

Ricerca di Sistema elettrico



Analisi dello stato dell'arte di sistemi off-site per l'involucro edilizio in ambito nazionale ed europeo. Analisi comparativa delle filiere legno e acciaio e definizione delle potenziali modalità di trasferimento delle conoscenze, competenze e best practices tra i due settori (LA2.10)

G. Salvalai, M. Imperadori, F. Gadusso, I. Isacco



POLITECNICO
MILANO 1863

Analisi dello stato dell'arte di sistemi off-site per l'involucro edilizio in ambito nazionale ed europeo. Analisi comparativa delle filiere legno e acciaio e definizione delle potenziali modalità di trasferimento delle conoscenze, competenze e best practices tra i due settori (LA2.10)

G. Salvalai, M. Imperadori, F. Gadusso, I. Isacco

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: 2.10

Responsabile del Progetto: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile del Work Package: Miriam Benedetti, ENEA

Responsabile Linea di Attività: POLIMI DABC

Mese inizio previsto: 13

Mese inizio effettivo: 13

Mese fine previsto: 36

Mese fine effettivo: 36

Indice

1	Risultati attesi	4
2	Risultati ottenuti.....	5
3	Prodotti attesi	6
4	Prodotti sviluppati	7
5	Analisi degli scostamenti su attività e risultati.....	8
6	Sintesi delle attività svolte	9
7	Dettaglio delle attività svolte.....	10
7.1	Database	10
7.1.1	Database Letteratura scientifica.....	10
7.1.2	Database Progetti europei	12
7.1.3	Database Prodotti	14
7.1.4	Discussione generale dei risultati.....	16
7.2	Schede di sintesi	16
8	Contributo delle eventuali consulenze alle attività sopra descritte.....	20
9	Pubblicazioni scientifiche.....	21
10	Eventi di disseminazione	22

Indice delle figure

- Figura 1: Visualizzazione dei risultati ottenuti in fase di inclusione suddivisi sulla base della (a) distribuzione geografica e (b) tipologia di documento e anno di pubblicazione. **Errore. Il segnalibro non è definito.** II
- Figura 2: Interpretazione dei dati sulla base di (a) materiale di cui è costituita la struttura principale della tecnologia (legno-acciaio) descritta; (b) tipologia di articolo. **Errore. Il segnalibro non è definito.** II
- Figura 3: Interpretazione dei dati sulla base del (a) tipo di applicazione e (b) del tipo di ambito di innovazione esplorato nella ricerca **Errore. Il segnalibro non è definito.**
- Figura 4: Distribuzione geografica dei partner che compongono i team dei progetti europei mappati. Tra essi spiccano la Spagna e l'Italia, con una partecipazione rispettivamente nell'82% dei progetti e nel 76% dei progetti..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
- Figura 5: Interpretazione dei dati sulla base di (a) se il pannello studiato viene usato per riqualificazione o nuovi progetti, (b) il tipo di ambito di innovazione definita nel progetto. **Errore. Il segnalibro non è definito.**
- Figura 6: Analisi della produzione europea (semi-offsite + offsite), dati estratti dal database degli autori: (a) Confronto tra produzione italiana ed europea. (b) Analisi sul territorio europeo di produzione, installazione e manutenzione. (c) Panoramica di quelli che sono gli strati prefabbricati nella produzione europea. (d) Uso dei sistemi OSC in riqualificazione e in nuovi progetti. **Errore. Il segnalibro non è definito.**
- Figura 7: Esempio della scheda riassuntiva per i progetti europei. 17
- Figura 8: Esempio di scheda riassuntiva per le soluzioni sul mercato 18

Indice delle tabelle

- Tabella 1: Metodo di calcolo dei livelli di prestazione nei progetti mappati 18
- Tabella 2: Metodo di calcolo dei livelli di prestazione nei prodotti mappati 19

1 Risultati attesi

Di seguito si riporta per punti il testo del capitolato relativo ai risultati attesi per la LA2.10.2, secondo deliverable:

- Un database popolato con i dati raccolti, propriamente strutturati e implementabili nel tempo, che permetterà di: i) sintetizzare lo stato di avanzamento dei sistemi OSC a livello nazionale e internazionale, ii) mappare nel tempo le innovazioni, e iii) fungere da punto di riferimento per il trasferimento delle conoscenze tra le aziende appartenenti alle filiere indagate. Nei prossimi capitoli si riportano le analisi dei dati così come strutturati secondo la metodologia definita nella linea di lavoro LA2.10.1, e descritta nel report "Analisi dello stato dell'arte di sistemi off-site per l'involucro edilizio in ambito nazionale ed europeo. Analisi comparativa delle filiere legno e acciaio e definizione delle potenziali modalità di trasferimento delle conoscenze, competenze e best practices tra i due settori (LA2.10) – Rapporto tecnico 1".
- Le informazioni contenute nel database saranno riversate in schede descrittive di prodotto/sistema al fine di popolare un atlante delle soluzioni OSC anche attraverso case history o success stories dei casi applicativi e sistemi più rilevanti, che popoleranno l'atlante delle costruzioni off-site.

2 Risultati ottenuti

Di seguito si riportano i risultati ottenuti seguendo l'ordine del punto elenco del capitolo 1 "Risultati attesi".

- La rielaborazione dei dati raccolti all'interno del database, così come definiti secondo l'approccio metodologico (Report A), ha dato la possibilità di fornirne una chiave di lettura oggettiva della situazione attuale del mercato degli OSC.

