

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

Sommario



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Sommario

Sommario	2
Introduzione	4
1 Gli edifici e i loro dintorni	8
1.1 L'impatto ambientale degli edifici	10
1.2 Costruzione sostenibile	13
2 Life Cycle Assessment - Analisi di Ciclo Vita	15
2.1 Cos'è un'analisi LCA?	16
2.2 Il ruolo dell'LCA nell'industria delle costruzioni	25
a. Politiche europee per la sostenibilità del settore delle costruzioni	29
b. Standard per l'LCA nel settore delle costruzioni	31
2.3 Strumenti di mercato per la sostenibilità ambientale	38
a. Dichiarazione ambientale di prodotto (EPD) per il settore delle costruzioni	38
b. Sistemi di rating edilizio	40
3 Possibilità di miglioramento della sostenibilità in diverse fasi della vita di un edificio	42
3.1 Progettazione	43
3.2 Fase d'uso	47
3.3 Ristrutturazioni e manutenzione	54
3.4 Demolizioni	56
4 Prodotti, strutture, sistemi impiantistici per gli edifici	59
4.1 Requisiti delle strutture e degli edifici	61
4.2 Strutture	64
4.3 Materiali da costruzione.	79
a. Materiali da costruzione, dichiarazione di performance (DOP)	85
4.4 Sistemi impiantistici degli edificio – riscaldamento, raffreddamento, ventilazione	87

5	Architettura consapevole dell'energia - soluzioni passive	88
5.1	Il bilancio di calore di un edificio	91
5.2	Soluzioni di riscaldamento passive	93
a.	Riduzione delle perdite di calore	94
b.	Aumento dei guadagni di calore	101
c.	Soluzioni di riscaldamento passivo innovative	104
5.3	Soluzioni di raffreddamento passive	107
a.	Riduzione dei carichi	107
b.	Rimuovere i carichi di calore	111
c.	Soluzioni innovative di raffreddamento passivo	112
6	Soluzioni attive	115
6.1	Riscaldamento, raffreddamento, aereazione	116
a.	Sistemi di riscaldamento	116
b.	Ventilazione	126
6.2	Illuminazione	130
6.3	Fonti di energia rinnovabile	140
a.	Collettori solari termici	141
b.	Pannelli solari	147
6.4	Smart home	156
7	Regolamentazione giuridica	160
7.1.	Regolamentazione giuridica in Ungheria	161
a.	Un framework giuridico generale per le costruzioni in Ungheria	161
b.	Requisiti di efficienza energetica	163
7.2.	Regolamentazione giuridica in Italia	166
a.	Permesso di costruzione	167
b.	SCIA segnalazione certificata di inizio attività	169
c.	CILA comunicazione inizio lavori asseverata o senza notifica	170
d.	Requisiti legali – classi energetiche	172
7.3.	Regolamentazione giuridica finlandese e allineamento con le politiche climatiche Finlandesi	175
	Regolamentazione finlandese sulla performance energetica degli edifici	176
8	Conclusioni	178
9	Allegati	181

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

Introduzione



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Introduzione

La conoscenza degli impatti ambientali e di cosa li causa, in generale ed in particolare riguardo all'industria delle costruzioni, è molto limitata. Per ovviare a queste lacune, quattro organizzazioni internazionali di professione si sono unite per varare il progetto IS-SusCon finanziato dal programma Erasmus+.

Gli esiti di questo progetto saranno materiali educativi cartacei e online, semplici da utilizzare e comprendere, con lo scopo di arricchire la conoscenza di base e la consapevolezza ambientale del lettore. Nei contenuti sono incluse descrizioni dei concetti facili da leggere, esempi pratici, suggerimenti e casi studio rivolti a chi non è esperto. In aggiunta al presente manuale, è anche disponibile il sito (<https://www.oneclicklca.com>) per un confronto tra i materiali da costruzione e le potenziali soluzioni di risparmio dei costi.¹

Il coordinatore del progetto è LCA Centre (www.lcacenter.hu), il centro ungherese per il LCA – Associazione professionale degli analisti del ciclo di vita. Il centro lavora nel campo della protezione ambientale con l'obiettivo di introdurre l'analisi del ciclo di vita e promuovere un modo di pensare consapevole dell'ambiente.

