

# Ricerca di Sistema elettrico



Analisi delle filiere di Off-Site Construction e caratterizzazione di business model per soluzioni commerciali di isolamento termico per l'ambiente costruito (LA2.9)

Enrico Cagno, Alessandra Neri, Davide Accordini



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Analisi delle filiere di Off-Site Construction e caratterizzazione di business model per soluzioni commerciali di isolamento termico per l'ambiente costruito (LA2.9)

E. Cagno, A.Neri, D. Accordini (POLIMI DIG)

Dicembre 2024

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica -ENEA Piano Triennale di Realizzazione 2022-2024

Obiettivo: *Decarbonizzazione*

Progetto: *Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali*

Linea di attività: 2.8

Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile del Work Package: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile Linea di Attività: POLIMI DIG

Mese inizio previsto: 19

Mese inizio effettivo: 19

Mese fine previsto: 36

Mese fine effettivo: 36

## Indice

1	Risultati attesi .....	4
2	Risultati ottenuti.....	5
3	Prodotti attesi .....	8
4	Prodotti sviluppati .....	9
5	Analisi degli scostamenti su attività e risultati.....	10
6	Sintesi delle attività svolte .....	11
7	Dettaglio delle attività svolte.....	12
7.1	Contesto .....	12
7.2	Caratterizzazione dei business model di filiera .....	13
7.2.1	Metodologia.....	14
7.2.2	Barriere.....	15
7.2.3	Azioni a supporto .....	16
7.3	Analisi delle soluzioni OSC di isolamento termico per l'ambiente costruito.....	17
7.4	Linee guida per lo sviluppo del comparto OSC .....	18
8	Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte.....	20
9	Pubblicazioni scientifiche.....	21
10	Eventi di disseminazione .....	22

## Indice delle figure

Figura 1. Politiche europee con implicazioni sulla riqualificazione energetica degli edifici....	12
Figura 2. Caratteristiche del parco edilizio europeo ed italiano. ....	12
Figura 3. Principali temini collegati ad OSC.....	13
Figura 4. Prospettive di analisi e relative aziende ad associazioni di categoria. ....	14
Figura 5. Catena del valore del comparto OSC.....	18

## Indice delle tabelle

Tabella 1. Campione investigato.....	14
Tabella 2. Barriere emerse secondo le diverse prospettive. ....	15
Tabella 3. Azioni a supporto emerse secondo le diverse prospettive .....	16
Tabella 4. Caratterizzazione delle soluzioni.....	18

## 1 Risultati attesi

I risultati attesi dal progetto, come indicato da capitolato, per la linea di attività LA2.9 “Analisi delle filiere di Off-Site Construction (**OSC**) e caratterizzazione di business model per soluzioni commerciali di isolamento termico per l’ambiente costruito” sono di seguito riportati:

- Conoscenza dello stato di sviluppo del comparto OSC e dello stato di diffusione delle soluzioni OSC di isolamento termico per l’ambiente costruito in Italia;
- Caratterizzazione dei business model di soluzioni OSC più promettenti, attualmente disponibili o disponibili nel futuro prossimo;
- Descrizione delle configurazioni, dei processi, delle interazioni e del livello di integrazione delle filiere;
- Mappatura degli attori coinvolti nelle singole filiere di produzione e di fornitura di soluzioni OSC;
- Coinvolgimento e l’impegno, diretti ed indiretti, di esperti del settore, di rappresentanti delle aziende (di costruzioni, manifatturiere, di servizio, di tecnologie, di gestione del patrimonio, ecc.) e delle associazioni industriali interessate, ovvero creazione di un network delle parti interessate, atta a garantire l’interconnessione anche a fine oggetto in un’ottica di informazione, collaborazione, supporto e apprendimento e formazione, presenti e futuri;
- Identificazione delle soluzioni OSC più promettenti, attualmente disponibili o disponibili nel futuro prossimo e loro potenzialità di mercato;
- Conoscenza delle barriere e dei driver percepiti dagli attori delle filiere per il funzionamento ottimale delle filiere e per l’entrata di nuovi attori;
- Individuazione di scenari di sviluppo per le filiere e per il comparto OSC;
- Identificazione di linee guida per lo sviluppo delle filiere e del comparto OSC di soluzioni commerciali di isolamento termico per l’ambiente costruito.

