

DA SMART LOCKS A WISE LOCKS

nuovi modelli di gestione degli spazi
negli edifici per il risparmio energetico

Gruppo di lavoro

Modulo 1: T. Poli, A. G. Mainini, M. S. Majour, E. Casolari,
A. Speroni, M. Cavaglià, J.D. Blanco cadena
(SEEDLAB.ABC, ABC dept., Politecnico di Milano)

Modulo 2: F. Pittau, A. Speroni, R. Riva, G. Amendola

Prof. Tiziana Poli, Andrea Giovanni Mainini, Francesco Pittau

Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e
Ambiente Costruito del Politecnico di Milano

DISCLAIMER

L'impiego dei dati riportati nel seguente report è riservato esclusivamente a ISEO Spa. I dati non potranno essere usati in ambiti differenti rispetto a quanto identificato nel contratto se non previa comunicazione e accordo da parte del Politecnico di Milano, Dipartimento ABC.

I risultati presentano un grado di incertezza intrinseco legato alle ipotesi, le semplificazioni e le limitazioni definite per il caso di studio. I risultati di simulazione energetica ed analisi economica non sono generalizzabili, ma relativi al caso virtuale oggetto di studio e dimostratori della metodologia di analisi. Il Politecnico di Milano, Dipartimento ABC non si assume responsabilità per l'utilizzo dei dati e dei risultati al di fuori dei limiti di validità indicati. I risultati dell'analisi di LCA sono strettamente correlati ai cicli produttivi oggetto di analisi e in relazione ai dati forniti da ISEO.

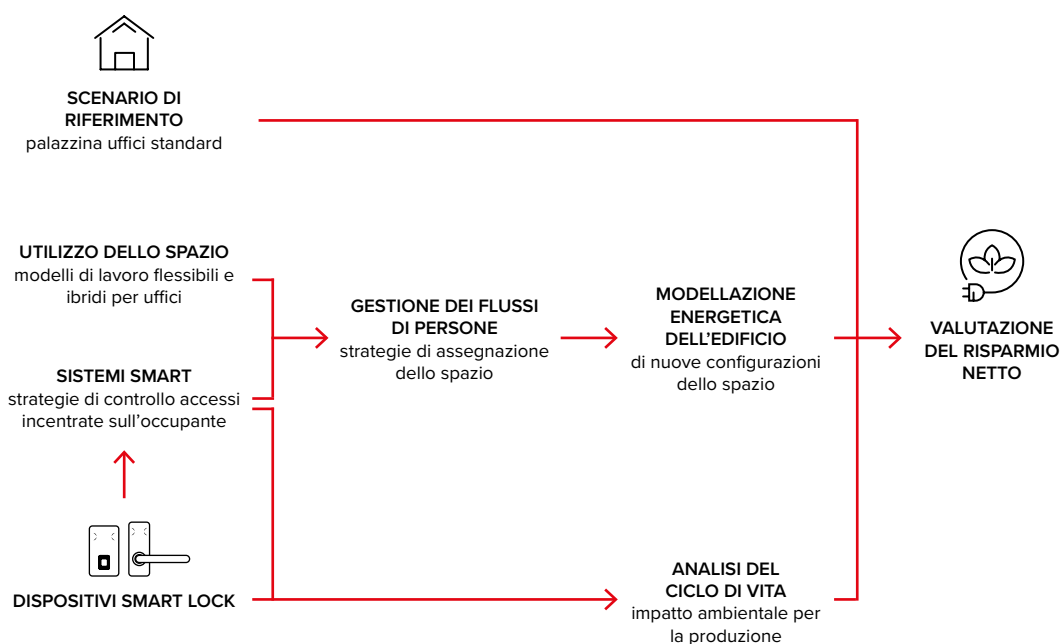
Non si assumono responsabilità per l'uso delle informazioni qui riportate per scopi e con condizioni al contorno differenti rispetto ai limiti indicati nel documento.

BREVE ESTRATTO

Questo esaustivo white paper esplora il concetto di “Wise Locking” come approccio alternativo ai sistemi di chiusura smart convenzionali. Mettendo in risalto il risparmio energetico e l’ottimizzazione delle risorse operative, il documento approfondisce l’applicazione dei sistemi di chiusura intelligenti per migliorare l’utilizzo degli edifici attraverso la parzializzazione, l’ottimizzazione degli orari e la gestione della presenza su richiesta in linea con il paesaggio dinamico dello smart working.

Fornendo non solo una base teorica ma anche approfondimenti pratici, casi studio e raccomandazioni dettagliate, questo documento propone l’adozione dei sistemi di controllo accessi come strategia intelligente per ridurre il consumo energetico, ottimizzare l’utilizzo delle risorse e migliorare la gestione complessiva degli edifici in ambienti diversi, contribuendo a realizzare una progettazione sostenibile. Un’analisi di Life Cycle Assessment condotta sia per il confronto tra i due dispositivi di controllo accessi, uno puramente meccanico ed uno mecatronico, sia per l’impatto previsto per la produzione e l’installazione del sistema, mostra anche come l’impatto ambientale iniziale possa essere efficacemente compensato nel corso della vita del sistema grazie ai risparmi ottenuti attraverso una modalità ottimizzata di gestione degli edifici.

ESTRATTO GRAFICO



SCOPO DEL WHITEPAPER

L’obiettivo di questo lavoro è investigare, attraverso un approccio del ciclo di vita, come l’uso dei sistemi di controllo accessi “wise” possano fornire un valido contributo al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni di carbonio quando applicato a un edificio per efficientarne l’utilizzo.

PUNTI DA EVIDENZIARE

1. Un progetto di building automation che integra le smart locks in un sistema di building automation permette di realizzare un edificio con funzionalità innovative e semplifica notevolmente il lavoro del building manager nel guidare e gestire le persone all'interno in base alle esigenze specifiche.
2. Il concetto di spazi buffer nel modello di gestione per il risparmio energetico prevede la designazione di aree per gli occupanti reindirizzati durante l'uso variabile dell'edificio o gli arrangiamenti flessibili di lavoro, contribuendo all'ottimizzazione dell'efficienza energetica.
3. Nello studio di caso analizzato, l'ottimizzazione delle chiusure giornaliere a mezzo piano ha portato a una percentuale di chiusura dell'edificio compresa tra il 11,6% e il 13,2% (una riduzione del 10% dell'occupazione dell'edificio). Questo approccio ha anche portato a una significativa riduzione dei costi annuali standardizzati (dal 12,9% al 14,3%) e una diminuzione del consumo di energia primaria (da 56 MWh a 123 MWh), a seconda dello standard ISO scelto (ISO 17772-2 o ISO 18523-1).
4. [facoltativo] La produzione di dispositivi elettronici per la gestione dell'accesso agli edifici è influenzata da processi importati per componenti elettronici che aumentano più del doppio gli impatti ambientali, rispetto ai sistemi meccanici convenzionali.
5. [facoltativo] Anche se il picco di carbonio iniziale del sistema "intelligente" applicato allo studio di caso, l'impatto iniziale così come quello fornito dalla sostituzione e manutenzione dell'infrastruttura è immediatamente compensato dal risparmio energetico dall'operazione dell'edificio, che riduce le emissioni di carbonio di 940 tonnellate per 20 anni di vita utile.