ÉMI Non-Profit Llc for Quality Control and Innovation in Building (www.emi.hu) è il più largo complesso Ungherese per l'industria delle costruzioni e degli edifici. Le sue attività variano dal rilascio di approvazioni tecniche a valutazioni, test, ispezioni, report di esperti, ricerca e sviluppo, certificazioni e corsi di formazione per professionisti, sia per operai che ingegneri e ispettori.

One Click LCA Ltd. (oneclicklca.com), già Bionova Ltd., è l'azienda sviluppatrice del cloud software One Click LCA, specializzato in parametri di ciclo di vita ed economia circolare. Il software è usato in progetti presenti in più di 100 paesi e supporta oltre 40 sistemi di rating, certificazioni e standard.

Ecoinnovazione srl è una società di consulenza italiana, nata come spin-off di ricerca di ENEA, che offre soluzioni su misura per valutazioni di sostenibilità basate sul ciclo di vita, per enti sia privati che pubblici.

¹ <http://howtobuildgreen.eu/it/applicazione-web> - website del progetto

In questo manuale sono brevemente descritte le relazioni tra gli edifici e i loro dintorni (Capitolo 1), così come materiali, strutture e i sistemi di servizio dell'edificio (Capitoli 4 e 6) che contribuiscono alla creazione e al funzionamento dell'abitazione. Partendo da concetti semplici, vengono riassunti in dettaglio il perché ed il come gli edifici hanno un effetto sull'ambiente, e cosa si intende per "costruzione sostenibile" (Capitolo 1). Questo libro presenta il metodo scientifico utilizzato per quantificare e misurare costruzioni sostenibili, ovvero l'analisi del ciclo di vita (Capitolo 2), che rende possibile un confronto tra diversi materiali, strutture, edifici e persino insediamenti. In capitoli separati verranno discussi (Capitolo 3) le opportunità per migliorare la sostenibilità a stadi diversi della vita di un edificio, durante la progettazione, uso, manutenzione, ristrutturazione e



demolizione. Successivamente, verranno descritte e raccomandate le soluzioni attualmente note, sia passive (Capitolo 5) che attive (Capitolo 6). In allegato, sono state raggruppate le descrizioni e le proprietà dei materiali da costruzione più comuni e vengono presentate soluzioni già implementate ed esempi dalle nazioni partecipanti.

È necessario sottolineare che i punti sollevati vadano esaminati in maniera sistematica; non vi sono soluzioni in termini assoluti: ogni soluzione offre sia vantaggi che svantaggi. A titolo di esempio, una soluzione tecnologica per un edificio può sembrare ottima in termini di risparmio energetico, ma potrebbe causare problemi in un quartiere ad alta densità abitativa a causa del suo livello di rumorosità. Tuttavia, la stessa soluzione potrebbe essere la scelta perfetta nel caso in cui i vicini più prossimi siano fuori portata uditiva o nel caso in cui l'isolamento acustico degli edifici riesca a ridurre il rumore ad un livello tollerabile.

È piuttosto difficile esprimere come ci si debba rapportare all'ambiente. Ad un occhio inesperto può sembrare molto semplice: cercare di non danneggiare l'ambiente e utilizzare, tra i beni provenienti dalla natura, solo quanto strettamente necessario. Se ci si riflette, questi sono problemi molto più complessi. Come si spiega il concetto di spreco? Se è chiaro che non è sufficiente preoccuparsi esclusivamente del presente senza

pensare al futuro, ci si rende conto che è valido anche il contrario: non è possibile vivere senza consumare e costruire nulla nel presente e riservare tutto per il futuro. La sfida consiste nel trovare il giusto equilibrio: quanto possiamo utilizzare adesso delle risorse naturali, evitando di privare il presente ma anche lasciando risorse a sufficienza per i nostri discendenti. Questo manuale mira ad aiutare nella ricerca di questo equilibrio e nella risoluzione dei problemi precedentemente descritti tramite nozioni di base.