## 2 Risultati ottenuti

- **Conoscenza dello stato di sviluppo del comparto OSC e dello stato di diffusione delle soluzioni OSC di isolamento termico per l'ambiente costruito in Italia.** È stata portata a termine una mappatura del comparto OSC in Italia, ed in particolare del grado di diffusione delle soluzioni offerte per l'isolamento termico. Diversamente da quanto ipotizzato nelle fasi preliminari di progetto, il comparto OSC in Italia emerge è ancora in uno stato embrionale, con limitate applicazioni OSC per la riqualificazione energetica di edifici esistenti. Le filiere OSC risultano frammentate, con un numero limitato di attori coinvolti e soluzioni proposte. Se da un lato il basso livello di sviluppo settoriale si lega alla ridotta offerta di soluzioni, dall'altro si osserva una limitata domanda da parte del mercato. I clienti finali, difatti, non favoriscono lo sviluppo di una domanda sufficientemente forte da orientare il comportamento del settore verso soluzioni OSC.
- **Caratterizzazione dei business model di soluzioni OSC più promettenti, attualmente disponibili o disponibili nel futuro prossimo, descrizione delle configurazioni, dei processi, delle interazioni e del livello di integrazione delle filiere e mappatura degli attori coinvolti nelle singole filiere di produzione e di fornitura di soluzioni OSC.** Per quanto emerso dalle indagini di settore, effettuate per mezzo di interviste ad aziende e associazioni di categoria e grazie alla loro partecipazione a tavoli di lavoro istituiti all'interno del progetto, le aziende italiane impegnate nel comparto OSC possono essere segmentate in funzione del ruolo o dei ruoli che ricoprono nella catena del valore. Le aziende sono generalmente organizzate nelle funzioni di:
  - fornitura di materiali e materie prime;
  - progettazione e fabbricazione delle soluzioni OSC;
  - trasporto delle soluzioni;
  - assemblaggio in sito (area di cantiere) delle soluzioni.

La generale assenza di cooperazione lungo la filiera risulta uno dei principali ostacoli alla creazione di un comparto OSC, a scapito delle possibili prestazioni (tempi, costi, personalizzazione dell'offerta etc.), nonché dei servizi e prodotti offerti al cliente finale.

- **Coinvolgimento e l'impegno, diretti ed indiretti, di esperti del settore, di rappresentanti delle aziende (di costruzioni, manifatturiere, di servizio, di tecnologie, di gestione del patrimonio, ecc.) e delle associazioni industriali interessate, ovvero creazione di un network delle parti interessate, atta a garantire l'interconnessione anche a fine oggetto in un'ottica di informazione, collaborazione, supporto e apprendimento e formazione, presenti e futuri.** Attraverso interviste a rappresentanti di aziende e associazioni e la creazione di tavoli di lavoro, il progetto ha analizzato le dinamiche della filiera OSC, identificandone criticità e opportunità. Parallelamente, è stata avviata una rete di collaborazione tra i principali attori del settore, facilitando lo scambio di informazioni e la creazione di sinergie.
- **Identificazione delle soluzioni OSC più promettenti, attualmente disponibili o disponibili nel futuro prossimo e loro potenzialità di mercato.** L'identificazione delle soluzioni è stata condotta tramite l'analisi di fonti secondarie. La caratterizzazione delle soluzioni ha previsto analisi di vari fattori, tra cui il livello di prefabbricazione delle soluzioni, i materiali utilizzati, il miglioramento delle performance.

- **Conoscenza delle barriere e dei driver percepiti dagli attori delle filiere per il funzionamento ottimale delle filiere e per l'entrata di nuovi attori.** Le differenti interazioni con gli attori della filiera OSC hanno permesso di conoscere barriere e driver (azioni a supporto) percepite secondo tre differenti prospettive, in base alle attività svolte da ogni attore (in progetti passati e/o futuri): fornitori di materiali; fornitori di sistemi OSC (attività di pianificazione, progettazione e produzione); aziende di costruzione (responsabili dell'installazione). Queste prospettive coprono la quasi totalità delle attività svolte in una possibile filiera OSC e il confronto tra differenti prospettive permette di identificare eventuali divergenze tra i differenti attori, che possono minare lo sviluppo di un approccio integrato verso la diffusione di OSC, ma che al contempo offrono interessanti spunti di riflessione.

Relativamente alle barriere, si pone l'attenzione sui seguenti aspetti:

- Il contesto italiano è caratterizzato da una limitata domanda ma anche una limitata capacità produttiva da parte dei fornitori di sistemi di OSC.
- Il contesto italiano è caratterizzato da edifici storici unici e che vanno a porre un limite all'adozione di soluzioni di OSC per la riqualificazione di edifici esistenti, ma anche da una orografia e struttura degli agglomerati urbani che pone difficoltà sia all'attuazione che al trasporto dei sistemi OSC.
- OSC è ancora visto come una novità in Italia nonostante applicazioni già presenti e consolidate. Si evidenzia quindi una mancanza di conoscenza e di consapevolezza nei possibili attori che possono interagire col comparto, ma soprattutto a livello di cliente finale e di progettisti.
- Risultano mancanti vari elementi che riuscirebbero a supportare maggiormente la diffusione di OSC come, ad esempio delle installazioni dimostrative e una loro valutazione in termini di costi, benefici, tempi e performance.
- Manca una guida tecnica per le soluzioni OSC.