1. INTRODUZIONE

La domanda globale di energia sta aumentando, così come le relative preoccupazioni ambientali. L'efficienza energetica e i risparmi energetici correlati dall'uso di soluzioni innovative, come isolamenti ad alte prestazioni, materiali innovativi per l'involucro e sistemi HVAC, hanno dimostrato i loro limiti nel raggiungere una sostenibilità assoluta a causa dell'alto picco di carbonio generato dalle emissioni incorporate per la lavorazione dei materiali. Al contrario, la "sufficienza energetica" (energy sufficiency) fornisce un contributo pratico alla rapida decarbonizzazione degli edifici, poiché un uso più consapevole dello spazio attraverso una gestione assistita dell'energia operativa per l'ambiente interno può ridurre immediatamente la domanda energetica senza influire sul comfort degli utenti.

Nel settore edilizio, in particolare nel contesto dei progetti di retrofitting, esiste una pratica diffusa nota come deep retrofit: tipicamente, questo processo comporta ampie modifiche all'involucro dell'edificio e la sostituzione di servizi e sistemi edilizi, che richiedono grandi investimenti e disagi per gli utenti. Inoltre, il picco di carbonio fornito dall'installazione di nuovi materiali può dominare il ciclo di vita dell'edificio per gli anni di servizio rimanenti, con un serio rischio di effetto lock-in.

D'altra parte, concetti innovativi di gestione dell'energia operativa, come lo spostamento del carico, la riduzione dei picchi di domanda e i servizi di risposta alla domanda, supportati dall'integrazione di tecnologie all'avanguardia come dispositivi IoT, algoritmi di apprendimento automatico e piattaforme basate su cloud, possono fornire un valido contributo al raggiungimento della sufficienza energetica negli edifici. Queste intuizioni non solo aprono la strada all'evoluzione di sistemi di gestione energetica completi ma preparano anche il terreno per un paradigma trasformativo in un nuovo approccio all'utilizzo dell'energia. Tuttavia, all'interno di questo ambito, esiste un notevole divario che lascia spazio a interventi più leggeri e snelli. Questi interventi, caratterizzati da aggiustamenti minimi ma strategici, hanno il potenziale per significativi risparmi energetici senza investire in picchi di carbonio iniziali e disagi per gli utenti.

Questo whitepaper esplora i divari tra il deep retrofit e light retrofit, facendo luce su come interventi modesti, ma mirati, possano portare a guadagni sostanziali nel risparmio energetico, specialmente nella ristrutturazione di edifici esistenti. L'automazione edilizia fornisce contesto all'evoluzione di sistemi intelligenti enfatizzando il loro potenziale trasformativo e promuovendo sistemi e tecnologie che possono ottimizzare l'uso dell'energia, con particolare attenzione alla regolazione dell'illuminazione e alla gestione termica.

1.1. Da Smart Locks a Wise Locks nella Building Automation

Le serrature intelligenti sono meccanismi di chiusura avanzati, progettati per fornire un controllo sicuro degli accessi attraverso funzionalità elettroniche e di connettività. A differenza delle serrature tradizionali, le serrature intelligenti sfruttano tecnologie di comunicazione per consentire l'accesso senza chiave, il monitoraggio remoto e le autorizzazioni di accesso programmabili. Queste serrature spesso si integrano con applicazioni mobile o sistemi di Building Management System. L'integrazione delle serrature intelligenti, specialmente nei sistemi degli edifici con uffici, potrebbe portare a un miglioramento dell'efficienza operativa e della gestione dell'edificio, fondendo sistemi di controllo degli accessi e protocolli operativi.

Un piano operativo completo che incorpora serrature intelligenti potrebbe promuovere un framework di automazione edilizia snello, sfruttando le capacità del Building Manager nel gestire e dirigere le persone all'interno dell'edificio in base a esigenze operative specifiche. Tra gli scenari operativi possibili, le serrature intelligenti, qui ribattezzate "Wise Locks", introducono una nuova dimensione all'efficienza energetica consentendo un controllo preciso degli accessi per la chiusura parziale dell'edificio. Una restrizione selettiva dell'accesso a specifiche aree potrebbe ottimizzare l'uso dell'energia confinando l'occupazione, in tempo reale, in altre aree dell'edificio e zone designate (spazi buffer) durante le ore non di punta o periodi di attività ridotta. Una integrazione completa con i sistemi di gestione degli edifici (BMS) potrebbe quindi includere la corretta regolazione dell'illuminazione e dei sistemi HVAC in base alle variazioni nell'occupazione dell'edificio e ottenere un guadagno in efficienza.