Le informazioni raccolte in questo manuale sono intese per accrescere le conoscenze del lettore. Il gruppo di riferimento dei lettori è il pubblico, giovani adulti che visitano eventi legati all'edilizia privata e pagine web, chiunque sia coinvolto nella costruzione o ristrutturazione di case. Si raccomanda di studiare e ripensare i contenuti del libro in modo cauto, senza dare per scontato alcuna informazione e rivolgersi a professionisti per informazioni più specifiche ed accurate. Il dubbio è la libertà di pensiero e ciascuno deve prendere le proprie decisioni di conseguenza.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

1

**Gli edifici e i
loro dintorni**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

1

Gli edifici e i loro dintorni

La preparazione di una costruzione inizia con la concezione dell'idea, quando i proprietari decidono di costruire un'abitazione. Ci potrebbero essere diverse ragioni dietro a questa scelta, che non verranno dettagliate qui, eventualmente, dopo aver rifinito le idee, si arriva alla fase in cui vanno prese le decisioni di base. Si deve sviluppare un programma di progettazione, scegliere un progettista e bisogna decidere dove costruire l'abitazione. Si raccomanda di svolgere questi tre processi in parallelo, approssimativamente allo stesso tempo. Spesso, si dà il caso che il sito di costruzione sia il punto di partenza. Tuttavia, se vi è la possibilità di scegliere tra diversi lotti, è utile coinvolgere nel processo il progettista e finalizzare il programma di progettazione insieme, considerando le possibili ubicazioni. Il sito di costruzione e il programma di progettazione, ovvero l'idea di base per la futura abitazione, sono strettamente legati, e il progettista ha una forte influenza su entrambi. Sfortunatamente, questa figura è spesso ignorata, ma il progettista ricopre un ruolo chiave in tutto il processo di costruzione, dunque è di particolare importanza la scelta del giusto architetto e certamente di ulteriori progettisti specializzati. La soluzione migliore è che questi formino un gruppo. Per progettare un'abitazione che sia centrata sull'efficienza energetica e sull'ambiente è necessario che i progettisti siano dediti alla costruzione sostenibile e che posseggano qualifiche e conoscenze approfondite in questo campo. Inoltre, sono essenziali le capacità e conoscenze necessarie ad ottenere un'abitazione di qualità in termini architettonici, tecnici e di costruzione, così come un senso di realtà ed empatia per il budget del costruttore.

A prima vista, può sembrare che gli standard elencati siano molto elevati, tuttavia vi sono molti progettisti in Ungheria (così come in Europa) che soddisfano i requisiti elencati.

1.1

L'impatto ambientale degli edifici

L'impatto ambientale degli edifici è significativo in termini di consumi di energia ed emissioni di gas serra, così come di rifiuti generati. Ciò è particolarmente vero quando si tratta l'intera vita utile di un edificio (dalla produzione dei materiali da costruzione, alla costruzione, utilizzo e demolizione). (Vedi Capitolo 2 per l'analisi del ciclo di vita).

La sostenibilità è un concetto di difficile definizione. In termini pratici, significa utilizzare solamente il quantitativo di risorse necessario. L'obiettivo è di proteggere e mantenere lo stato attuale, e prevenire la distruzione futura di aria, suolo, superficie, falde acquifere, flora, fauna e del paesaggio così come dell'ambiente edificato, e allo stesso tempo di sostenere la salute ed il benessere adesso ed in futuro.