L'applicazione del metodo PRISMA ha incluso 34 documenti analizzati per criteri e KPI (Report A, Cap. 2). L'Italia guida l'interesse scientifico con 13 articoli, seguita da Spagna e Germania. Il 54,8% tratta tecnologie in legno, il 45% acciaio, con il 20% dedicato a confronti tra i due materiali. Il 55% è finanziato da progetti UE. Le applicazioni riguardano retrofit (22 articoli) e nuova costruzione (13). Innovazioni trattate includono FER, giunti a secco e materiali innovativi come aerogel e canapa. Dall'analisi emergono 39 progetti sulle tecnologie OSC, con forte interesse nell'area mediterranea ma scarsa penetrazione nel mercato. Di questi, 27 riguardano acciaio, 6 legno, e la maggior parte è dedicata a pannelli pensati per la riqualificazione. Progetti come REZBUILD e RINNO sviluppano piattaforme per ristrutturazioni profonde, mentre HOUSEFUL e CIRCUIT promuovono la circolarità nel settore, così come ICEBERG, che esplora il ciclo di vita degli edifici. C'è un grande interesse per l'introduzione delle rinnovabili nei sistemi, 19 progetti trattano infatti integrazioni di RES nei moduli off-site. Altri ambiti di innovazione includono nanomateriali e VIP. Sono stati mappati 51 attori chiave, di cui 20 in Italia, e 541 soluzioni OSC prodotti da tali aziende. Si riconosce la presenza nel mercato di tre tipologie di tecnologie principali, quali pannelli sandwich, pannelli multistrato e moduli volumetrici, questi ultimi i meno presenti, costituendo solo l'1,5% del mercato. I prodotti in legno sono più maturi, e presentano un maggiore livello di prefabbricazione. Infatti, il 99% dei prodotti in acciaio e il 93% in legno includono isolamento, ma solo il 38% in acciaio integra una struttura. Il nuovo progetto resta l'applicazione principale. Il mercato OSC europeo mostra esempi maturi, con soluzioni a base legno più avanzate ma meno diffuse rispetto all'acciaio, che domina con soluzioni semi-OSC. La produzione full-OSC si concentra su pannelli multistrato, mentre esempi di aziende produttrici di moduli volumetrici restano limitate. L'applicazione dell'OSC nelle nuove costruzioni prevale per adesso sul mercato, ma cresce l'interesse per la riqualificazione. Infatti, si osservano diversi articoli e progetti che trattano l'argomento. Margini di sviluppo includono l'integrazione di sistemi tecnici, tra cui spicca l'integrazione di impianti rinnovabili, di grande potenziale per ottimizzare la durata dei cantieri di riqualificazione. Altri ambiti di innovazione necessari per l'ampia diffusione nel mercato di queste tecnologie, sono lo studio dei giunti di attacco del pannello in facciata e il design for disassembly, cruciale per la circolarità e la neutralità climatica.

- Sono state prodotte due gruppi di schede di sintesi, una per ciascuno dei 39 progetti europei individuati e una per ogni prodotto identificato (541 prodotti OSC). Tali schede identificano progetti e prodotti, descrivendone le caratteristiche principali e riassumendone le caratteristiche prestazionali principali attraverso 3 kpi per i progetti europei mappati e 4 kpi per le tecnologie identificate sul mercato.

3 Prodotti attesi

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

4 Prodotti sviluppati

Nella LA sono stati sviluppati i seguenti prodotti:

- Rapporto tecnico. Il presente rapporto sintetico (secondo rapporto tecnico – Report B) descrive la strutturazione del database delle soluzioni OSC e riporta la rielaborazione dei dati raccolti così come definiti secondo l’approccio metodologico, definito nella linea di attività LA2.10.1. Esso descrive la strutturazione dell’atlante delle soluzioni le attività svolte ed i risultati dell’attività di ricerca condotta dal Politecnico di Milano, Dipartimento ABC, nel contesto del Work Package 2 (WP2), Linea di Attività LA2.10, in particolare per la sub-attività LA2.10.2 “Impostazione database soluzioni tecniche e casi di studio”. Le attività descritte all’interno del rapporto sintetico, si sviluppano in un atlante delle soluzioni OSC, che, in continuità con l’organizzazione della metodologia (vedi Report (LA.2.10) – A), articolata in tre linee di lavoro parallele, presenta i risultati in tre distinte sezioni, contenenti, (i) le analisi della letteratura scientifica, (ii) dei progetti di ricerca finanziati e (iii) dei prodotti sul mercato, ed una discussione finale relativa ai risultati, limiti evidenziati e futuri sviluppi. Sono poi descritte le schede di sintesi che popolano l’atlante dei sistemi e dei case histories derivanti dai progetti europei. Ne sono specificate le sezioni che le compongono il metodi di calcolo delle performance per ogni singolo prodotto e case history.
- Ulteriori prodotti sviluppati non previsti nel capitolato sono 2 atlanti contenenti le schede di sintesi della raccolta dati effettuata. Il primo atlante si compone delle schede di sintesi dei prodotti disponibili ad oggi sul mercato. Il secondo, contiene le schede di sintesi dei principali progetti sviluppati a livello europeo nell’ambito dell’OSC, a formare una raccolta di casi studio di ricerca. Nello specifico sono allegati i seguenti documenti:
 - RapportoTecnico2_Allegato1_AtlanteSistemiOSC
 - RapportoTecnico2_Allegato2_AtlanteProgettiEU

5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Non si riscontrano scostamenti su attività e risultati.

6 Sintesi delle attività svolte

La sub-attività LA2.10.2 descrive ed analizza i dati raccolti nei database delle soluzioni, e dei *case histories* definiti sulla base di uno studio della ricerca scientifica e dei progetti finanziati in ambito europeo. Da tali database emergono diverse considerazioni sulle soluzioni off-site, riguardanti le principali tendenze di mercato ed interessi scientifici. Sulle base delle prime analisi e classificazioni è stato possibile produrre delle schede di sintesi, sia per i sistemi che per i *case histories*, le quali riportano e tentano di evidenziare le principali caratteristiche individuate in fase di analisi. Grazie alle analisi delle *case histories*, sono state individuati i principali interessi di ricerca, grazie alle quali si è tentato di definire delle caratteristiche prestazionali per ciascun *case history* e soluzione sul mercato. Tali schede sono state raggruppate in due atlanti, uno relativo ai sistemi sul mercato ed uno relativo ai casi di successo.

7 Dettaglio delle attività svolte

L'analisi delle informazioni raccolte e strutturate all'interno dei diversi database ha permesso: (i) l'individuazione degli attuali interessi Comunitari in materia, emersi dai risultati della ricerca scientifica; (ii) l'identificazione di buone pratiche e di casi studio di riferimento, grazie alla catalogazione dei progetti finanziati in schede di sintesi; (iii) l'elaborazione di un atlante delle soluzioni commercializzate, grazie alla catalogazione dei prodotti presenti sul mercato in apposite schede di sintesi.