Relativamente alle azioni a supporto, si pone l'attenzione sui seguenti aspetti:

- La creazione di collaborazioni e partnership è necessaria per mobilitare l'intera catena del valore, attualmente ancora sviluppata in Italia.
  - Sono necessarie attività di sensibilizzazione e formazione per aziende, clienti e progettisti, nonché un piano di incentivi stabili nel lungo periodo. Le azioni di sensibilizzazione e formazione, particolarmente rilevanti per fornitori di materiali e sistemi, potrebbero far fronte alla mancanza di conoscenza e di consapevolezza a livello di cliente finale e di progettisti, precedentemente identificata come barriera. Attività di sensibilizzazione e la presenza di incentivi stabili potrebbero congiuntamente supportare lo sviluppo di un mercato OSC.
  - Risultano di particolare interesse installazioni dimostrative, analisi di costi benefici, standard tecnici di installazione e criteri di valutazione delle differenti soluzioni OSC disponibili.
  - Soluzioni OSC piccole e modulari potrebbero supportare progetti maggiormente customizzati, e dunque aiutare una diffusione più capillare di OSC.
- **Individuazione di scenari di sviluppo per le filiere e per il comparto OSC e identificazione di linee guida per lo sviluppo delle filiere e del comparto OSC di soluzioni commerciali di isolamento termico per l'ambiente costruito.** Non c'è un singolo attore che possa supportare lo sviluppo del comparto OSC, ma è richiesto un

approccio integrato di aziende, clienti e policymaker, e tale approccio deve ovviamente integrarsi con le differenti visioni degli attori coinvolti. La creazione di collaborazioni e partnership è necessaria per mobilitare l'intera catena del valore, attualmente ancora non pienamente sviluppata in Italia. In particolare, non sono ancora ben chiari i ruoli e le responsabilità dei differenti attori: si osserva difatti un variabile grado di integrazione verticale degli attori non solo rispetto a quello dei competitor diretti, ma anche a seconda dei vari progetti a cui l'azienda prende parte. Risultano di particolare interesse installazioni dimostrative, analisi di costi benefici, standard tecnici di installazione e criteri di valutazione delle differenti soluzioni OSC disponibili. Queste azioni potrebbero, in maniera differente per i diversi attori, supportare la diffusione di OSC, identificandone chiaramente i costi, i benefici, ed eventuali fattori di contesto a supporto di una efficace installazione. Standard tecnici e di installazione potrebbero porsi nell'ottica di un manuale per i componenti OSC, da un lato favorendone la diffusione, dall'altro garantendo ai progettisti e al cliente finale la certezza di un prodotto e di un'installazione di qualità e conforme a standard.

In sintesi, si propongono tre azioni che potrebbero aiutare la creazione di un business model di filiera per OSC:

- Formazione degli attori della filiera, includendo non solo i costruttori edili, ma anche manager, professionisti, progettisti e clienti.
- Creazione di un mercato significativo e stabile, attraverso indicazioni di tipo legislativo, ma anche conduzione di analisi costi-benefici che dimostrino i benefici dell'OSC, in toto o ibridizzato nella filiera tradizionale.
- Identificazione e pubblicizzazione di "casi di successo", ovvero applicazioni di OSC per riqualificazione edilizia che abbiano avuto successo che siano state implementate, capendone le condizioni al contorno e l'organizzazione anche in termini di filiera.

### 3 Prodotti attesi

Nella LA è previsto come unico prodotto lo sviluppo del presente report di progetto.

## 4 Prodotti sviluppati

Nella LA è stato sviluppato come prodotto il presente report di progetto.

## 5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Non si riscontrano scostamenti su attività e risultati.

## 6 Sintesi delle attività svolte

- **Attività 1. Caratterizzazione dei business model (partner; attività; risorse; proposizione di valore) di filiera di soluzioni di isolamento termico per l'ambiente costruito OSC presenti sul mercato.** Le attività di caratterizzazione delle filiere produttive impegnate nel settore OSC e relativi business model sono state condotte tramite interviste e tavoli di lavoro con esperti, aziende e associazioni industriali del settore, organizzati in sinergia con ENEA.
- **Attività 2. Analisi delle soluzioni OSC di isolamento termico per l'ambiente costruito e loro caratterizzazione.** Le soluzioni OSC attualmente disponibili sul mercato sono state identificate e caratterizzate tramite un framework di classificazione appositamente creato.
- **Attività 3. Identificazione di linee guida per lo sviluppo del comparto OSC di soluzioni commerciali di isolamento termico per l'ambiente costruito.** I risultati di Attività 1 e Attività 2, e in particolar modo l'interazione tramite interviste e tavoli di lavoro con gli attori di filiera, ha permesso di elaborare indicazioni e linee guida per lo sviluppo settoriale.

## 7 Dettaglio delle attività svolte

### 7.1 Contesto

I progetti di riqualificazione energetica mirano a ridurre consumi e migliorare il comfort degli edifici. Le politiche europee (Figura 1) sono fondamentali per promuovere queste azioni e mobilitare l'interesse sociale.



Figura 1. Politiche europee con implicazioni sulla riqualificazione energetica degli edifici.

Tuttavia, la riqualificazione energetica degli edifici incontra ostacoli. Gli incentivi sono spesso percepiti come insufficienti e burocratizzati. Il patrimonio edilizio europeo, soprattutto quello italiano, è frammentato e vetusto, con una forte presenza di multiproprietà e centri storici (Figura 2). Ciò richiede soluzioni tecniche specifiche e un coordinamento complesso.

