diversi attori nel tempo, anche per la pianificazione e la rendicontazione del recupero.

Nel complesso, i report nazionali giungono alla stessa conclusione in termini di collaborazione: il contributo del BIM alle catene del valore circolari rimarrà limitato a meno che le informazioni sul ciclo di vita non diventino una risorsa condivisa piuttosto che un risultato a monte. Questo cambiamento richiede una partecipazione prevedibile degli attori a valle, modelli di responsabilità più chiari per la continuità dei dati e routine di collaborazione che funzionino in condizioni reali di ristrutturazione e demolizione. Senza queste condizioni, il BIM rimane concentrato nelle fasi iniziali e le decisioni sul fine vita continuano a essere prese con informazioni insufficienti, compromettendo il riutilizzo, la tracciabilità e il recupero di alta qualità.

### 3.11 Lacune politiche e supporto istituzionale

In tutti e cinque i rapporti nazionali, gli stakeholder hanno concordato sul fatto che le autorità pubbliche siano fondamentali per l'implementazione su larga scala di pratiche circolari basate sul BIM, in quanto agiscono come enti regolatori, proprietari di asset e importanti clienti. Oggi, l'edilizia circolare, il tracciamento dei materiali e il riutilizzo rimangono in gran parte volontari. Ciò limita l'adozione a un numero limitato di organizzazioni pionieristiche e rende difficile per le PMI investire in nuove pratiche in assenza di una domanda chiara.

### Principali lacune politiche individuate nei vari paesi

Gli stakeholder di Belgio, Germania, Grecia, Italia e Slovenia hanno evidenziato quattro lacune fondamentali.

la domanda di mercato per autorizzazioni e appalti per le fasi di fine vita è ancora debole. Inventari digitali, report di tracciabilità, piani di smantellamento selettivo e (ove pertinente) documentazione sui materiali pericolosi non sono richiesti, valutati o verificati in modo sistematico. Di conseguenza, le aziende hanno scarsi incentivi a sviluppare capacità che vadano oltre i progetti pilota.

In secondo luogo, mancano linee guida operative. Anche laddove esiste un'ambizione politica, le parti interessate hanno evidenziato la mancanza di definizioni chiare su quali dati debbano essere prodotti, con quale livello di dettaglio, in quale formato e chi sia responsabile della loro creazione, aggiornamento e convalida. Standard frammentati e problemi di interoperabilità rafforzano questa barriera.

In terzo luogo, le politiche non riflettono sufficientemente la realtà degli edifici esistenti. Molti edifici presentano una documentazione incompleta o inaffidabile, quindi la creazione di inventari o set di dati utilizzabili aggiunge costi e incertezza. Le parti interessate hanno sottolineato che senza meccanismi di supporto, le PMI non possono assorbire questi costi.

In quarto luogo, il settore pubblico stesso spesso non dispone di capacità adeguate. Diversi rapporti nazionali hanno evidenziato che i clienti e le autorità pubbliche necessitano di competenze per specificare requisiti proporzionati, valutare i risultati e utilizzare output digitali per monitorare i risultati circolari.

### Punti salienti del paese dai rapporti nazionali

In **Belgio (Vallonia)**, le parti interessate hanno sottolineato l'importanza di progetti pilota finanziati con fondi pubblici per dimostrare la fattibilità e creare fiducia. La riqualificazione del sito ACEC di Herstal è stata presentata come un valido esempio di progetto pilota circolare che combina strategie di demolizione selettiva e riutilizzo e funge da piattaforma di apprendimento per il settore. Il Belgio beneficia inoltre dell'esistenza di GRO 2025, un quadro pratico che può aiutare le autorità pubbliche a tradurre le ambizioni di sostenibilità in criteri di appalto e monitoraggio.

In **Germania**, le parti interessate hanno sottolineato che un'adozione più ampia dipende da regole istituzionali più chiare: standard comuni, scambio interoperabile e chiarezza sulle responsabilità e sugli obblighi per la trasmissione dei dati, in particolare tra i processi BIM e gli attori a valle dello smaltimento/recupero.

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

In **Grecia**, le parti interessate hanno sottolineato che l'adozione rimane limitata perché i requisiti non sono ancora integrati nelle procedure di routine e negli appalti. Hanno evidenziato la necessità di norme di attuazione più chiare e di una maggiore capacità del pubblico-cliente di definire i requisiti e valutare i risultati.