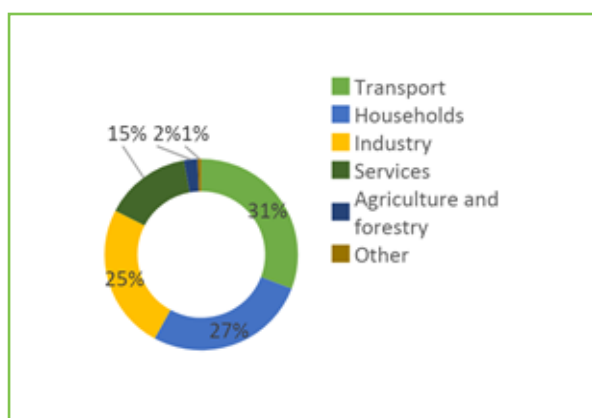


Figura 1: Consumo energetico totale per settore, 2012²

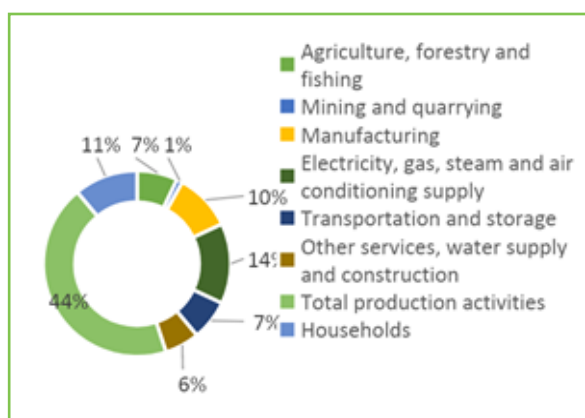


Figura 2: Emissioni di gas serra da attività economiche, 2016³

Il settore industriale in Europa utilizza il 24,6% dell'energia totale e il 36,4% della produzione di rifiuti, e il settore delle costruzioni ha un ruolo significativo. Inoltre, il 27,2% dell'energia totale, l'11% delle emissioni di gas serra e l'8,5% dei rifiuti provengono dalle abitazioni.⁴

² Fonte: Eurostat

³ Fonte: Eurostat

⁴ Eurostat Statistical Books, Energy, transport and environment statistics, 2019

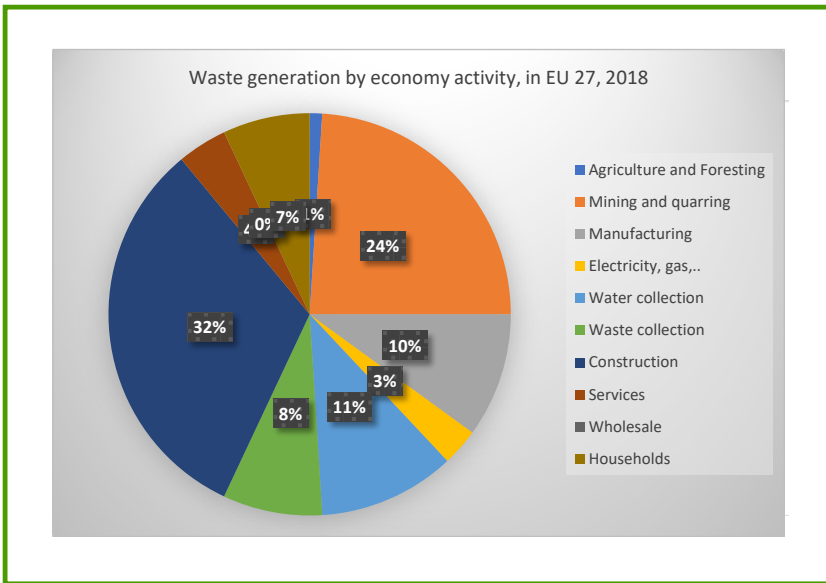


Figura 3: rifiuti generati da attività economiche, in EU27, 2018⁵

Per questa ragione, è importante prestare attenzione alla riduzione degli impatti ambientali sia durante la fase di costruzione che durante la fase d'uso dell'edificio. L'intero ciclo di vita della costruzione di un edificio rappresenta il 50-80% del suo carico ambientale (il rapporto dipende in larga misura dalle proprietà energetiche dell'edificio, come isolamento termico e sistema di riscaldamento). D'altra parte, la maggior parte del consumo energetico proviene dalla fase di utilizzo.