Italia		Europa
<b>84%</b> degli edifici italiani sono ad uso residenziale	<b>Rilevanza del settore</b> 	<b>75%</b> degli edifici italiani sono ad uso residenziale
<b>26%</b> sono <i>Single-Family houses</i> e <b>15%</b> <i>Apartment blocks</i> Presenza di <b>edifici storici</b>	<b>Composizione del settore</b> 	<b>68%</b> sono <i>Single-Family houses</i> e <b>8%</b> <i>Apartment blocks</i>
Circa l' <b>85%</b> degli edifici sono stati costruiti prima del 1991 e il <b>25%</b> prima del 1945	<b>Vetustà degli edifici</b> 	Il <b>51%</b> degli edifici sono stati costruiti prima del 1969
Circa il <b>73%</b> degli edifici nel 2021 erano caratterizzati da una classe energetica E, F o G	<b>Trasmittanza</b> 	La maggior parte degli edifici è caratterizzata da alti valori di trasmittanza termica

Figura 2. Caratteristiche del parco edilizio europeo ed italiano.

In Italia, le imprese edili, spesso piccole e con poche risorse, faticano a soddisfare la crescente domanda di ristrutturazioni. Mancano risorse, materiali e manodopera. Per rispondere alle nuove esigenze, servono metodi innovativi e un adattamento ai nuovi paradigmi di sostenibilità e digitalizzazione. D'altronde, il settore dell'edilizia tradizionale si troverà ad affrontare sfide nel prossimo futuro. Difatti, il settore fa rilevante uso di manodopera, ma ci si aspetta, una strutturale riduzione della disponibilità di manodopera nei prossimi anni. Inoltre, l'edilizia tradizionale risulta ancora non perfettamente integrata con nuovi paradigmi del mercato, come sostenibilità e digitalizzazione.

In questo contesto, l'OSC può essere un metodo efficace per soddisfare i requisiti di riqualificazione energetica in Italia, sia come un aumento diretto di capacità, che come possibilità di ibridizzazione del settore dell'edilizia tradizionale. L'OSC prevede la produzione dei componenti dell'edificio in un contesto industrializzato, il loro trasporto presso il cantiere e la loro installazione in un luogo permanente: riducendo i lavori in cantiere e aumentando il controllo sulla produzione, l'OSC garantisce una maggiore qualità, ridotti tempi di costruzione e costi certi. L'OSC si adatta bene ai nuovi paradigmi di sostenibilità e digitalizzazione. Il settore dell'edilizia tradizionale, per rimanere al passo con i sopracitati paradigmi, dovrebbe in ogni caso, con le dovute eccezioni, attuare trasformazioni interne. Certezza di costi e tempi potrebbe rappresentare una forte spinta per la diffusione di OSC nel contesto italiano caratterizzato da multiproprietà, facilitandone il processo decisionale. Minor durata del cantiere e minor manodopera coinvolta per l'installazione rispetto all'edilizia tradizionale, potrebbero ridurre il numero di incidenti in sede di cantiere.

## 7.2 Caratterizzazione dei business model di filiera

L'OSC prevede la produzione industriale di componenti edilizi e la loro successiva installazione in cantiere. Sebbene non esista una definizione univoca di OSC (Figura 3), l'attività di progetto si è focalizzata su soluzioni corrispondenti alla precedente descrizione, ovvero produzione industrializzata, trasporto e installazione in situ di componenti edilizi.

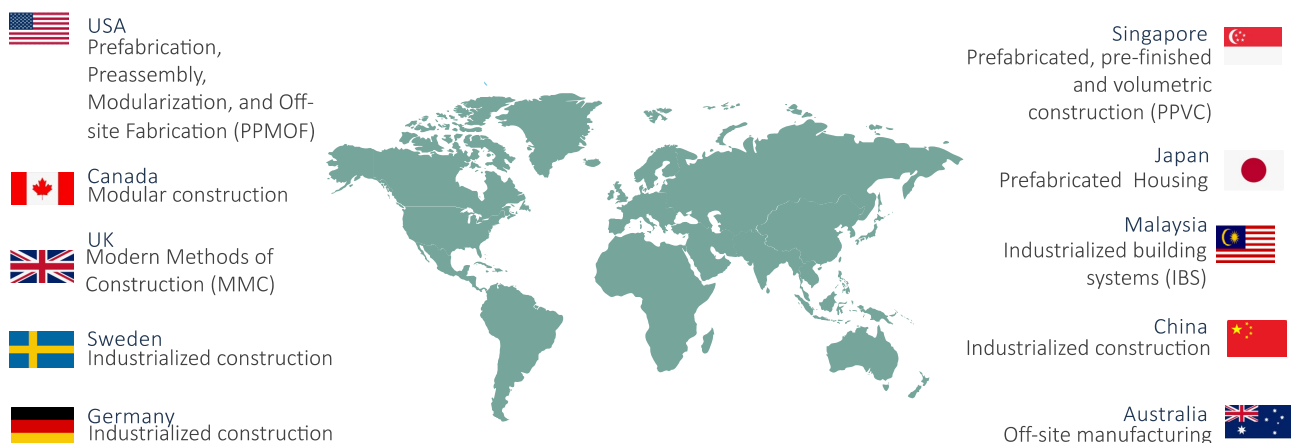


Figura 3. Principali termini collegati ad OSC.

Lo studio dei business model di filiera è stato ostacolato dalla scarsa diffusione dell'OSC, in particolare nel settore della riqualificazione energetica. Il comparto OSC italiano è frammentato e presenta un numero limitato di attori attivi. Perciò, l'analisi dei business model di filiera è stata affrontata tramite lo studio di barriere e azioni a supporto allo sviluppo del comparto.