In **Italia**, le parti interessate hanno descritto un divario tra la normativa e la pratica: esistono solide basi politiche, ma i risultati e le linee guida di fine vita non sono ancora normalizzati nei progetti e l'integrazione con i dati sulla conformità ambientale rimane debole.

In **Slovenia**, le parti interessate hanno collegato la questione ai futuri requisiti UE in materia di dati, avvertendo al contempo che i nuovi obblighi potrebbero aumentare l'onere se non vengono forniti supporto e metodologia pratica, in particolare per le PMI e il sistema di formazione.

#### 4. Raccomandazioni politiche transnazionali

- I. **Adottare un set di dati digitali minimo per i processi di fine vita (EoL).** Stabilire un set di dati di base comune (standard aperti) che consenta la decostruzione selettiva e il recupero dei materiali anche quando non esiste un modello BIM originale.
- II. **Rendere gli inventari digitali di fine vita un risultato standard per i progetti pertinenti.** Normalizzare gli inventari digitali e i risultati di tracciabilità (inventario → pianificazione → smantellamento → reporting) come risultati previsti nella ristrutturazione, nella demolizione selettiva e nella riqualificazione circolare.
- III. **Allinea gli inventari abilitati BIM con i passaporti dei materiali, i registri edilizi e i passaporti digitali dei prodotti.** Assicurati che le informazioni acquisite una sola volta possano essere utilizzate per più strumenti normativi, evitando la duplicazione dei report e supportando la tracciabilità a lungo termine.
- IV. **Utilizzare le autorità pubbliche per creare domanda e legittimità.** I programmi e gli appalti pubblici dovrebbero richiedere risultati digitali proporzionati alla fine della vita e formati di scambio aperti, contribuendo a spostare il mercato dai progetti pilota alla pratica di routine.
- V. **Premiare la digitalizzazione EoL e i risultati circolari attraverso meccanismi di approvvigionamento.** Introdurre criteri di punteggio e requisiti contrattuali che riconoscano i risultati digitali (inventari, report di tracciabilità, documentazione sui pericoli, ove pertinente) e collegarli a risultati di circolarità misurabili (ad esempio, completezza della tracciabilità, obiettivi di riutilizzo, ove misurabili).
- VI. **Rafforzare l'interoperabilità e la standardizzazione per i casi d'uso EoL.** Promuovere set di attributi, classificazioni e convenzioni di scambio coerenti in modo che le informazioni possano essere trasferite tra attori e strumenti e che le parti interessate al ripristino a valle possano utilizzare i dati.
- VII. **Integrare le competenze BIM di fine vita nella formazione professionale, nell'apprendimento permanente e nell'aggiornamento professionale.** Introdurre percorsi e risultati di apprendimento specifici per ruolo per operai/tecnici di cantiere, responsabili di cantiere, ingegneri/specialisti BIM e clienti pubblici, incluso il riconoscimento dei ruoli emergenti (ad esempio, coordinatore della decostruzione BIM, specialista dell'inventario dei materiali).
- VIII. **Ridurre gli ostacoli all'adozione da parte delle PMI attraverso misure abilitanti mirate** Progettare un supporto adatto alle PMI (tempi di formazione, accesso a strumenti interoperabili e costi di produzione di inventari negli edifici esistenti con dati *as-built* mancanti) per evitare di escludere le piccole imprese di demolizione e ristrutturazione.
- IX. **Ampliare attraverso progetti pilota e trasferimenti di conoscenze strutturati.** Finanziare e richiedere dimostratori che producano modelli e prove riutilizzabili (set di dati, strutture di reporting, modelli di responsabilità) che possano essere trasferiti tra regioni e integrati nelle pratiche di formazione e approvvigionamento.

## 5. Riepilogo

### Riflessioni degli stakeholder su WP2 e WP3

Nei cinque report nazionali, gli stakeholder hanno confermato la conclusione principale del WP2: sebbene il BIM sia sempre più riconosciuto come prezioso per la sostenibilità, la tracciabilità e l'efficienza, il suo utilizzo nelle pratiche di fine vita (EoL) rimane limitato, in gran parte volontario e concentrato in progetti pilota. Nella maggior parte dei casi, il BIM è ancora principalmente associato al coordinamento della progettazione e alla pianificazione della costruzione, con un'applicazione solo parziale o sporadica nella ristrutturazione, nella decostruzione selettiva e nel recupero dei materiali.