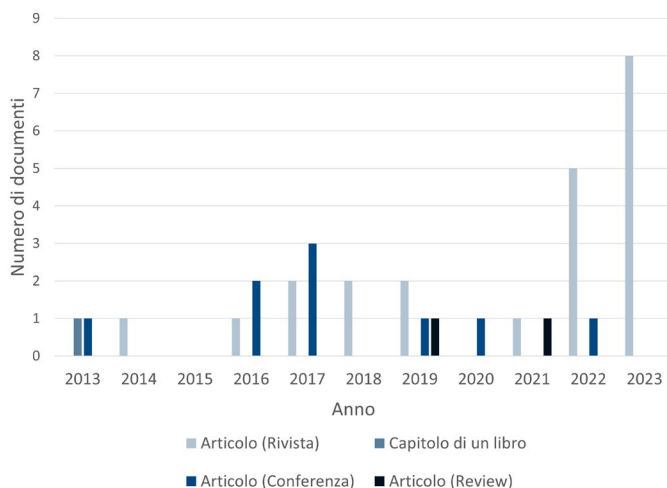
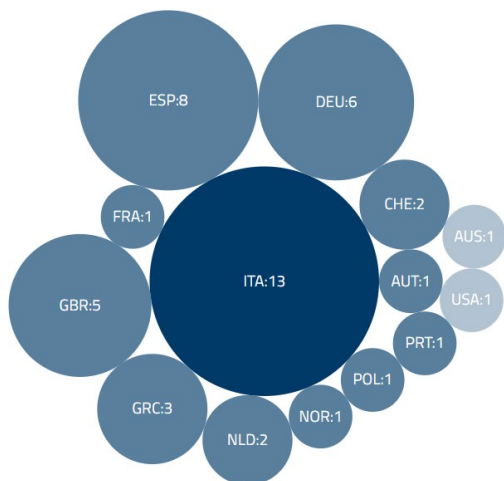
7.1 Database

In continuità con l'organizzazione della metodologia, articolata in tre linee di lavoro parallele, le analisi dei risultati ottenuti sono presentati in tre distinte sezioni, contenenti le analisi della letteratura scientifica, dei progetti di ricerca finanziati e delle analisi dei prodotti sul mercato. Ogni sezione fornisce un esame di vari aspetti delle tecnologie OSC, offrendo una visione quanto più comprensiva dello stato dell'arte e del mercato delle tecnologie off-site, fornendo la base di discussione per definire le potenziali direzioni future delle tecnologie off-site. In particolare, in questo capitolo si riporta la rielaborazione dei dati raccolti così come definiti secondo l'approccio metodologico, con il tentativo di fornirne una chiave di lettura oggettiva. Questo approccio strutturato consente nel capitolo 7.1.4 di discutere in maniera approfondita i diversi elementi che influenzano l'adozione e lo sviluppo dell'OSC, le barriere e le opportunità, i quadri teorici e l'interesse accademico, le implementazioni pratiche e le soluzioni pronte per il mercato.

7.1.1 Database Letteratura scientifica

L'applicazione del metodo PRISMA sulla letteratura scientifica ha portato all'inclusione di 34 documenti, i quali sono stati analizzati secondo diversi criteri e KPI, descritti nel Report A, Cap. 2.

L'Italia è uno dei paesi in cui si riscontra il maggior interesse scientifico sulla materia (Figura 1. a) con 13 articoli scientifici pubblicati sull'argomento, seguita da Spagna e Germania. La maggior parte delle pubblicazioni sull'argomento sono avvenute in articoli su riviste scientifiche, con un picco di pubblicazioni negli ultimi due anni (Figura 1.b). Sempre da questo grafico si osserva come gli articoli di review persistano come pubblicazioni in tutti gli anni del periodo di tempo analizzato.

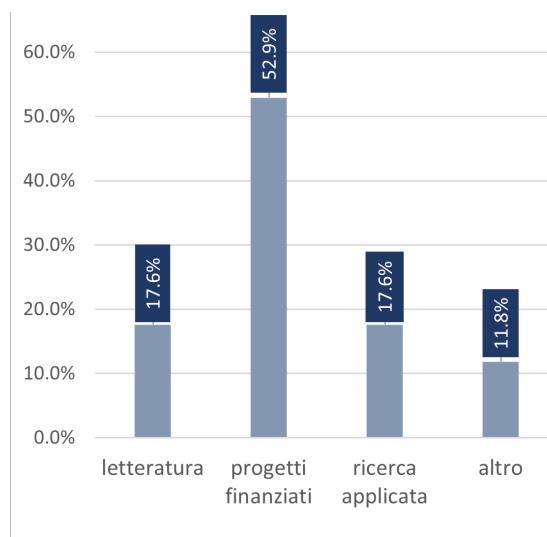
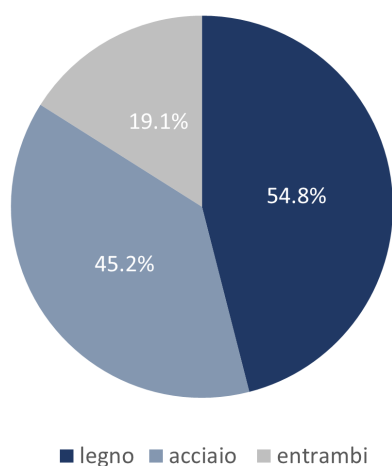


(a)

(b)

Figura 1: Visualizzazione dei risultati ottenuti in fase di inclusione suddivisi sulla base della (a) distribuzione geografica e (b) tipologia di documento e anno di pubblicazione.

La letteratura scientifica tratta maggiormente la tecnologia del legno, con il 54.8 % degli articoli riguardante questo materiale, contro il 45% relativi all'acciaio (light-steel frame). Di questi, quasi il 20% opera un confronto tra tecnologie basate sui due materiali (Figura 2.a). Quasi il 55% degli articoli esaminati è stato finanziato da progetti o quadri della Commissione europea, evidenziando l'influenza significativa dei finanziamenti UE sulla ricerca OSC (Figura 2.b).