## 7.2.1 Metodologia

L'approccio adottato è di tipo qualitativo basato sull'analisi di casi di studio, interloquendo con attori italiani selezionati tra aziende e associazioni di categoria già presenti nel mercato OSC o che mostrano interesse o hanno già pianificato di entrarvi. I dati sono stati raccolti attraverso interviste. Ai rispondenti è stato chiesto di caratterizzare il ruolo dell'attore all'interno del mercato, descrivendo le filiere in cui sono coinvolti, e di fornire la loro opinione su OSC, i principali ostacoli all'adozione dell'OSC e allo sviluppo del mercato, e possibili azioni a supporto. Tabella 1 riporta una panoramica del campione investigato.

Tabella 1. Campione investigato.

**Legenda.** AC: Associazione di categoria; A: Azienda.

Attore	ATECO Code	AC di riferimento	Interlocutore
AC1	-	-	Direttore tecnico
AC2	-	AC1	Segretario generale
AC3	-	AC1	Segretario generale
AC4	-	-	Coordinatore commissione; Direttore; Responsabile area 1; Responsabile Area 2; Membro
A1	41.2	AC1	Architetto
A2	23.99	AC1	Direttore generale; Supervisore parte tecnica
A3	22.22	AC1; AC2	Direttore generale; Supervisore parte tecnica
A4	22.21	AC1; AC3	Supervisore parte tecnica; Responsabile sostenibilità
A5	22.21	AC1; AC3	Supervisore parte tecnica
A6	41.2	AC4	Partner
A7	16.1	-	Direttore generale
A8	25.11	-	Direttore generale
A9	25.11	AC1	Direttore generale; Tecnico
A10	46.73	AC1	Responsabile tecnico

La codifica delle interviste ha previsto l'utilizzo di un *open coding* induttivo di un *axial coding*.

Gli attori sono stati mappati lungo una filiera di riferimento e raggruppati per prospettiva a seconda dell'attività svolta lungo la filiera (Figura 4):

- Prospettiva 1 - Fornitori di materiali;
- Prospettiva 2 - Fornitori di sistemi (e componenti);
- Prospettiva 3 - Imprese di costruzione.

In base alle loro attività condotte, alcuni attori sono stati assegnati a più di una prospettiva.



Figura 4. Prospettive di analisi e relative aziende ad associazioni di categoria.

## 7.2.2 Barriere

I risultati (Tabella 2) sono riportati secondo le tre prospettive, e successivamente discussi da un punto di vista generale.

Tabella 2. Barriere emerse secondo le diverse prospettive.

	Prospettiva 1	Prospettiva 2	Prospettiva 3
Multiproprietà degli edifici	☑	☑	☑
Parco edifici peculiare (storico)	☑	☑	☑
Geometria e caratteristiche degli edifici (ristrutturazioni)	☑	☑	☑
Criticità in fase di progettazione (tecniche, organizzative, temporali, economiche)	☑	☑	☑
Criticità in fase di implementazione	☑	☑	
Flessibilità e customizzazione in fase di design, produzione e/o di posa		☑	☑
Incertezza sulle performance richieste dalle soluzioni			☑
Difficoltà e/o costi di trasporto	☑	☑	☑
Prezzo maggiore rispetto a soluzioni tradizionali	☑	☑	☑
Mancanza di incentivi	☑		
Mancanza di normativa, standard e certificazioni	☑	☑	☑
Mancanza di qualifica e controllo sui produttori di soluzioni		☑	
Investimento iniziale elevato		☑	☑
Filiera frammentata e bassa collaborazione	☑	☑	☑
Resistenza al cambiamento	☑	☑	☑
"Demansionamento" di alcune attività lungo la catena del valore			☑
Mancanza di competenze lungo la filiera	☑	☑	☑
Mancanza di consapevolezza (da parte dei clienti, aziende partner, aziende della filiera)	☑	☑	☑
Scalabilità del business model		☑	

Legenda. Con riferimento al totale degli attori in ogni prospettiva: barriera riscontrata da meno del 25% ☑; barriera riscontrata da più del 25% ma meno del 50% ☑; barriera riscontrata da più del 50% ma meno del 75% ☑; barriera riscontrata da almeno il 75% ☑.

**Prospettiva 1 - Fornitori di Materiali.** I fornitori di materiali hanno evidenziato una generale scarsa consapevolezza e competenza da parte dell'edilizia tradizionale nel lavorare con sistemi prefabbricati innovativi, riconoscendo al contempo uno scarso successo dei pionieri OSC nel dimostrarne il potenziale. La mancanza di standard tecnici ostacola lo sviluppo del mercato. Considerazioni relative al patrimonio edilizio italiano, come unicità e vetustà, sono critiche considerando le caratteristiche tecniche dei materiali, come la permeabilità, dato che i sistemi di isolamento possono alterare drasticamente le caratteristiche termo-igrometriche dell'involucro.