Il WP3 ha colmato questa lacuna attraverso un programma di formazione strutturato incentrato su BIM e decostruzione. Gli stakeholder di tutti i paesi hanno ritenuto la formazione rilevante, in particolare per sensibilizzare sulle strategie circolari di fine vita e introdurre approcci strutturati a inventari, tracciabilità e pianificazione. Allo stesso tempo, hanno sottolineato che l'impatto della formazione dipende da quanto è strettamente connessa ai flussi di lavoro di progetto reali e alle realtà del cantiere, soprattutto negli edifici più vecchi dove la documentazione è incompleta.

### Percezioni ed esperienze

Gli stakeholder di tutti i paesi hanno descritto il BIM come uno strumento con un chiaro potenziale per ottimizzare la pianificazione, ridurre gli sprechi, migliorare la tracciabilità dei materiali e mitigare i rischi. Il suo potenziale a fine vita rimane sottoutilizzato, principalmente perché i progetti a fine vita spesso iniziano senza informazioni affidabili sul costruito e perché gli attori coinvolti nella demolizione e nel recupero non sono sistematicamente integrati nei flussi di lavoro digitali.

Le principali opportunità identificate nei cinque Paesi sono state coerenti: il BIM può rafforzare il coordinamento tra le parti interessate, migliorare l'affidabilità quantitativa e la gestione delle risorse e supportare pratiche circolari attraverso inventari strutturati, passaporti dei materiali e continuità dei dati del ciclo di vita. Diversi report hanno inoltre evidenziato il valore del BIM per operazioni in cantiere più sicure e prevedibili, quando pericoli e vincoli sono documentati e comunicati.

Allo stesso tempo, le parti interessate in tutti i paesi hanno sottolineato che il valore di fine vita dipende dalla collaborazione che va oltre l'ufficio di progettazione. Laddove i processi sono frammentati e le responsabilità poco chiare, le informazioni si perdono tra fasi e attori, e le decisioni sul riutilizzo diventano conservative o impossibili da verificare.

### Lacune politiche e necessità istituzionali

In tutti e cinque i Paesi, le parti interessate hanno individuato carenze simili negli attuali quadri normativi nazionali e comunitari. Tra queste, l'assenza di requisiti coerenti per i risultati della circolarità (tracciabilità, inventari, pianificazione del riutilizzo), incentivi e supporto limitati per le PMI e un sostegno istituzionale insufficiente per i dimostratori che trasformano le ambizioni circolari in pratiche ripetibili.

Un messaggio transnazionale forte è stato che le autorità pubbliche devono agire come clienti principali e plasmatori del mercato. Gli stakeholder hanno sostenuto che, in assenza di chiari segnali di domanda da parte degli appalti pubblici e delle autorizzazioni, i prodotti digitali a fine vita rimangono opzionali e l'adozione rimane di nicchia. Hanno inoltre sottolineato l'importanza di progetti pilota finanziati con fondi pubblici per dimostrare un valore misurabile e produrre modelli pratici riutilizzabili dalle PMI.

Esempi nazionali hanno rafforzato questa tesi. In Belgio (Vallonia), le parti interessate hanno indicato progetti pilota di riqualificazione circolare su larga scala, come il sito ACEC di Herstal, come prova di come il sostegno pubblico possa integrare il pensiero circolare e generare effetti di apprendimento in tutto l'ecosistema. Il Belgio è stato inoltre menzionato per GRO 2025, un quadro pubblico strutturato in grado di rendere operative le ambizioni di sostenibilità e tradurle in criteri di appalto, livelli di performance e approcci di monitoraggio. Altri paesi hanno sottolineato che, anche laddove esistono quadri politici, le linee guida operative e la normalizzazione delle procedure di gara rimangono insufficienti, contribuendo a creare un divario tra legge e pratica.

### Esigenze di formazione e aggiornamento

In tutti i report nazionali, gli stakeholder hanno convenuto fortemente sulla necessità di nuove competenze e profili professionali per favorire l'adozione del BIM a fine vita. Le esigenze più frequentemente menzionate sono state una formazione specifica per ruolo e orientata alla pratica, che combina competenze digitali con la circolarità e il know-how di decostruzione.