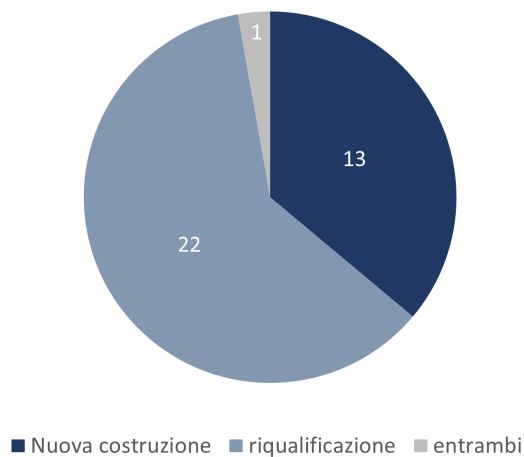


(a)

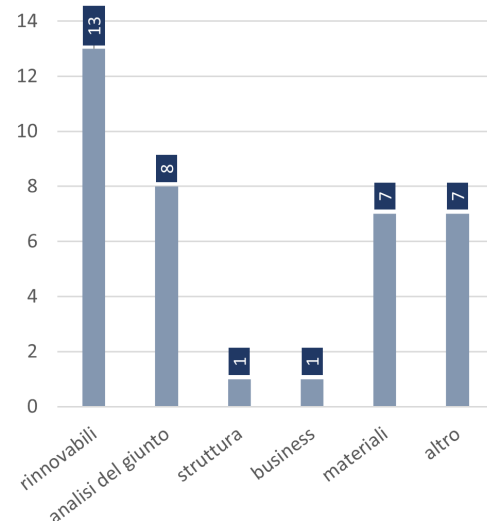
(b)

Figura 2: Interpretazione dei dati sulla base di (a) materiale di cui è costituita la struttura principale della tecnologia (legno-acciaio) descritta; (b) tipologia di articolo.

In termini di applicazione, 22 articoli esplorano soluzioni per il retrofit di edifici esistenti, mentre 13, i prodotti per la nuova costruzione (Figura 3.a).



(a)



(b)

Figura 3: Interpretazione dei dati sulla base del (a) tipo di applicazione e (b) del tipo di ambito di innovazione esplorato nella ricerca

Gli articoli toccano diversi ambiti di innovazione (Figura 3.b), di cui 13 si concentrano sull'integrazione di fonti energetiche rinnovabili (FER), dividendosi equamente tra studi su tecnologie legate al solare e sistemi HVAC mentre i rimanenti articoli confrontano diversi tipi di FER. 8 articoli analizzano i meccanismi di connessione delle tecnologie OSC alle pareti, analizzando il problema del giunto con la facciata esistente. Tutti i collegamenti esaminati sono a secco. Dall'analisi si riscontra inoltre interesse (7 articoli) verso l'utilizzo di materiali riciclati, alternativi (come la canapa) ed innovativi (come l'aerogel). 7 articoli, esplorano diversi ambiti di innovazione, tra cui 1 articolo studia i sistemi Ethics, 3 articoli esplorano innovazioni di processo ed 1 solo articolo si focalizza sul *design for disassembly*.

7.1.2 Database Progetti europei

Dall'analisi della ricerca finanziata sono emersi 39 progetti incentrati sulle tecnologie OSC. Come mostra la Figura 4, vi è un elevato interesse per le tecnologie OSC nell'area mediterranea, sottolineando al contempo il divario esistente tra la necessità, e l'adozione e penetrazione nel mercato nazionale

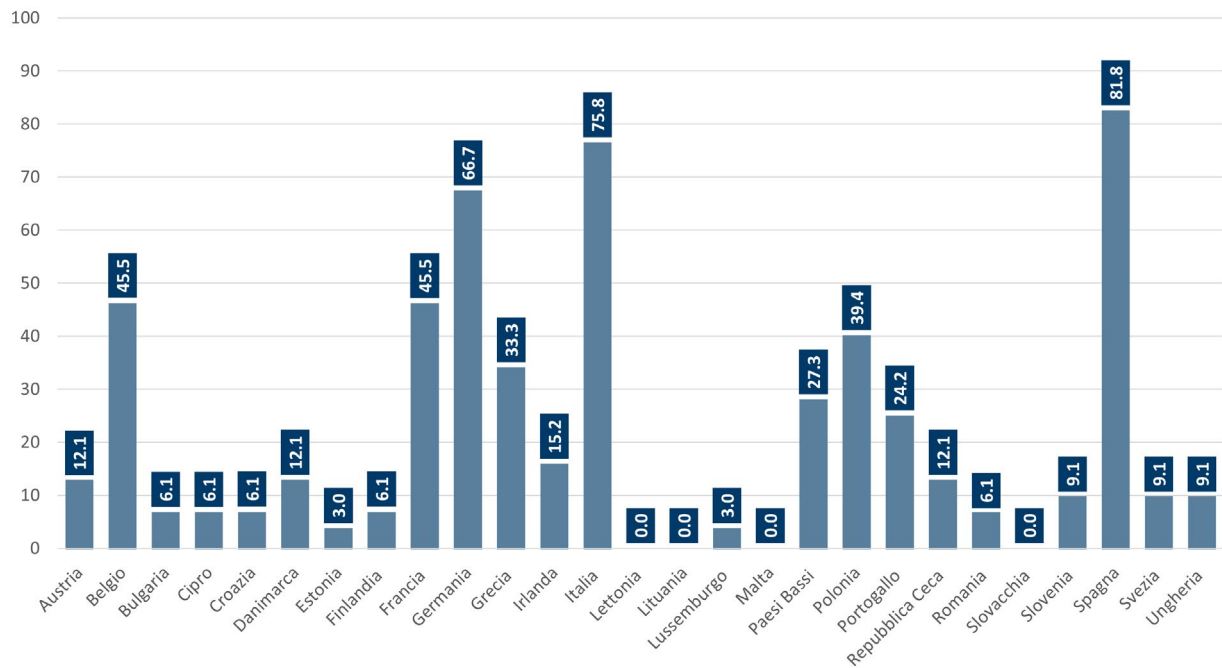
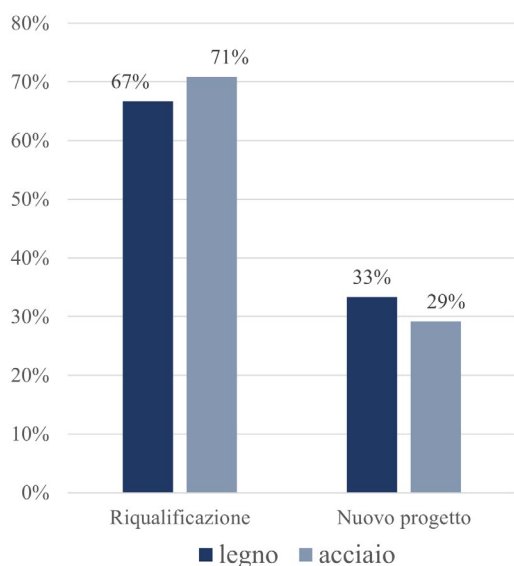
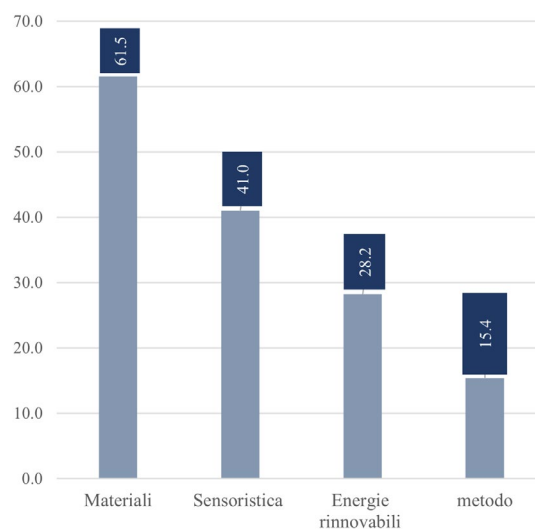