**Prospettiva 2 - Fornitori di Sistemi.** La scarsa consapevolezza è una barriera rilevante. Diversi attori della catena del valore, dai progettisti ai clienti, non sono consapevoli del potenziale dell'OSC. Per molti fornitori, è difficile trovare installatori con esperienza e competenze adeguate: alcuni fornitori stanno quindi pianificando di integrarsi verticalmente per includere l'installazione dei loro prodotti. Nel complesso, il contesto italiano mostra una limitata domanda, sia per una mancanza di consapevolezza sul potenziale dell'OSC che per il costo percepito. Tuttavia, se il costo del sistema è più alto rispetto alla costruzione tradizionale, i risparmi, che di solito emergono nella fase di installazione, non sono adeguatamente valutati dai clienti. La frammentazione del settore edile pone limitazioni, poiché le soluzioni OSC, rispetto agli approcci convenzionali, richiedono un processo collaborativo il cui risultato dipende fortemente dalla capacità di coordinamento e comunicazione durante l'intero processo. I fornitori di sistemi sono caratterizzati da una mancanza di economia di scala e capacità, antecedente critico per una maggiore domanda. Infine, sono emerse barriere legate

al trasporto, sia in termini di orografia italiana e struttura delle agglomerazioni urbane sia in termini di costi, data la necessità di trasportare pannelli e componenti ingombranti.

**Prospettiva 3 - Imprese di Costruzione.** Una barriera critica è legata all'incapacità dei produttori di sistemi di fornire sistemi adatti a diverse applicazioni e gradi di personalizzazione. Barriere emergono anche in relazione al trasporto. I sistemi modulari, facilmente adattabili a edifici di piccole dimensioni, potrebbero essere una soluzione per contrastare complicazioni e costi nelle fasi di installazione e trasporto, ma essi non sono sempre diffusi o disponibili. Il problema logistico è ampliato dalla normativa italiana, con limiti su dimensioni massime trasportabili e costi onerosi per carichi eccezionali. Gli intervistati hanno evidenziato che resistenza al cambiamento e inerzia sembrano caratterizzare il settore dell'edilizia tradizionale. Tuttavia, questo atteggiamento potrebbe connettersi all'incertezza sulle prestazioni di OSC: poiché le imprese di costruzione sono responsabili delle prestazioni strutturali degli edifici, devono essere sicure che la tecnica adottata funzioni correttamente.

**Panoramica generale.** Molte delle barriere identificate dai fornitori di sistemi sono indicate anche dai fornitori di materiali. Perciò, alcuni problemi alla diffusione dell'OSC sono comuni lungo la catena del valore. Sono emerse anche differenze, come il trasporto, non fondamentale per i fornitori di materiali ma cruciale per i fornitori di sistemi e le imprese di costruzione. Le differenze potrebbero legarsi alla natura delle attività svolte e alla complessità dei prodotti gestiti ai diversi livelli. Una differenza interessante emerge tra i fornitori di sistemi e le industrie della costruzione: i primi percepiscono una mancanza di consapevolezza lato costruttori, i secondi sottolineano la mancanza di orientamento tecnico e soluzioni modulari, più facili da gestire e installare, e una bassa fiducia in OSC dovuta alla mancanza di installazioni dimostrative.

### 7.2.3 Azioni a supporto

I risultati (Tabella 3) sono riportati secondo le tre prospettive, e successivamente discussi da un punto di vista generale.

Tabella 3. Azioni a supporto emerse secondo le diverse prospettive

	Prospettiva 1	Prospettiva 2	Prospettiva 3
Definizione di standard e metodi di lavoro	☑	☑	☑
Definire i requisiti di qualifica dei fornitori	☑	☑	
Promuovere il confronto con soluzioni tradizionali (tramite standard, casi pilota etc.)	☑	☑	☑
Effettuazione e condivisione di analisi costi-benefici (sull'intero progetto)	🟡	☑	🟡
Sviluppare sistemi più leggeri e/o piccoli (soluzioni OSC ibride)	☑	☑	☑
Aumentare il livello di ingegnerizzazione delle soluzioni	☑	☑	
Aumentare la flessibilità di prodotto e processo		☑	☑
Sviluppo di filiere OSC più integrate	☑	☑	☑
Creazione di partnerships tra gli attori OSC	☑	☑	☑
Aumentare la consapevolezza dei clienti circa l'esistenza di OSC	☑	☑	☑
Aumentare la consapevolezza all'interno delle organizzazioni	☑	☑	
Incentivi finanziari e misure istituzionali, anche legati alle performance (ambientali, sicurezza etc.)	☑	☑	☑
Promuovere soluzioni orientate alla circolarità/ efficienza di processo con ricadute ambientali	☑	☑	☑
Formazione	☑	☑	☑
Sfruttamento della digitalizzazione	☑	☑	☑
Definizione di standard e metodi di lavoro	☑	☑	☑

Legenda. Con riferimento al totale degli attori in ogni prospettiva: azione riscontrata da meno del 25% 🟡; azione riscontrata da più del 25% ma meno del 50% 🟠; azione riscontrata da più del 50% ma meno del 75% 🟢; azione riscontrata da almeno il 75% 🔵.