Durante l'uso di un edificio, il consumo di energia è diviso tra diverse funzioni. In un'abitazione media europea, il 64,1% dell'energia totale è utilizzata per il riscaldamento, il 14,8% per la produzione di acqua calda, il 14,4% per illuminazione e altre apparecchiature elettriche, 0,3% per il raffreddamento e 0,9% per altri consumi. Come si può notare, l'elemento a più alta densità energetica è il riscaldamento (sebbene esso dipenda largamente dal clima locale e dalle caratteristiche dell'edificio). Per questa ragione, durante la costruzione e ristrutturazione degli edifici, si pone grande enfasi sulla riduzione delle necessità di riscaldamento (tramite isolamento termico e sistemi di raffreddamento efficienti). Tuttavia, non sono solo interventi di larga scala a ridurre i consumi energetici delle abitazioni.

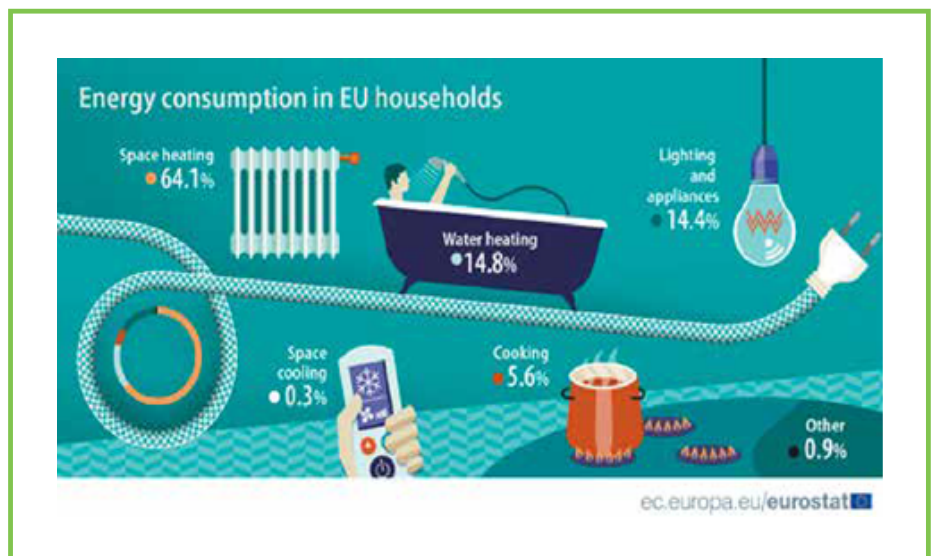


Figura 4: Consumo energetico nelle abitazioni Europee⁶

5 Fonte: Eurostat

6 Fonte: Eurostat Statistical Books, Energy, transport and environment statistics, 2019

In molti casi, investimenti ridotti (ad es. la sostituzione delle lampadine con quelle a risparmio energetico), così come un cambiamento nei comportamenti dei consumatori (ad es. preferire la luce naturale durante il giorno) possono giocare un ruolo chiave. (Vedi Capitolo 6 per ulteriori raccomandazioni).

Inoltre, bisogna anche considerare la provenienza dell'energia. Da un lato, il tipo di energia (ad es. elettricità, calore) è un importante fattore ambientale, dall'altro la fonte con cui l'energia è prodotta (ad es. energia solare, gas naturale). È importante mirare ad utilizzare il vettore energetico nel modo più efficiente possibile, e parallelamente produrre l'energia richiesta con il carico ambientale minore (ad es. il gas naturale può essere utilizzato in maniera più efficiente per produrre calore che elettricità, e l'elettricità può essere generate con un carico ambientale minore se sono utilizzati pannelli solari rispetto ad un impianto alimentato a carbone). Per raggiungere questo obiettivo, durante la progettazione dell'edificio vanno presi in considerazione gli aspetti di una costruzione ecologicamente consapevole, così come la selezione dei materiali da costruzione e dei sistemi di servizio dell'edificio.

Statistiche più dettagliate riguardanti il settore delle costruzioni in termini di produzione di rifiuti sono disponibili a questi link (In inglese):

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_2&format=PDF

1.2 Costruzione sostenibile

Il settore delle costruzioni si trova ad affrontare nuove sfide: la sostenibilità in questo caso dipende dall'ottenere l'impatto ambientale più basso possibile, allo stesso tempo incoraggiando lo sviluppo sociale ed economico. La società ha bisogno di nuove infrastrutture, di una riduzione dei consumi di energia e di risorse, e dell'implementazione di costruzioni sostenibili o "green".