Figura 4: Distribuzione geografica dei partner che compongono i team dei progetti europei mappati. Tra essi spiccano la Spagna e l'Italia, con una partecipazione rispettivamente nell'82% dei progetti e nel 76% dei progetti.

Dei progetti analizzati, 27 riguardano tecnologie a base acciaio, 6 sistemi a base di legno, e la maggior parte di questi studia pannelli per la riqualificazione edilizia (Figura 5.a). I restanti 6 progetti, di cui 3 in Italia, non si concentrano su una specifica tecnologia, ma esplorano metodologie o strumenti legati alla ristrutturazione del patrimonio edilizio. Queste metodologie di ristrutturazione spesso incorporano o propongono una o più soluzioni OSC. REZBUILD implementa una piattaforma decisionale per la ristrutturazione profonda per le principali categorie di edifici, analogamente, il progetto RINNO mira ad aumentare il tasso di ristrutturazione, proponendo soluzioni economicamente vantaggiose classificate in due gruppi: involucri modulari plug-and-play e sistemi di accumulo di energia rinnovabile. HOUSEFUL sviluppa uno strumento per quantificare i livelli di circolarità degli edifici e ricalibrare i modelli di business tradizionali verso la circolarità. CIRCUIT adotta una prospettiva di implementazione della circolarità a livello cittadino, mentre il progetto ABRACADABRA si concentra sul finanziamento di strategie di ristrutturazione. ICEBERG affronta la questione del ciclo di vita degli edifici nell'ambito della strategia di circolarità dell'UE. Vi è un notevole interesse per l'integrazione delle tecnologie off-site con i sistemi tecnici. Diciannove progetti (2 basati sul legno, 17 sull'acciaio) si concentrano sull'incorporazione di soluzioni di energia rinnovabile (RES) all'interno di moduli off-site. Il progetto PLURAL cerca di integrare diversi tipi di soluzioni rinnovabili, con l'obiettivo di confrontarle per studiarne e ottimizzarne il processo di integrazione in un componente di facciata. Il progetto SMAS sviluppa un sistema di climatizzazione ibrido-naturale (H-NAC), mentre il progetto ECOSANDWICH si concentra su un sistema di pareti ventilate. Otto progetti esplorano in modo esclusivo l'uso di materiali innovativi, tra cui nanomateriali, pannelli isolati sottovuoto (VIP) e infrastrutture di pareti ventilate verdi, anche se questo ambito di innovazione viene esplorato in più del 60% dei progetti (Figura 5.b)



(a)



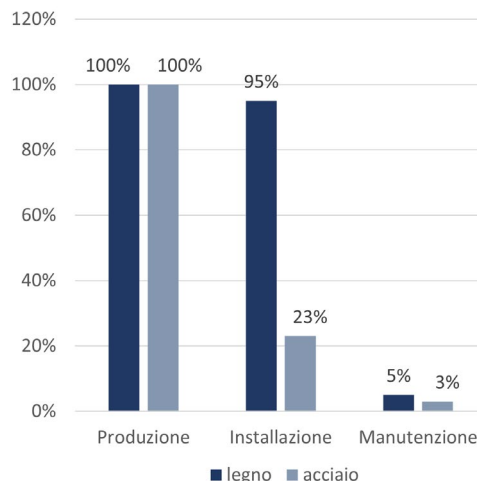
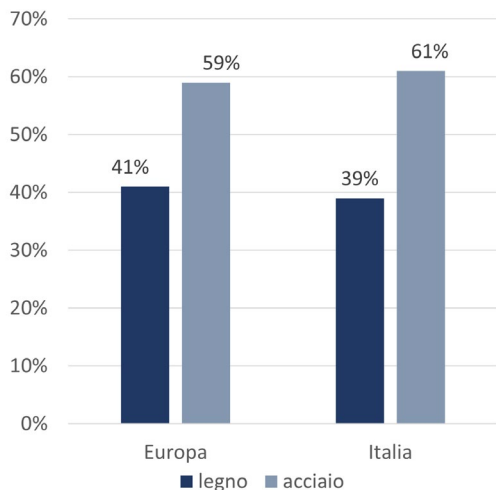
(b)

Figura 5: Interpretazione dei dati sulla base di (a) se il pannello studiato viene usato per riqualificazione o nuovi progetti, (b) il tipo di ambito di innovazione definita nel progetto.

Tutti i progetti esaminati utilizzano tecnologie completamente off-site, escludendo dalla ricerca i pannelli sandwich e nessuno dei progetti affronta sistemi più complessi (intere case o celle).