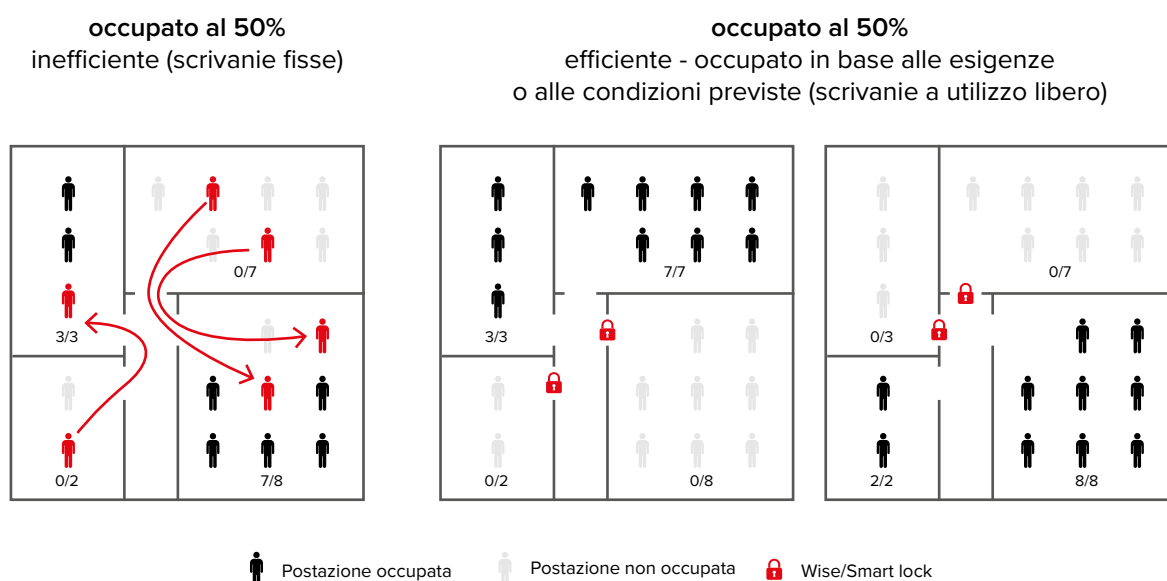


Figura 1: Gestione dell'occupazione attraverso le funzionalità di un sistema di Wise Locks (© SEEDLAB, dipartimento ABC)

1.2. Modelli di lavoro adattivi e spazi buffer

Il passaggio verso modelli di lavoro adattivi e intelligenti implica l'adozione di smart working e di orari flessibili, così come la gestione efficiente dell'occupazione in ufficio. Orari di occupazione realistici sono cruciali per ottimizzare l'utilizzo dell'energia sul luogo di lavoro. Infatti, collegando valutazioni in tempo reale, previsioni o presenze in ufficio pianificate con requisiti operativi, le organizzazioni possono minimizzare il consumo di energia non necessario durante i periodi di bassa occupazione, aiutando i building managers a raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico. Si presume che l'edificio debba essere in grado di garantire un'operatività parziale, ovvero che i sistemi e le strutture installate possano modulare o interrompere localmente il loro funzionamento riguardo alla gestione degli spazi.

Il primo passo nella definizione del layout per le serrature intelligenti consiste nell'esaminare le funzioni degli spazi dell'edificio e il tipo di occupazione che servono. Questi due parametri sono essenziali per determinare l'adattabilità degli spazi dell'edificio.

Come secondo passo, viene fornita l'analisi della gerarchia delle porte per i piani e gli spazi selezionati (Figura 2). Questo metodo comporta l'assegnazione di numeri di porta sequenziali in base al numero di porte necessarie per accedere a una determinata area. L'esame della gerarchia delle porte serve a chiarire il flusso di persone all'interno dell'edificio, contribuendo allo sviluppo di un layout finale ottimizzato per le serrature smart/wise.

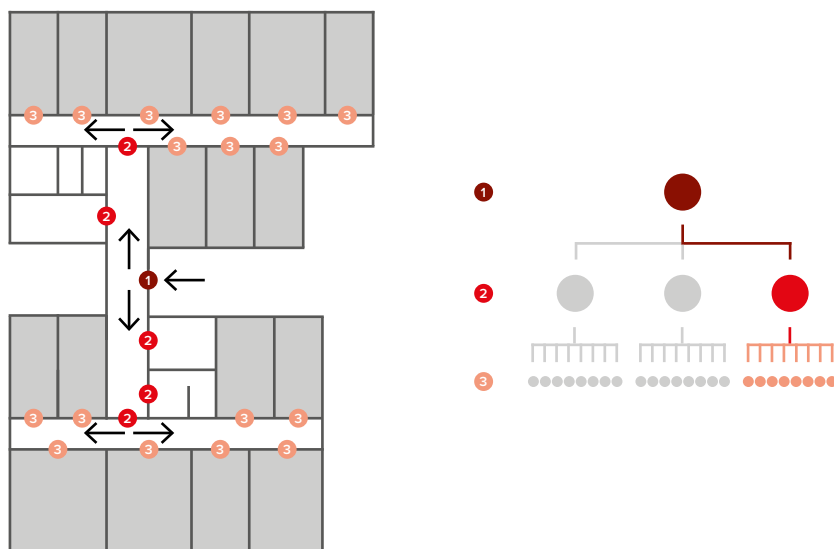


Figura 2: Valutazione della gerarchia delle porte e planimetria dell'edificio del test case.
Il Nord è in alto. La struttura dell'edificio ha due ali con un corridoio di distribuzione in mezzo (© SEEDLAB, ABC dept.)

Nella ricerca di un nuovo modello di gestione progettato per il risparmio energetico, emerge il concetto di spazi buffer come componente strategica. Gli spazi buffer sono aree designate per gli occupanti reindirizzati durante periodi di utilizzo variabile dell'edificio o in risposta a regimi di lavoro flessibili (Figura 3).

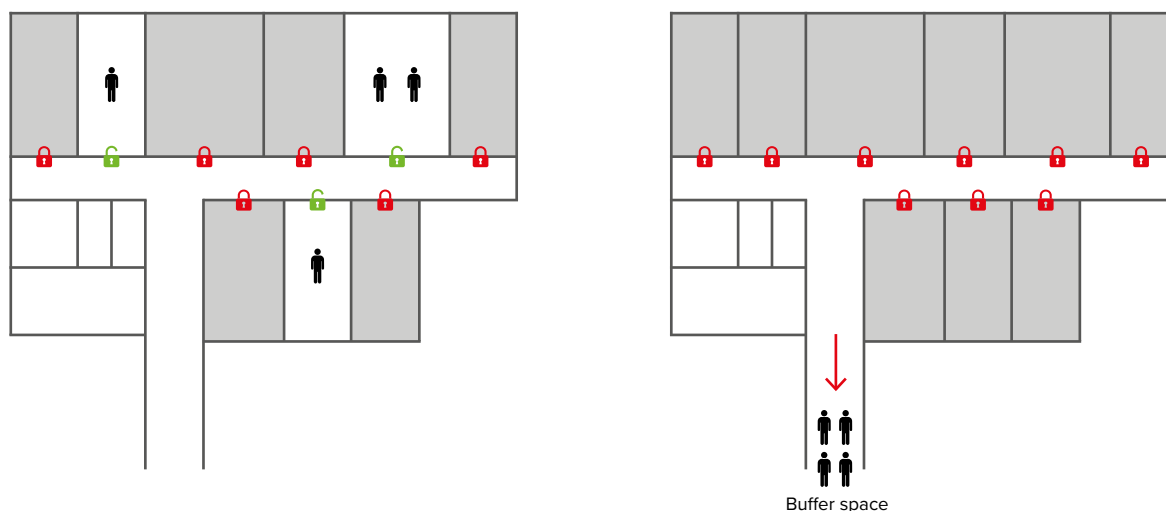


Figure 3: The usage of buffer spaces (© SEEDLAB, ABC dept.)