**Prospettiva 1 - Fornitori di Materiali.** I fornitori di materiali hanno evidenziato l'importanza di corsi di formazione per aumentare la consapevolezza e il livello di competenza delle imprese di costruzione. Standard tecnici potrebbero facilitare le attività di installazione e la coordinazione lungo la catena del valore. La progettazione dei sistemi OSC deve prevedere un'attenta selezione dei materiali poiché il cliente finale riconosce un valore aggiunto (ed è disposto a pagare di più) per soluzioni con caratteristiche aggiuntive oltre all'isolamento termico, come isolamento acustico, protezione antincendio e proprietà antisismiche. I fornitori di materiali hanno inoltre sottolineato l'importanza dell'economia circolare e quindi la necessità di progettare prodotti che facilitino lo smontaggio e il recupero al termine del ciclo di vita dell'edificio.

**Prospettiva 2 - Fornitori di Sistemi.** I corsi di formazione risultano cruciali, e potrebbero essere erogati da fornitori di sistemi o enti professionali. I fornitori di sistemi hanno suggerito che meccanismi di comunicazione potrebbero contrastare l'inerzia che caratterizza il settore edile. Per implementare strategie cooperative per l'adozione dell'OSC, è necessario stabilire collaborazioni e partnership con gli attori coinvolti nella catena del valore, eventualmente anche con il supporto di strumenti di digitalizzazione. Il governo potrebbe catalizzare l'adozione di OSC attraverso incentivi, regolamenti e requisiti di conformità. Gli intervistati hanno convenuto sulla mancanza di un piano di incentivi duraturo per l'OSC in Italia. Tali incentivi dovrebbero essere basati su un quadro di riferimento che includa non solo aspetti tecnici ma anche considerazioni relative alla facilità di smontaggio o manutenzione, che potrebbero essere potenzialmente utilizzate da banche e istituti di credito per valutare progetti di ristrutturazione e concedere mutui e prestiti.

**Prospettiva 3 - Imprese di Costruzione.** La disponibilità di informazioni su precedenti applicazioni OSC, come casi di successo e analisi costi-benefici potrebbe favorire l'adozione di OSC. Collaborazioni e partnership sono vitali per contrastare le percepite limitazioni attuali di OSC, come i problemi legati al trasporto, all'informazione e alle competenze. Le collaborazioni dovrebbero includere la consultazione di appaltatori e fornitori di sistemi nelle prime fasi del processo di progettazione, cosicché le imprese di costruzione possano cercare fornitori di sistemi che possano aiutarle a controllare i tempi e i costi durante il processo di installazione.

**Panoramica generale.** Installazioni dimostrative, rilevanti per le aziende di costruzione, sono di interesse nello sviluppo di un mercato OSC, supportando le analisi di costi-benefici dell'OSC. Un piano di incentivi governativo può catalizzare l'installazione dimostrativa, i cui risultati devono essere efficacemente comunicati. I sistemi modulari potrebbero soddisfare le esigenze di standardizzazione dei produttori e la personalizzazione dei clienti. Collaborazione e partnership sono rilevanti per tutti gli attori, e dovrebbero mirare a sviluppare una strategia di progettazione coordinata garantendo che ogni elemento sia considerato sin dalle prime fasi.

### 7.3 Analisi delle soluzioni OSC di isolamento termico per l'ambiente costruito

La presente attività è stata svolta in stretta collaborazione con ENEA (LA 2.7 e 2.8)

Le soluzioni sono state identificate analizzando i prodotti offerti dalle aziende attualmente operanti nel comparto OSC. Durante la selezione sono state evidenziate due casistiche relative al livello di prefabbricazione:

- **full OSC:** soluzioni completamente prefabbricate che coprono l'intera altezza della facciata dell'edificio;
- **semi OSC:** soluzioni parzialmente prefabbricate che permettono maggiore personalizzazione in fase di cantiere.

La caratterizzazione delle soluzioni si è basata su vari assi, tra cui elementi costruttivi, proprietà e prestazioni. I dati sono stati raccolti tramite brochures, siti web, manuali, schede tecniche etc. Tabella 4 riporta il dettaglio delle soluzioni.

Tabella 4. Caratterizzazione delle soluzioni.

Soluzione	ADMIRA 2D UPWALL	GUSCIO	Quad Core AWP	Arkwall	GENIALE CAPPOTTO SISMICO	StoVentec R	RHINOCEROS-WALL
Azienda	Manni Green Tech	Marlegno	Kingspan	Inpek	Ecosism	STO Italia	WoodBeton
Tipologia di OSC	"full"	"semi" (ibrido)	"full"	"full"	"semi" (ibrido)	"semi" (ibrido)	"full"
Geometria	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D
Livello di standardizzazione	Specifico	Specifico	Standardizzato	Standardizzato	Specifico	Standardizzato	Standardizzato
Ponteggi	No	Si	Si	Si	Si	Si	No
Assemblaggio	/	A secco	A secco	A secco	A umido	A umido	A secco
Proprietà sismiche (miglioramento sismico)	Si	Si	No	No	Si	No	Si
Proprietà termiche (miglioramento termico)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Riallocazione utenti	No	No	/	No	No	/	No
Soluzioni su diversi piani	Si	Si	Si	Si	Si	/	Si
Design (disassemblaggio e riuso da design)	Si	No	/	Si	No	No	/
Materiali isolanti riciclabili	Si	Si	/	Si	/	No	/
Altri materiali riciclabili	Si	Si	No	Si	Si	No	/
Soluzione multimateriale	Si	No (legno)	Si	Si	Si	Si	Si
Scelta tra una gamma di materiali isolanti	No	No	Si	Si	Si	No	Si
Scelta tra una gamma di finiture estetiche	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

## 7.4 Linee guida per lo sviluppo del comparto OSC

In Italia non esiste ancora una catena del valore OSC definita. I risultati dell'indagine condotta permettono di offrire una rappresentazione generale di tale catena del valore (Figura 5).