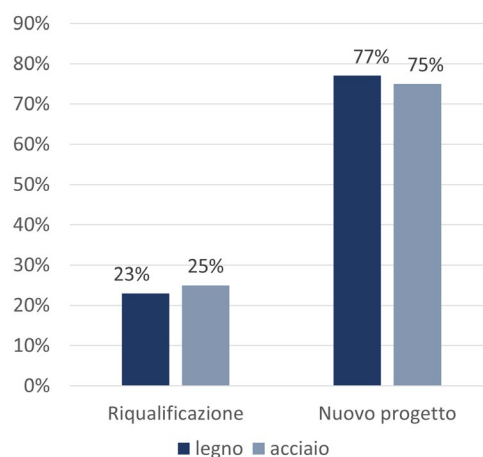
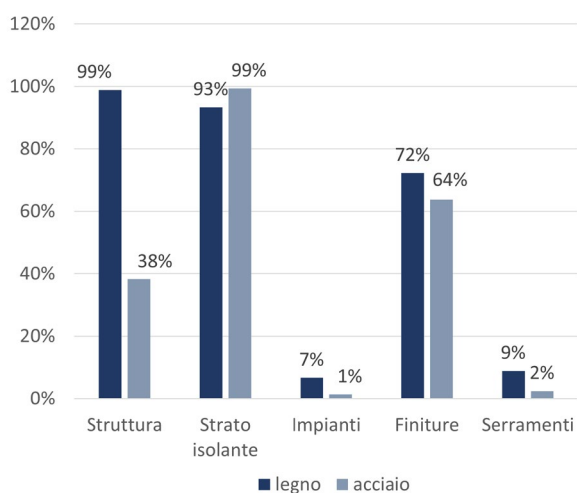
7.1.3 Database Prodotti

Abbiamo mappato 51 attori chiave, di cui 20 aziende con sede in Italia, che producono 541 diverse soluzioni OSC. La scansione del mercato mostra la presenza di tre principali famiglie di tecnologie OSC: pannelli sandwich, pannelli multistrato e moduli volumetrici. I moduli volumetrici sono i prodotti meno presenti sul mercato, costituendo solo l'1,5% dei prodotti mappati. Per questa tipologia, in Europa prevalgono le soluzioni a base acciaio, con soli due produttori che utilizzano il legno nelle soluzioni volumetriche. Considerando la produzione complessiva di OSC, il mercato italiano richiama quello europeo in termini di proporzione tra aziende che producono prodotti in legno e in acciaio (Figura 5.a.). La maggior parte delle industrie che producono sistemi OSC a base di legno installa anche il prodotto. Questo avviene solo nel 23% dei casi per le tecnologie OSC in acciaio, mentre la manutenzione è ancora una pratica poco diffusa per entrambe le filiere (Figura 5.b.).



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 6: Analisi della produzione europea (semi-offsite + offsite), dati estratti dal database degli autori: (a) Confronto tra produzione italiana ed europea. (b) Analisi sul territorio europeo di produzione, installazione e manutenzione. (c) Panoramica di quelli che sono gli strati prefabbricati nella produzione europea. (d) Uso dei sistemi OSC in riqualificazione e in nuovi progetti.

In termini di livello di prefabbricazione, il 99% dei prodotti in acciaio e il 93% dei prodotti in legno mappati hanno uno strato isolante. La struttura è presente solo nel 38% dei prodotti in acciaio, e questo è giustificato dalla presenza di prodotti semi-off-site nel gruppo (Figura 5.c.). Considerando la stessa figura, possiamo osservare che la maggior parte dei prodotti limita la produzione OSC agli strati strutturali, isolanti e di finitura, e può maturare maggiormente nell'introduzione di aperture e sistemi o sistemi tecnici (impianto elettrico, unità di controllo del clima, impianti idraulici). Sia per l'acciaio che per il legno, il nuovo progetto è ancora l'applicazione principale (Figura 5.d.). L'83% dei prodotti OSC analizzati è a base di acciaio, anche se il 42% di questi è semi-off-site. Considerando la suddivisione nei due macro-gruppi off-site e semi-off-site, a livello europeo la maggior parte delle aziende mappate produce full off-site (31 aziende) con 259 prodotti full off-site. Di questi, il 63% è a base di legno. A livello

italiano, la situazione cambia leggermente e 7 delle 13 aziende che producono OSC a base di acciaio si concentrano sulla produzione semi-offsite.

7.1.4 Discussione generale dei risultati

Nonostante le limitazioni esistenti, il mercato degli OSC in Europa presenta diversi esempi di soluzioni tecnologiche OSC mature. I prodotti OSC a base di legno, sebbene meno diffusi sul mercato, sono più maturi e la produzione si concentra principalmente su pannelli multistrato. Al contrario, le tecnologie OSC a base acciaio sono più diffuse, ma meno maturo, con una notevole porzione di mercato occupata da soluzioni semi-OSC. Questa tendenza si riflette nei progetti finanziati, che si concentrano principalmente sulle tecnologie basate sull'acciaio, sottolineando la necessità di sviluppare ulteriormente questa catena di fornitura verso soluzioni full-OSC. La produzione off-site completa è caratterizzata principalmente da pannelli multistrato e non da celle volumetriche complesse; questa tendenza potrebbe essere giustificata da limitazioni di trasporto, ma è necessario effettuare ulteriori indagini. La maggior parte dei sistemi viene utilizzata nelle nuove costruzioni, mentre si nota nella ricerca scientifica e nei progetti finanziati un profondo interesse per le applicazioni nella riqualificazione. Questa inclinazione sottolinea l'interesse comunitario a riqualificare il patrimonio edilizio europeo.

La produzione europea ed italiana per quanto solida, ha ancora ampio margine di sviluppo. Infatti, la maggior parte dei prodotti non integra sistemi impiantistici o serramenti nelle proprie soluzioni, argomento per ora ancora di forte interesse in ambito di ricerca. Sempre in ambito di ricerca scientifica e finanziata, emerge l'interesse per l'integrazione di impianti per energie rinnovabili, fattore che potrebbe contribuire ad ottimizzare le tempistiche di riqualificazione. La ricerca finanziata si sta inoltre occupando di testare materiali innovativi, che offrono prestazioni ottimizzate nei progetti di riqualificazione.

Per stimolare l'utilizzo dei pannelli OSC nelle riqualificazioni è di fondamentale importanza approfondire l'argomento del giunto di aggancio dei pannelli in facciata, argomento approfondito per lo più in ambito di ricerca. Un altro argomento trattato finora solo a livello di ricerca è il *design for disassembly*, il quale parte da un'ottica di circolarità. Questa tematica, in vista degli obiettivi di neutralità climatica, dovrà essere presa in considerazione ed implementato dalle aziende di settore.