Questi spazi possono fungere da ambienti versatili, passando senza soluzione di continuità tra ambienti di lavoro collaborativo e individuale. Gli spazi con maggiore flessibilità possono ospitare una maggiore occupazione e facilitare la redistribuzione delle persone quando altre aree sono chiuse. Di conseguenza, tali spazi flessibili sono ideali candidati per essere convertiti in spazi buffer.

Tra le possibili strategie operative, il building manager può:

- Considerare che in caso di bassa occupazione di una o più parti dell'edificio, gli utenti possono essere raggruppati in uno spazio dedicato, definito a tale scopo.
- Chiudere una parte dell'edificio, se questa è la più energivora e soggetta a condizioni di disagio in un determinato momento dell'anno.

2. VALUTAZIONE DI UN CASO STUDIO

2.1. Valutazione dei risparmi energetici ottenuti attraverso l'attuazione delle strategie di gestione degli spazi

Nell'assenza di uno studio di caso specifico, ma per valutare gli impatti potenziali derivanti dall'implementazione del sistema di gestione degli accessi, è stato selezionato come studio di caso virtuale l'Edificio 15 del Politecnico di Milano, Campus Bonardi. L'edificio è composto da due volumi collegati da un corridoio centrale; la sua pianta a forma di H e l'orientamento nord-sud dei volumi forniscono un contesto ideale per l'applicazione delle strategie di ottimizzazione degli spazi. L'edificio è composto principalmente da un seminterrato tecnico, due piani fuori terra nell'ala nord e tre piani fuori terra nell'ala sud.

Il Modulo 1 si concentra sulla valutazione dei risparmi potenziali derivanti dall'ottimizzazione dell'utilizzo degli spazi attraverso l'uso delle serrature intelligenti ISEO. L'analisi è strutturata in una fase preliminare (1) per definire strategie efficaci di gestione dell'occupazione e di chiusura, seguita da una seconda fase (2) per la modellazione energetica dinamica dell'edificio. Ciò comporta il confronto del consumo energetico con e senza ottimizzazione dell'occupazione.

Durante la fase preliminare (1), i dati sulla costruzione dell'edificio sono ottenuti dalla certificazione energetica condotta nel 2007. L'edificio ha una scarsa coibentazione termica, presenta finestre a doppio vetro e non dispone di sistemi di schermatura solare manuali o automatici. Inoltre, non sono presenti sistemi di controllo dell'illuminazione, poiché l'illuminazione segue il profilo di occupazione. L'analisi, che non rientra nel campo dell'analisi post-occupazione con valutazioni di consumo e uso reale, è stata considerata in base a due stati di utilizzo standardizzati, conformi a regolamenti di riferimento. Gli standard ISO 17772-2 e ISO 18523-1 hanno guidato la considerazione delle ore di occupazione, dei livelli di illuminazione e di altri equipaggiamenti. Entrambi gli standard sono stati presi in considerazione, in particolare per quanto riguarda le ore di occupazione e i livelli di illuminazione, per fornire un'ampia gamma sufficiente di risparmi potenziali per l'edificio effettivo. La stima dei fabbisogni di energia primaria e dei costi operativi per il sistema di riscaldamento/raffreddamento è stata ottenuta utilizzando una metodologia semplificata. Tale metodologia tiene conto sia dei fabbisogni energetici utili che dei valori di riferimento per l'efficienza del sistema di riscaldamento ($\eta=0.95$) e del sistema di raffreddamento ($COP=2.5$), insieme a un contributo ideale alla ventilazione per garantire la conformità ai regolamenti.

Una volta definite la costruzione e i sistemi dell'edificio, sono stati esaminati le funzioni e i tipi di occupazione per ogni spazio. L'obiettivo era identificare aree idonee per la riorganizzazione delle postazioni di lavoro, stabilendo anche un modello gerarchico per l'accesso e l'utilizzo degli spazi.

Questa analisi ha agevolato la suddivisione degli spazi in base agli accessi condivisi. Di conseguenza, sono stati identificati cinque potenziali chiusure parziali dell'edificio, corrispondenti ai cinque livelli fuori terra. Questa scelta non ha tenuto conto delle preferenze e dei bisogni di utilizzo giornaliero, che non erano disponibili al momento dell'analisi. Invece, ha considerato la fattibilità tecnica dell'installazione e i risparmi teorici massimi. Le chiusure parziali si allineavano alla necessità di escludere gli spazi con il consumo giornaliero più elevato rispetto al clima di riferimento. Gli spazi buffer su ogni piano hanno permesso di ridirezionare i flussi di persone in base a (a) un modello di occupazione in smart working volontario in tempo reale o (b) uno pianificato dal responsabile dell'edificio. Pertanto, i risultati ottenuti attraverso l'analisi energetica dovrebbero essere considerati indicativi e non riflettere direttamente uno scenario specifico del mondo reale.

Durante la seconda fase (2), l'edificio è stato modellato attraverso una simulazione dinamica, implementando le chiusure parziali dei livelli secondo il modello gerarchico identificato nella fase preliminare. I carichi dell'edificio in varie configurazioni sono stati valutati e riportati in termini di energia primaria, costi ed emissioni di carbonio. I fattori di conversione dell'energia primaria sono stati ottenuti dal rapporto dell'ENEA che implementa la direttiva EPBD 2020, i costi sono stati calcolati considerando i prezzi fissi e variabili del gas e dell'elettricità nel periodo 2021-2023 forniti dall'ARERA, e i fattori di emissione sono stati forniti dall'allegato H al decreto 18456 della Regione Lombardia.