Secondo la definizione di Charles J. Kibert, la costruzione sostenibile è "la creazione e la gestione responsabile di un ambiente edificato sano, basato su principi di ecologia e di efficienza delle risorse"⁷.

A confronto con le principali questioni nelle costruzioni (rendimento, qualità, costo), i criteri della costruzione sostenibile sono l'esaurimento delle risorse, il degrado ambientale e l'ambiente salubre. In quest'ottica, sono stati sviluppati sei principi:

- ▶ Minimizzare il consumo delle risorse (Conservare)
- ▶ Massimizzare il riuso delle risorse (Riuso)
- ▶ Utilizzo di risorse rinnovabili o riciclabili (Rinnovare/Riciclare)
- ▶ Proteggere l'ambiente naturale (Proteggere la natura)
- ▶ Creare un ambiente salubre, non tossico (Non-Tossico)
- ▶ Perseguire la qualità nella creazione di un ambiente edificato (Qualità)

Dal punto di vista degli **impatti ambientali**, una costruzione sostenibile comporta:

- ▶ Il design e la gestione delle strutture edificate, che sia su scala di un edificio, infrastruttura o agglomerato urbano
- ▶ Il rendimento dei materiali su tutte le scale e attraverso il loro intero ciclo di utilizzo
- ▶ L'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili, così come le relative tecnologie nella costruzione, operazione e manutenzione per ridurre le emissioni globali di gas ad effetto serra.

⁷ Fonte: Charles J. Kibert: Sustainable Construction

Dal punto di vista degli **impatti economici**, una costruzione sostenibile riguarda la produzione di energia rinnovabile, la transizione da un'economia lineare ad un'economia circolare, il riciclo di materiali e rifiuti, la raccolta e preservazione dell'acqua, trasferibilità delle tecnologie e l'adattabilità delle strutture a cambiamenti d'uso; modelli di finanza innovativi basati su un'economia che renda più con meno; e il reinvestimento dei rendimenti economici nel dominio comune per un beneficio collettivo.

Dal punto di vista degli **impatti sociali**, una costruzione sostenibile riguarda l'adesione ai più alti standard etici nel business, così come alle buone pratiche del settore attraverso tutte le fasi del progetto; la promozione di condizioni di vita e di lavoro socialmente accettabili, compresi gli standard di salute e sicurezza della forza lavoro e degli utenti; e la democratizzazione di tutti i processi relativi alla produzione e utilizzo dell'ambiente edificato come una ricchezza comune.

Un edificio realizzato con un metodo circolare è costruito senza spreco di risorse, senza inquinare l'ambiente o danneggiare l'ecosistema e può essere riciclato dopo l'utilizzo. È costruito in una maniera economicamente responsabile, per contribuire al benessere delle persone e della biosfera. Gli edifici circolari hanno generalmente un impatto positivo su materiali, energia, rifiuti, biodiversità, salute e benessere, sulla cultura umana e sulla società.

Riguardo una costruzione sostenibile bisogna considerare, da un lato, il patrimonio edilizio, che non può essere eliminato per ragioni tecniche, culturali o economiche, e che non può essere sostituito con nuovi edifici, e dall'altro lato i fattori che delimitano le nostre idee quando si implementano nuove infrastrutture.

In termini di ambiente edificato, il patrimonio edilizio rappresenta allo stesso tempo la maggior parte delle emissioni di carbonio e la più grande opportunità di risparmio di esse.