7.2 Schede di sintesi

Sono state prodotte due gruppi di schede di sintesi, per i progetti europei individuati e per i prodotti identificati. Tali schede identificano le caratteristiche principali dei progetti e i prodotti mappati, riassumendone le caratteristiche, rappresentano un primo passo per colmare il gap culturale identificato. Le schede identificate, autogenerate dalle informazioni mappate nei database dei progetti, compongono un atlante delle soluzioni. Esse forniscono da un lato, per quanto riguarda i sistemi (Figura 7), un punto di riferimento sull'innovazione nell'ambito dei sistemi prefabbricati. Considerando invece i prodotti mappati (Figura 8), l'atlante mostrerà una panoramica delle possibili soluzioni presenti, fornendo un riferimento concreto nella scelta alla progettazione. Tale atlante, potrà essere implementabile nel tempo, implementando il database negli anni con nuovi progetti e sistemi.

Ognuna delle schede di progetto presenta un'intestazione, contenente informazioni di identificazione del progetto, vi è poi in sezione A il contenuto generale del progetto, mentre la

sezione B sono riassunte le caratteristiche tecniche della soluzione, o del metodo studiato (Figura 1). Le schede di prodotto presentano una struttura simile, l'intestazione identifica il prodotto, definendo nome del sistema e dell'azienda produttrice, mentre la sezione A localizza l'azienda ed infine la sezione C riassume le caratteristiche tecniche del sistema considerato.

INTESTAZIONE
Viene associato ad ogni progetto un numero identificativo progressivo, si riporta nome, codice ID e nome per esteso del progetto finanziato oggetto di analisi.

1		E2VENT ID: 637261 Energy Efficient Ventilated Façades for Optimal Adaptability and Heat Exchange enabling low energy architectural concepts for the refurbishment of existing buildings			
2. RIFERIMENTI PROGETTO					
Durata	2015 - 2018	Coordinatore	NOBATEX INEF 4 Francia Anglet		
Website	http://www.e2vent.eu/project-description		https://cordis.europa.eu/project/id/637261		
Sinossi	E2VENT svilupperà, attesterà e validerà un approccio sistematico economico, ad alta efficienza energetica, a ridotte emissioni di CO2, replicabile e poco intrusivo per la riqualificazione di edifici residenziali e commerciali, capace di raggiungere gli standard NZEB per la riqualificazione attraverso l'integrazione di un sistema di facciata ventilata innovativo e adattivo. Questo sistema interagirà con i sistemi esistenti di ultima generazione per la gestione energetica degli edifici per raggiungere un'ottima efficienza energetica riducendo il fabbisogno di energia primaria, le emissioni di CO2 e i carichi di picco e assicurando almeno il livello di comfort richiesto dai Regolamenti Edilizi degli Stati Membri, ad un prezzo accessibile.				
Argomento	Involucri adattabili integrati in progetti per la riqualificazione	Risultati	https://cordis.europa.eu/project/id/637261/results		
3. SOLUZIONE TECNOLOGICA					
Contesto di applicazione	Riqualificazione	<input checked="" type="checkbox"/> Nuova costruzione	<input checked="" type="checkbox"/>		
Tecnologia costruttiva	Acciaio				
Tipologia di prefabbricazione	Bidimensionale		Tridimensionale		
Livello di prefabbricazione	Struttura	Strati isolanti	Impianti	Finiture	Elementi finestrati
Sistemi integrati	Climatizzazione	Ventilazione	Energia rinnovabile	Impianto elettrico	Impianto idraulico
Dimensioni	Indicatori sulle dimensioni della soluzione				
Elementi innovativi	Materiali <input checked="" type="checkbox"/>	Sensoristica <input checked="" type="checkbox"/>	Energia rinnovabile <input checked="" type="checkbox"/>	Metodo <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipologia di giunto	Connessione elemento - struttura		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Giunto tra elementi		<input checked="" type="checkbox"/>		
Immagini					
3. PERFORMANCE					
	MOLTO BASSO	BASSO	MEDIO	ALTO	OTTIMALE
Livello di prefabbricazione					
Innovazione di prodotto					
Integrazione impiantistica					

SEZIONE A

Descrive i riferimenti di progetto: durata, nome e localizzazione del partner coordinatore, sinossi, ovvero una descrizione sintetica del progetto e argomento, cioè l'ambito di ricerca. Sono riportati i link al sito internet specifico del progetto, alla pagina CORDIS che lo descrive e alla pagina CORDIS che presenta i risultati di progetto, ove disponibili.

SEZIONE B

In questa sezione sono riportate le principali caratteristiche della soluzione tecnologica proposta dal progetto in termini di: contesto di applicazione (riqualificazione/nuova costruzione), tecnologia costruttiva (legno/acciaio), tipologia di prefabbricazione (bidimensionale/tridimensionale), livello di prefabbricazione (quali tra gli strati che compongono il pannello vengono montati in fabbrica), sistemi integrati (quali sistemi e impianti sono inclusi nel pannello offsite), dimensioni, elementi innovativi e tipologia di giunto. È inoltre presente una raffigurazione del sistema oggetto di analisi o del logo del progetto nel caso in cui la soluzione proposta non sia rappresentabile.

SEZIONE C

In questa sezione sono riportati i livelli di performance del sistema:

- livello di prefabbricazione;
- innovazione di prodotto;
- integrazione impiantistica.

Figura 7: Esempio della scheda riassuntiva per i progetti europei.

INTESTAZIONE

Ogni scheda presenta un numero identificativo progressivo, il nome del prodotto e dell'azienda produttrice.