Come risultato sintetico, è stato calcolato che è possibile ridurre i costi annuali standardizzati tra il 12,9% (ISO 17772-2) e il 14,3% (ISO 18523-1) e l'energia primaria di 56 MWh (ISO 17772-2) e 123 MWh (ISO 18523-1) (stime relative allo studio di caso standardizzato con sistemi edilizi semplificati) chiudendo in modo ottimale mezzo piano per giorno, equivalente a una riduzione del 10% del numero di persone nell'edificio e con una percentuale di chiusura dell'edificio compresa tra l'11,6% e il 13,2%. (Figura 4)

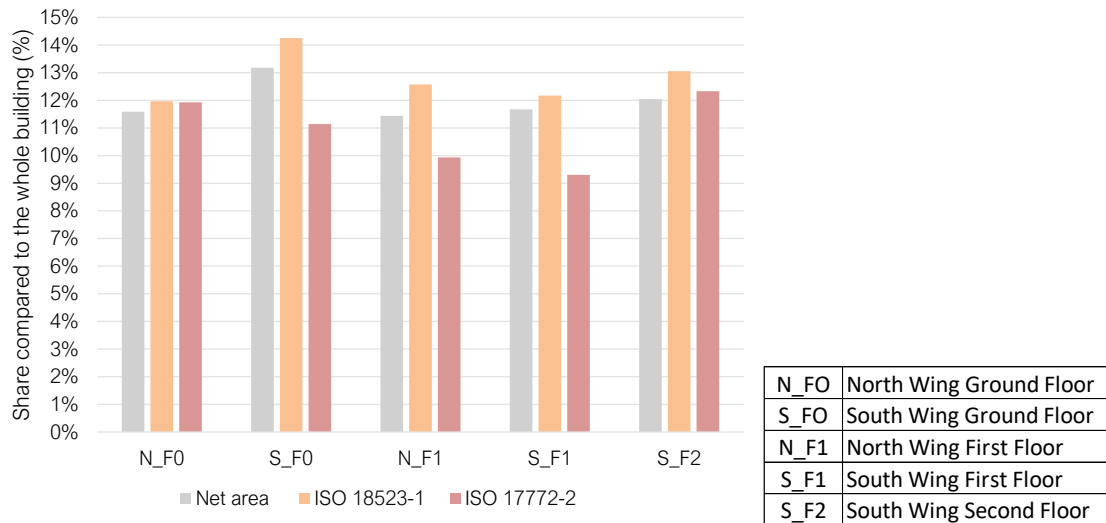


Figura 4: Risparmio di energia primaria nell'ipotesi della chiusura annuale di un intero semi-piano (© SEEDLAB, department ABC)

Questa riduzione dell'energia primaria si traduce in una riduzione annua delle emissioni di CO₂ dell'edificio di 21,30 tonnellateCO₂eq rispetto alle iniziali 159,60 tonnellateCO₂eq (ISO 17772-2) e di 49,78 tonnellateCO₂eq rispetto alle iniziali 344,52 tonnellateCO₂eq (ISO 18523-1) (stimata con coefficienti di emissione standardizzati). Considerando la stima dei risparmi giornalieri, questi vanno da 0,03 a 0,3 euro per metro quadrato di spazio chiuso riscaldato/raffreddato, a seconda dello scenario di consumo standardizzato dell'edificio. La strategia di chiusura parziale può essere studiata per giorni o periodi di particolare intensità energetica, ma deve essere valutata localmente per ogni edificio, stimando cicli e profili di risparmio derivati e considerando anche la variabilità dei costi energetici. Considerando questo approccio e valutando la chiusura solo dei piani che ottimizzano la riduzione del consumo energetico, è possibile definire un processo ideale chiamato "Best Closure Fit" che ottimizza i risparmi giornalieri medi a seconda del giorno e dell'ora dell'anno. Questo processo è presentato come esempio riguardante il caso studio ideale ma potrebbe essere implementato con una logica predittiva per la gestione dello spazio.

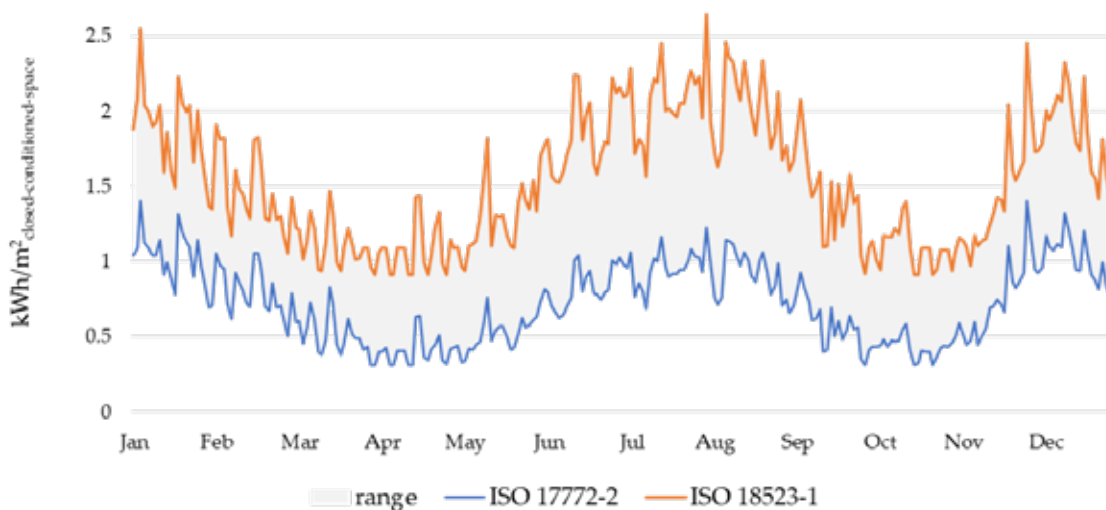


Figura 5: un esempio del miglior approccio di chiusura, su base giornaliera. L'area grigia rappresenta i possibili risparmi intermedi, considerando come riferimento i due profili standardizzati. (© SEEDLAB, dipartimento ABC)

Inoltre, i livelli di occupazione di una tipica area open-space sono stati valutati in base al loro utilizzo nel mondo reale. L'attività di monitoraggio ha incluso un conteggio diretto delle persone attraverso il completamento volontario di un modulo di accesso, insieme a una valutazione dei cicli di apertura e chiusura delle entrate utilizzando sensori installati sui telai delle porte e gateway di comunicazione posizionati nei corridoi. I profili di occupazione misurati riflettono le tendenze delineate dai regolamenti standard utilizzati per la valutazione. Tuttavia, non è fattibile ricostruire il numero di individui all'interno di uno spazio condiviso solamente monitorando e valutando i modelli dei cicli di apertura e chiusura delle porte.

2.2. Analisi dell'impatto ambientale del ciclo di vita

L'Analisi "Life Cycle Assessment" (LCA) è stata strutturata per stimare gli impatti ambientali e i requisiti energetici primari dalla produzione e dalla gestione dei sistemi di controllo degli accessi ISEO. In particolare, il lavoro è stato organizzato in due fasi distinte: 3.1. Valutazione comparativa del dispositivo meccanico (convenzionale) rispetto al dispositivo elettronico Libra (smart); 3.2. Valutazione del sistema di controllo del cancello, secondo l'architettura progettata nello studio di caso in esame, Edificio 15 del Politecnico di Milano, Campus Bonardi, e confronto dei risultati con il sistema meccanico convenzionale.