Figura 5. Catena del valore del comparto OSC.



Il primo livello comprende i fornitori di materiali per l'isolamento termico - lana di roccia, lana di vetro, poliuretano, legno. Questi acquisiscono materiali allo stato grezzo e li trasformano attraverso processi meccanici o chimici. I prodotti ottenuti sono utilizzati per fabbricare sistemi isolanti integrati, o venduti a imprese operanti in altri settori come l'agricoltura o altre industrie. Il secondo livello comprende i produttori di sistemi che acquisiscono, elaborano e assemblano materiali e componenti per realizzare sistemi poi trasportati in cantiere per l'installazione. I loro clienti principali sono progettisti o utenti finali. I produttori sono spesso responsabili di coinvolgere le società di trasporto. I produttori di sistemi possono eventualmente svolgere attività in cantiere. Il terzo livello è costituito dalle società di trasporto. Si occupano delle attività logistiche dalle strutture di produzione ai cantieri. Il quarto livello è rappresentato dalle imprese di costruzione, responsabili dell'installazione dei sistemi, dell'assemblaggio dei componenti, della realizzazione delle finiture e della personalizzazione dell'output. I loro clienti sono consumatori finali e progettisti, per progetti di edifici residenziali, enti pubblici o altre entità private nel caso di edifici non residenziali.

Nonostante la potenziale semplicità della catena del valore, l'indagine empirica mostra un basso livello di maturità dell'industria OSC: ruoli, responsabilità e interazioni tra i diversi attori strutturalmente definiti ma dipendono dal progetto specifico. Dall'indagine è emersa un'interessante sovrapposizione tra attori, attività e livelli e differenti gradi di integrazione verticale: alcuni fornitori di materiali offrono anche soluzioni semi-finite che non costituiscono sistemi prefabbricati ma possono essere facilmente integrate con questi ultimi; alcuni produttori di sistemi oltre alla fabbricazione, spesso realizzano attività di installazione. Alcuni attori stanno pianificando di effettuare fusioni e acquisizioni per internalizzare determinate competenze. Tuttavia, poiché la verticalizzazione comporta costi aggiuntivi, le attività vengono talvolta gestite da subappaltatori. Il grado di integrazione verticale non può essere definito in generale ma deve essere determinato da ciascun attore, e l'outsourcing di parte delle attività potrebbe essere o meno una mossa strategica. Inoltre, la scelta può variare in base al progetto specifico.

Non c'è un singolo attore che possa supportare lo sviluppo del comparto OSC, ma è richiesto un approccio integrato di aziende, clienti e policymaker. La creazione di collaborazioni e partnership è necessaria per mobilitare l'intera catena del valore. Sono inoltre necessarie attività di sensibilizzazione e formazione per aziende, clienti e progettisti, nonché un piano di incentivi stabili nel lungo periodo. Tali azioni potrebbero far fronte alla mancanza di conoscenza e di consapevolezza soprattutto a livello di cliente finale e di progettisti, precedentemente identificata come barriera. Attività di sensibilizzazione e la presenza di incentivi stabili, potrebbero congiuntamente supportare lo sviluppo di un mercato OSC. Le azioni focalizzate sull'aumento della domanda dovrebbero accompagnarsi a soluzioni per favorire gli investimenti infrastrutturali necessari e la formazione del personale.

## 8 Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte

Come da capitolato, non sono state utilizzate consulenze per le attività sopra descritte.

## 9 Pubblicazioni scientifiche

- Neri, A., Cagno, E., Herce, C. (2024) 'Business models for the off-site construction from a value chain perspective: evidence from the Italian context' 19th SDEWES 2024, Rome, Italy, 08-12 September, 2024
- Herce, C., Toro, C., Benedetti, M., Accordini, D., Neri, A., Cagno, E. (2024) 'Impact of prefabrication level on the value chain of Italian offsite construction solutions for building renovation' 19th SDEWES 2024, Rome, Italy, 08-12 September, 2024

## 10 Eventi di disseminazione

- Special Session “Off-site Construction: Challenges and prospects for supporting the energy transition”, 19th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environmental Systems SDEWES *Roma, 8-12 September, 2024*. La special session è organizzata da Dr Alessandra Neri (POLIMI DIG) Dr Miriam Benedetti (ENEA) e Dr Graziano Salvalai (POLIMI DABC).  
Alla special session è stato legata la seguente special issue: [Off-Site Construction: Challenges and Prospects for Supporting the Energy Transition](#) sulla rivista “Sustainability MDPI”.
- Evento di chiusura del progetto OFFICIO presso SAIE – Fiera delle Costruzioni, progettazione, edilizia e impianti *Bologna Fiere, Sala Notturmo, 9 Ottobre 2024*.