384		Open			
Novatop					
1. RIFERIMENTI AZIENDA PRODUTTRICE					
Localizzazione	Numero	Repubblica Ceca	WebSite https://novatop-system.it/		
2. SOLUZIONE TECNOLOGICA					
Descrizione	Struttura	Sottostruttura a teloni in legno			
	Isolante	Minerale			
	Rivestimento esterno	0			
	Strati di completamento	0			
Contesto di applicazione	Riqualificazione	<input checked="" type="checkbox"/> Nuova costruzione	<input checked="" type="checkbox"/>		
Tecnologia costruttiva	Legno				
Tipologia di prefabbricazione	Bidimensionale		Tridimensionale		
Livello di prefabbricazione	Struttura	Strati isolanti	Impianti	Finiture	Elementi fissati
	Climatizzazione	Ventilazione	Energia rinnovabile	Impianto elettrico	Impianto idraulico
Sistemi integrati					
Dimensioni	Indicazione sulle dimensioni della soluzione				
Elementi innovativi	Materie plastiche	<input checked="" type="checkbox"/> Sensoristica	<input checked="" type="checkbox"/> Energia rinnovabile	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tipologia di giunto	Connessione elemento - struttura		Continua		
Immagini					
3. PERFORMANCE					
	MOLTO BASSO	BASSO	MEDIO	ALTO	OTTIMALE
Livello di prefabbricazione	[Progress bar from red to green, 40% filled]				
Capacità di Customizzazione	[Progress bar from red to green, 20% filled]				
Performance ambientale	[Progress bar from red to green, 80% filled]				
Integrazione impiantistica	[Progress bar from red to green, 40% filled]				

SEZIONE A

In questa sezione è indicata la localizzazione dell'azienda produttrice (provincia/città e nazione) ed è riportato il link al sito internet dell'azienda

SEZIONE B

In questa sezione è descritta la soluzione tecnologica (tipologia di struttura, tipo di isolante, rivestimento esterno e strati di completamento). Sono poi riportate le principali caratteristiche del prodotto in termini di: contesto di applicazione (riqualificazione/nuova costruzione), tecnologia costruttiva (legno/acciaio), tipologia di prefabbricazione (bidimensionale/tridimensionale), livello di prefabbricazione (quali tra gli strati che compongono il pannello vengono montati in fabbrica), sistemi integrati (quali sistemi e impianti sono inclusi nel pannello onsite), dimensioni, elementi innovativi e tipologia di giunto. È inoltre presente una immagine della soluzione.

SEZIONE C

In questa sezione sono riportati i livelli di performance del sistema:

- livello di prefabbricazione;
- capacità di customizzazione;
- performance ambientale;
- integrazione impiantistica.

Figura 8: Esempio di scheda riassuntiva per le soluzioni sul mercato

Ognuna di queste schede presenta un calcolo riassuntivo della prestazione ("sezione C", così come descritta in Figura 7 e in Figura 8). Si riporta di seguito in Tabella 1 ed in Tabella 2 il metodo di calcolo per le prestazioni dei prodotti.

Tabella 1: Metodo di calcolo dei livelli di prestazione nei progetti mappati

Livelli di prestazione	Metodo di calcolo
Livello di prefabbricazione	Si aggiunge un punto per ognuno dei seguenti elementi presenti nella soluzione commercializzata: strato isolante, struttura, impianti, finitura, serramenti.
Innovazione di prodotto	Si considerano gli elementi innovativi del progetto, e si aggiunge 1 punto se il progetto si concentra su: materiali, energia rinnovabile o nuove metodologie di studio, si aggiungono 2 punti in caso il progetto integri sensoristica all'interno del pannello
Integrazione impiantistica	viene aggiunto 1 punto per ognuno dei seguenti valori: climatizzazione, ventilazione, energie rinnovabili, impianto elettrico, impianto idraulico

Tabella 2: Metodo di calcolo dei livelli di prestazione nei prodotti mappati

Livelli di prestazione	Metodo di calcolo
Livello di prefabbricazione	Si aggiunge un punto per ognuno dei seguenti elementi presenti nella soluzione commercializzata: strato isolante, struttura, impianti, finitura, serramenti.
Capacità di customizzazione	<ul style="list-style-type: none"> • Se la soluzione è offsite si aggiunge 1 punto, semi-offsite 0 points. • Se la soluzione si utilizza solamente per riqualificazione o nuova costruzione si aggiunge 1 punto, se per entrambe, 1 punto. • Se l'isolamento è variabile, si aggiunge 1 punto, se fisso, 0 punti • si calcola sulla base del numero di prodotti offerti (per premiare le aziende che mettono sul mercato molte soluzioni già catalogate), e otterrà 0 punti se meno di 15 prodotti, 2 punti se maggiore o uguale a 15 prodotti
Performance ambientale	<p>I punti sono definiti sulla base dell'origine (biogenicità), se variabile 3 punti default:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Sintetico (eg. PIR):1 o Composito (eg): 2 punto o Minerale (eg lana di roccia): 3 punti o Vegetale (eg. Fibra di legno): 5 punti
Integrazione tecnica	viene aggiunto 1 punto per ognuno dei seguenti valori: climatizzazione, ventilazione, energie rinnovabili, impianto elettrico, impianto idraulico

Dal confronto delle prestazioni emerse dall'elaborazione delle schede di sintesi, emerge che i prodotti realizzati nell'ambito dei progetti di ricerca, hanno prestazioni molto elevate in ambito di prefabbricazione e di innovazione

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

Si riportano di seguito i riferimenti agli articoli predisposti nel periodo di rendicontazione considerato nel presente rapporto tecnico:

- G. Salvalai, F. Gadusso, M. Benedetti "Wood and Steel based OSC solutions: Assessing the European and Italian contexts within the OFFICIO Project". Articolo accettato per la conferenza SDEWES che ha avuto luogo dall'8 al 12 settembre 2024 a Roma nella special session "Off-site Construction: Challenges and prospects for supporting the energy transition"; [qui](#) disponibile il link al sito della conferenza.
- G. Salvalai; F. Gadusso; M. Benedetti "Off-site construction techniques: status and potential developments. Articolo in elaborazione per lo Special Issue Sustainability.

10 Eventi di disseminazione

Di seguito un elenco delle attività di disseminazione svolte interne di presentazioni effettuate con dettaglio relativo al contesto e ai principali contenuti presentati:

- 30 Maggio 2024: Presentazione dell'attività di ricerca alla 6ª Conferenza Nazionale Poliuretano Espanso rigido. Obiettivo: Emissioni Zero. Centro Congressi Lingotto – Torino. Presentazione dal titolo: "Prospettive e potenzialità dei sistemi off-site".
- Organization and chairing of the Special session titled: "Off-site Construction: Challenges and prospects for supporting the energy transition 1-2 at the 19th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SDEWES, September 8-12, 2024 Rome, Italy