La metodologia applicata alle due fasi di studio si è basata sullo standard ISO 14040. Questo è stato strutturato secondo le seguenti sub-fasi: (I) definizione dello scopo dell'analisi; (II) scelta dell'unità funzionale; (III) selezione delle categorie di impatto ambientale; (IV) raccolta dei dati primari e definizione dei metodi di allocazione; (V) sviluppo della matrice input-output; (VI) selezione del dataset ACV per i modelli di valutazione; (VII) scelta del metodo di valutazione da applicare all'ICV; (VIII) confronto e interpretazione dei risultati.

2.2.1. Analisi comparativa LCA per la produzione: dispositivo meccanico vs dispositivo elettronico

Per la comparazione dei due dispositivi alternativi per il controllo degli accessi, l'analisi è stata condotta "dalla culla al varco" (modulo A1-3), identificando il limite di produzione come il "varco", mentre l'unità funzionale (UF) è stata considerata essere 1 dispositivo finito e confezionato, pronto per essere collocato sul mercato.

Attraverso la raccolta diretta di dati primari, avvenuta presso il sito di produzione di Pisogne, sono stati ricostruiti i principali flussi di materiali ed energia che caratterizzano la produzione ISEO, così come la generazione di rifiuti e lo spostamento di merci e trasporti, per entrambi i dispositivi analizzati. Dalla fase di raccolta, è stata generata una matrice input-output basata su principi di allocazione di massa, che è stata modellata con il software SimaPro 9.5 e i processi collegati al database ecoinvent 3.9.

Successivamente, l'inventario generato nella fase LCI è stato elaborato nella fase di valutazione secondo il metodo EPD, basato sull'analisi di 7 categorie di impatto ambientale mostrate nella Figura 6 e nella Figura 7: 1) Acidificazione; 2) Eutrofizzazione; 3) Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP100a); 4) Ossidazione Fotochimica; 5) Depauperamento Abiotico; 6) Scarsità d'Acqua; 7) Depauperamento dell'Ozono.

L'analisi dei risultati mostra come gli impatti ambientali generati dalla produzione del dispositivo meccanico, in particolare il GWP100a, siano fortemente influenzati dalla produzione di ottone (quasi il 70%), che all'interno della contribuzione dell'imballaggio (circa il 15%) risultano essere i due processi più influenti, circa 5/6 della produzione totale. Seguono poi il contributo principale dato dalla produzione del corpo sagomato, seguita dalla produzione del cilindro, dell'imballaggio, della sagomatura della chiave, della produzione dello spaziatore del cilindro, e così via.

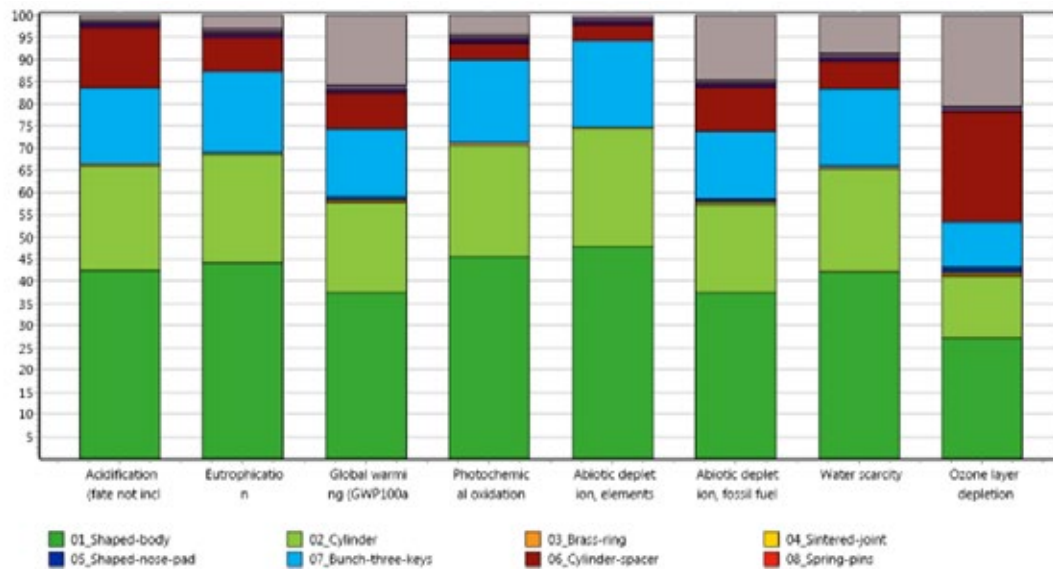


Figura 6: Le sette categorie di impatto selezionate per la LCA comparativa del dispositivo meccanico e la relativa influenza delle attività lavorative. (©DABC)

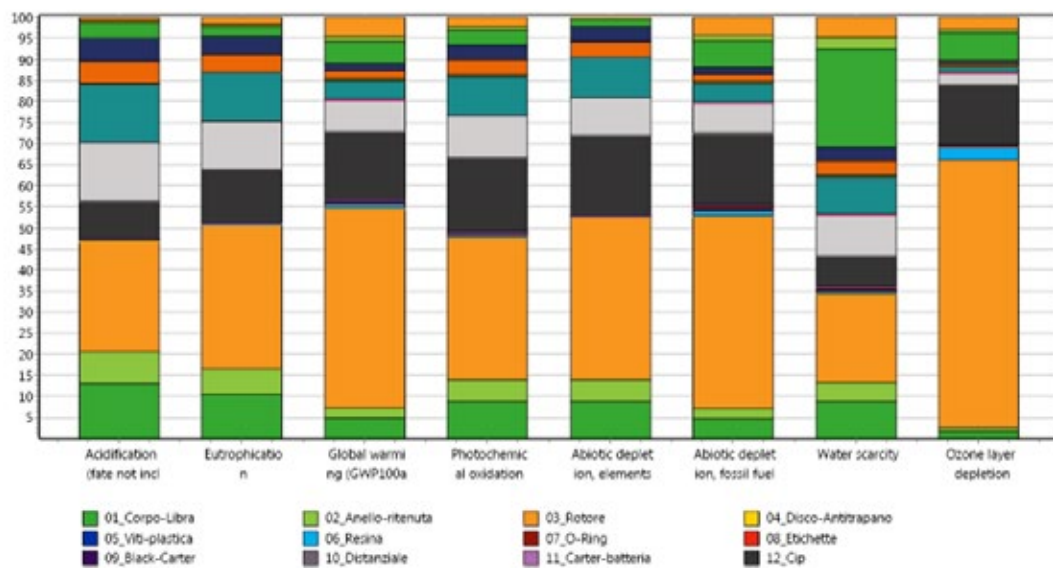


Figura 7: Le sette categorie di impatto selezionate per la LCA comparativa del dispositivo elettronico e la relativa influenza delle attività lavorative. (©DABC)