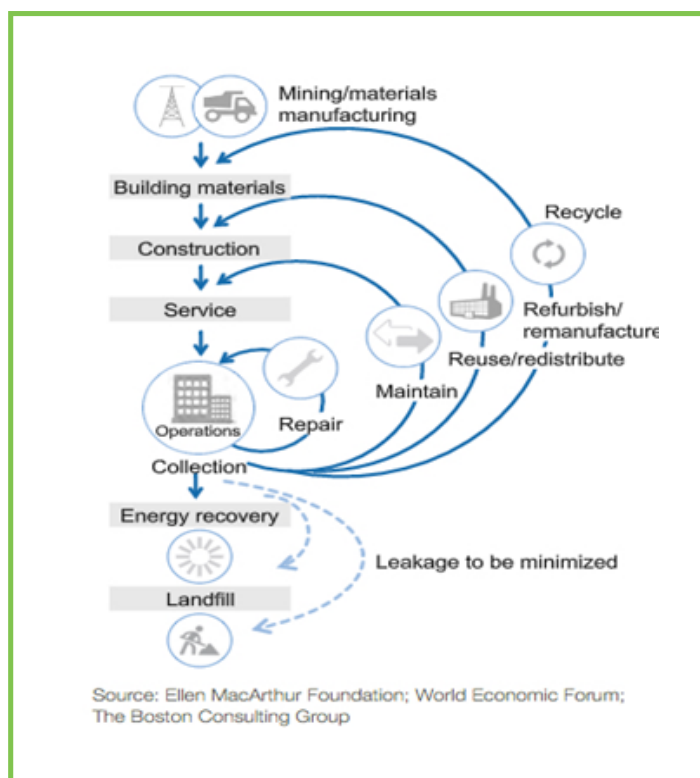


Figura 5: Circolarità nel settore degli edifici⁸

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

2

Life Cycle Assessment - Analisi di Ciclo Vita



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

2

Life Cycle Assessment - Analisi di Ciclo Vita

2.1 Cos'è un'analisi LCA?

Approccio di ciclo vita e LCA

La vita di tutti i giorni ha **impatti diretti** e indiretti sull'ambiente. Gli impatti diretti sono abbastanza chiari ed evidenti: quando si decide di estrarre una materia prima dall'ambiente circostante, quando qualcosa è rilasciato direttamente nel suolo, nell'acqua o brucia nell'aria, si ha un impatto diretto. Ad esempio, è come se il proprietario di un giardino estraesse l'acqua del suo pozzo, mettesse il fertilizzante nel terreno o pesticidi sulle piante. O come se qualcuno bruciasse del gas nella caldaia o legno nella stufa, e di conseguenza apparirebbe il fumo nel camino, che rappresenta le emissioni dirette in aria.

Gli **impatti indiretti** sono più difficili da comprendere, dato che non si verificano davanti ai nostri occhi. Questi impatti sono "nascosti", dunque possono essere ancora più pericolosi se non ne siamo coscienti.

Dove sono questi impatti indiretti? Essi sono legati ai vari prodotti che utilizziamo durante la nostra vita, come cibo, vestiti, materiali da costruzione, elettricità, trasporti ecc. Tutti questi prodotti sono stati realizzati da qualche parte nel mondo e poi trasportati fino a noi. I processi di produzione e di trasporto hanno i loro impatti diretti: su scala più ampia, le attività di estrazione delle risorse può causare un serio impoverimento delle risorse, scarsità d'acqua o deforestazione; le emissioni di gas serra portano cambiamenti climatici, mentre emissioni di altre sostanze possono causare piogge acide, smog o eutrofizzazione. Quando utilizziamo questi prodotti, siamo indirettamente responsabili per questi danni all'ambiente.

Dopo l'utilizzo dei prodotti, si possono creare diverse tipologie di rifiuti: il trasporto e trattamento di questi – come lo smaltimento in discariche o inceneritori, il riciclo o riuso – anche hanno i loro impatti diretti, invisibili ai nostri occhi.

Se questa lunga catena e rete di processi – produzione, trasporto, uso e fine vita – può essere chiamata “ciclo di vita” di un prodotto, allora si possono comprendere i suoi impatti con un “approccio di ciclo vita”.