Le parti interessate hanno sottolineato che la formazione deve essere differenziata in base al profilo professionale: i lavoratori e i tecnici necessitano di routine pratiche di gestione di modelli/inventari, etichettatura e tracciabilità; i capisquadra e i responsabili di cantiere necessitano di competenze di sequenziamento e coordinamento per tradurre i risultati digitali in consegne in loco; gli ingegneri e gli architetti necessitano di requisiti informativi incentrati sulla fine del lavoro, competenze di interoperabilità e la capacità di integrare lo smantellamento e il riutilizzo nella pianificazione; e i clienti/le autorità pubbliche necessitano della capacità di specificare i requisiti e valutare i risultati.

In tutti i Paesi, l'accessibilità per le PMI è stata ripetutamente sottolineata. Gli stakeholder hanno chiesto formati flessibili e modulari e metodi pratici come workshop e apprendimento in loco, e hanno sottolineato che la formazione deve collegare esplicitamente il BIM ai risultati circolari, in modo che l'adozione sia motivata dal valore pratico piuttosto che trattata come un astratto esercizio digitale.

### Raccomandazioni dagli stakeholders

Le raccomandazioni delle parti interessate hanno convergenza sulle seguenti priorità:

- Sensibilizzare i proprietari di progetti e le autorità pubbliche sulla sostenibilità, la circolarità e i vantaggi del BIM per le pratiche di fine vita.
- Integrare l'eco-design e il pensiero decostruttivo nella pratica professionale sia nelle nuove costruzioni che nelle ristrutturazioni, includendo il coinvolgimento tempestivo degli attori a valle.
- Sviluppare programmi di formazione integrati che combinino strumenti digitali con la pianificazione del fine vita, gli inventari dei materiali e il processo decisionale sul riutilizzo.
- Migliorare l'interoperabilità armonizzando le strutture dei dati, gli standard e i flussi di lavoro per consentire la collaborazione e la tracciabilità lungo tutta la catena del valore.
- Rafforzare la collaborazione tra i vari attori fin dall'inizio dei progetti, garantendo il coinvolgimento tempestivo delle parti interessate alla demolizione e al recupero e la conservazione delle informazioni in tutte le fasi del ciclo di vita.
- Sostenere gli investimenti in pratiche circolari basate sul BIM, riconoscendo che i costi iniziali possono generare competitività a lungo termine, capacità di conformità e benefici ambientali, soprattutto quando i risultati digitali sono chiaramente definiti e valutati negli appalti.
- Fornire artefatti pronti all'uso (modelli di set di dati minimi, moduli di inventario e checklist di implementazione) per ridurre l'onere amministrativo e accelerare un'adozione coerente.

### Conclusione

Il BIM può diventare un fattore abilitante concreto della circolarità nelle ristrutturazioni e nelle demolizioni, ma solo se le condizioni abilitanti vengono rafforzate. Le parti interessate hanno sottolineato la necessità di un approccio combinato che allinei la domanda di policy e appalti, la standardizzazione e l'interoperabilità, il supporto mirato alle PMI e lo sviluppo della forza lavoro

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

basato sui ruoli. Le autorità pubbliche svolgono un ruolo fondamentale nell'accelerare questo cambiamento supportando i dimostratori, normalizzando i risultati digitali di fine vita nei progetti pubblici e rafforzando gli ecosistemi di formazione. Con queste condizioni, il settore delle costruzioni può tradurre il potenziale del BIM in risultati circolari misurabili e catene del valore più resilienti in tutta Europa.

Finanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o dell'Agenzia nazionale (IKY). Né l'Unione europea né l'autorità che concede il finanziamento possono esserne ritenute responsabili.

## 6. Riferimenti

Sabri, M., Ali, KN e Fauzi, AFA (2026). *Tendenze recenti della ricerca BIM per migliorare la gestione dei rifiuti edili*. **Rivista internazionale di ricerca e innovazione nelle scienze sociali (IJRISS)** , 10(1), 1275–1293. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2026.10100104>

Triantafyllidis, G., Müller, DB, Wellinger, S. e Huang, L. (2025). *Accelerare le città circolari con la modellazione semiautomatica delle informazioni edilizie per gli edifici esistenti*. **Journal of Cleaner Production** , 514, 145783. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145783>

Gachkar, D., Gachkar, S., Ghofrani, E., García Martínez, A., e Angulo Bahón, C. (2025). *Automazione dell'integrazione dei dati per la valutazione del ciclo di vita delle costruzioni mediante fuzzy matching e apprendimento supervisionato*. **Automation in Construction**, 178, 106381. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106381>