La produzione del dispositivo LIBRA generalmente comporta un aumento degli impatti ambientali, la maggior parte dei quali sono 'importati' attraverso l'uso di componenti pre-assemblati. In particolare, l'indicatore GWP100a registra un aumento delle emissioni di oltre il doppio rispetto a quello del dispositivo meccanico, 5,7 kgCO₂-eq/UF rispetto a 2,3 kgCO₂-eq/UF. Qui, il contributo principale è dato dal rotore, che rappresenta quasi il 50% dell'impatto totale, e dalle schede elettroniche, che forniscono un contributo aggiuntivo del 16%. Le fasi più rilevanti sono la produzione del rotore (impatto importato), seguita dalla produzione del chip (impatto importato), del corpo del cilindro, dell'estensione, del corpo di Libra, dell'imballaggio, e poi tutte le altre.

2.2.2. Emissioni di carbonio derivanti dalla produzione e installazione del sistema applicato nel caso studio

Per l'analisi del sistema, quando applicata al caso studio in esame, oltre al modulo A1-3 (produzione), sono state incluse anche le fasi B1 (uso), B2 (manutenzione) e B4 (sostituzione), calcolate su un orizzonte temporale di 20 anni. Per l'architettura del 'sistema intelligente', sono state sviluppate due configurazioni di progettazione: 1) un dispositivo Libra per ogni accesso; 2) ottimizzazione del numero di dispositivi, posizionati solo ai sette accessi che dividono le ali dell'edificio. Come mostrato nella (Figura 8), l'uso di un 'sistema intelligente', basato sull'architettura non ottimizzata, comporta un impegno ambientale, in termini di emissioni, di quasi 3,5 tonnellate di CO₂-eq durante i 20 anni di utilizzo, rispetto ai 160 chilogrammi misurati per il sistema meccanico convenzionale (di riferimento).

Se il numero di dispositivi installati è ottimizzato, le emissioni diminuiscono di circa il 42% , a poco più di 2 tonnellate di CO₂-eq nello stesso orizzonte temporale considerato per l'analisi.

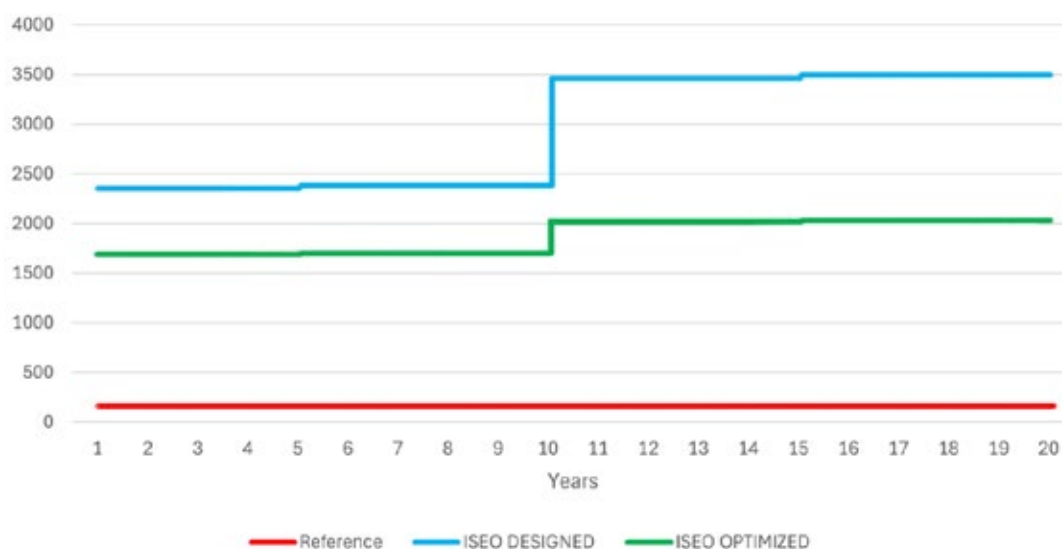


Figura 8: Emissioni di carbonio dei tre sistemi a confronto applicati al caso studio su un orizzonte temporale di 20 anni. (©DABC)

2.3. Valutazione del carbon footprint e risparmio di CO₂ grazie ad una saggia gestione “wise” del sistema di controllo accessi

Questi numeri, quando combinati con il consumo evitato di energia operativa - e quindi l'evitata CO₂-eq - per il riscaldamento e il raffreddamento degli ambienti, mostrano come, in uno scenario di ciclo di vita di 20 anni, sia possibile ridurre le emissioni fino a 940 tonnellate di CO₂-eq, a seconda del profilo di occupazione considerato.

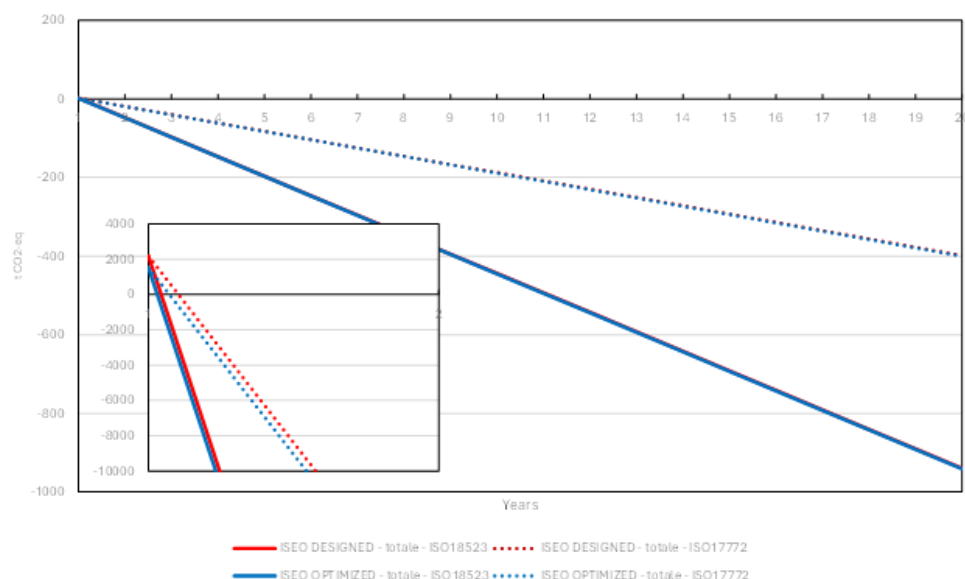


Figura 9: Risparmi di carbonio nel ciclo di vita (incorporati + operativi) misurati dalla gestione attenta quando applicata allo studio di caso su un orizzonte temporale di 20 anni. (© DABC)

I risultati mostrano come (Figura 9), in uno scenario di ciclo di vita, un aumento delle emissioni dalla produzione dei dispositivi e dalla gestione del sistema possa essere completamente compensato dalle emissioni evitate nella fase di utilizzo grazie all'ottimizzazione degli spazi fornita dal sistema di controllo degli accessi intelligente che favorisce l'uso parziale degli spazi. In conclusione, i risultati ottenuti pongono il sistema in una solida posizione tra le soluzioni efficienti e praticabili per il risparmio energetico negli edifici.

3. CONCLUSIONI

La ricerca ha indagato il concetto della visione olistica nella creazione di edifici intelligenti attraverso la trasformazione dei sistemi di controllo accessi. Essa racchiude gli elementi chiave della parzializzazione, dell'ottimizzazione degli orari e della gestione dell'occupazione su richiesta all'interno del quadro completo dei sistemi di chiusura intelligenti.

Lo studio condotto ha valutato la fattibilità di ridurre il consumo attraverso l'implementazione di un uso parziale dell'edificio. Sotto il limite del modello specifico considerato e secondo l'ipotesi di utilizzo standardizzato proposta, diventa evidente una proporzione diretta tra l'area soggetta a chiusura e i risparmi economici ed energetici ottenibili. Inoltre, attraverso il confronto dei risultati basati sui due standard, è evidente che diversi modelli di utilizzo e occupazione influenzano significativamente i risparmi energetici, sottolineando la necessità di sviluppare una strategia di chiusura in relazione all'occupazione effettiva.

In conclusione, la produzione di dispositivi elettronici per la gestione degli accessi agli edifici comporta un impatto ambientale maggiore rispetto ai sistemi di chiusura convenzionali, a causa dei processi di importazione dei componenti elettronici. Nonostante un iniziale picco di emissioni di carbonio, i risparmi energetici ottenuti durante il funzionamento dell'edificio, attraverso il suo ciclo di servizio di riferimento, compensano ampiamente l'impronta ambientale spesa per la produzione e l'installazione e gestione del sistema.

4. RACCOMANDAZIONI

1. Abbracciare il concetto di gerarchia delle porte per guidare l'organizzazione degli spazi dell'edificio, garantendo che le chiusure siano allineate in modo coerente con questi gruppi designati.
2. Selezionare o progettare spazi buffer in base alle loro caratteristiche di efficienza energetica e dimensionarli in base al livello desiderato di adattabilità.
3. I profili di occupazione sono incerti, ma decisivi per l'efficienza energetica dell'edificio: utilizzare tecniche di gestione strategica dello spazio per anticipare e influenzare il flusso di persone all'interno dell'edificio.
4. Sfruttare le caratteristiche di esposizione dell'edificio: ad esempio, raggruppare le persone nelle zone esposte a sud in inverno, mentre esporle a nord in estate o, in generale, valutare le capacità di comfort residuo (ad esempio, intervalli di temperatura a fluttuazione libera).
5. Identificare spazi eccessivamente esposti o insufficientemente isolati, poiché potrebbero essere candidati ideali per la chiusura.
6. Adattare i piani di chiusura alla classificazione del peso dell'edificio. Per strutture di peso medio o pesante, stabilire chiusure settimanali, mentre per edifici leggeri, le definizioni di chiusura quotidiana possono essere più appropriate.
7. Considerare i prezzi dell'energia aggiornati e valutare prontamente la domanda energetica attraverso valutazioni post-occupazione.
8. Integrare processi di analisi dati predittivi (modelli BIM e sensori virtuali), o garantire la compatibilità con i sistemi di gestione degli edifici.
9. Affrontare prontamente le sfide potenziali nell'implementazione di chiusure parziali e modelli di lavoro adattabili, come le questioni di sicurezza legate all'accesso flessibile.
10. Affrontare adeguatamente la complessità nell'integrazione dei sistemi, la disponibilità dei dati, la privacy dei dati e la mancanza di metodologie standardizzate.

5. LIMITAZIONI DELLO STUDIO

1. La semplificazione del modello operativo dell'edificio è consentita nella misura in cui il profilo d'uso reale dell'edificio è sconosciuto. Lo standard di occupazione è stato garantito in conformità ai profili specificati dalla normativa per tutte le stesse tipologie di ambienti tipici. Non sono previsti sistemi di schermatura solare o di controllo e gestione dell'illuminazione interna. La variabilità dei consumi elettrici e dei relativi consumi di energia primaria potrebbe quindi essere significativamente influenzata.
2. La stima dei consumi di energia primaria e dei costi di esercizio è stata effettuata utilizzando metodologie di calcolo semplificate basate su coefficienti di utilizzo e di efficienza standard.
3. I prezzi dei vettori energetici sono stati considerati per il periodo 2021-2023, durante il quale si è registrato un picco di aumento dei costi energetici. Periodi di riferimento diversi o costi energetici attuali potrebbero portare a risultati diversi.
4. Il modello prevede la chiusura parziale di mezzo piano e la contemporanea disattivazione degli impianti, cioè la parzializzazione dei servizi. In uno scenario reale, questo tipo di approccio deve essere fattibile e gestibile dai gestori degli edifici o dai sistemi di gestione degli edifici. Nell'analisi dell'impronta di carbonio del ciclo di vita dei prodotti non è stato considerato il futuro fattore di riduzione delle emissioni di carbonio del mix energetico nazionale, che potrebbe portare a una riduzione significativa dei risparmi in caso di rapida decarbonizzazione della rete energetica.
5. A causa della mancanza di dati, tutti i processi importati nell'analisi del ciclo di vita per la produzione dei dispositivi elettronici sono stati assunti dal database ecoinvent come processi generali (regionali o globali), cosa che potrebbe essere non necessariamente rappresentativa del caso specifico in analisi.



ISEO Serrature s.p.a.
Via San Girolamo, 13
25055 Pisogne BS, Italy
Tel. +39 0364 8821
iseo@iseo.com