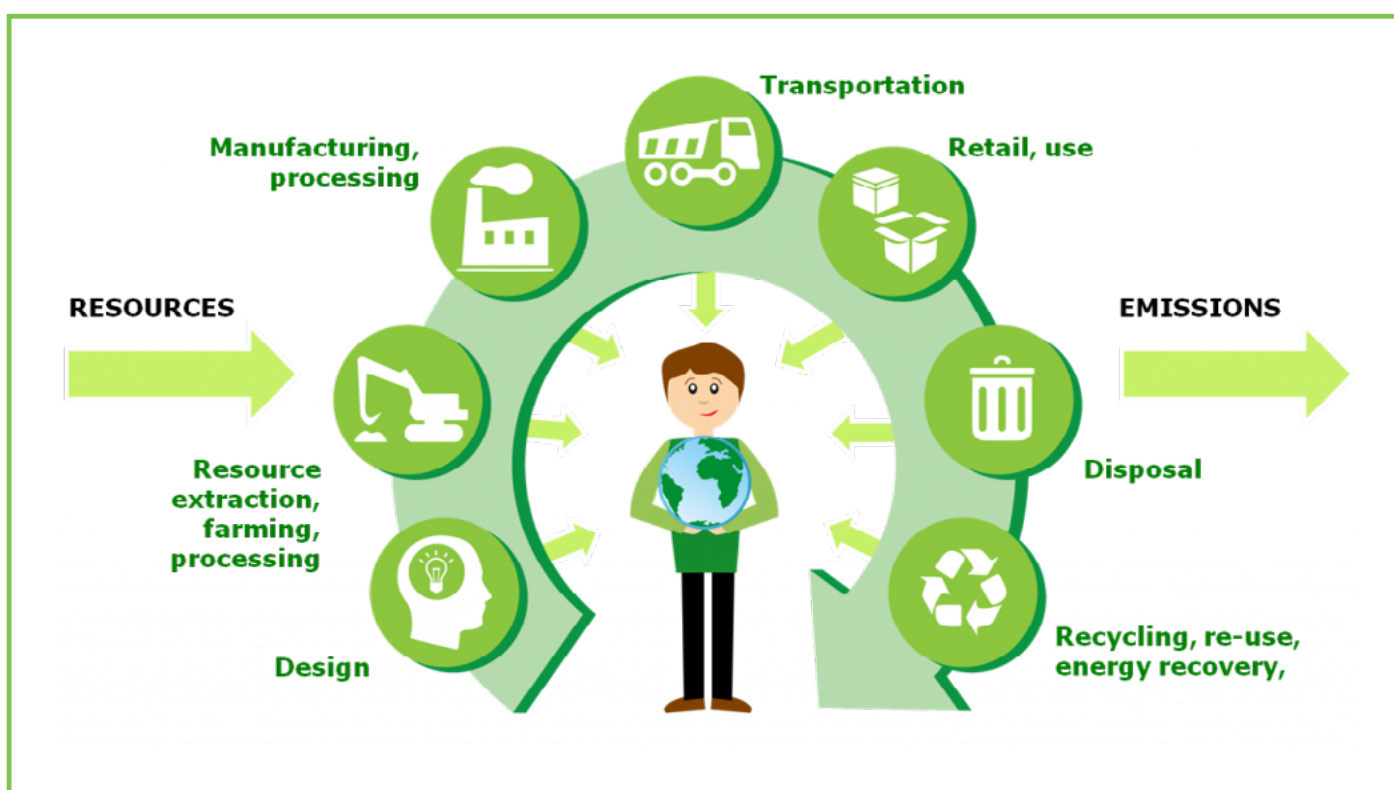


Figura 6: Approccio ciclo di vita⁹

Il Life Cycle Assessment (LCA) o analisi del ciclo di vita, è un metodo standardizzato di quantificazione degli impatti che utilizza un approccio di ciclo vita. L' LCA fornisce i numeri che aiutano a gestire gli impatti ambientali: si possono identificare i cosiddetti “hot spots” dove gli impatti sono i più alti, in modo da capire dove e come si può ottenere la maggiore riduzione possibile degli impatti diretti o indiretti.

⁹ Fonte: <https://areweb.polito.it/ricerca/LCA/> (last access in April 2021)

Se si riescono a comprendere in maniera approfondita gli impatti tramite un approccio di ciclo vita, e se si possono quantificare tramite un LCA, allora si realizza il nostro potere decisionale per ridurre questi impatti. I tipi di prodotti che acquistiamo e utilizziamo, e il loro quantitativo, possono influenzare significativamente i nostri impatti ambientali. Si pensi a tutte le materie, fonti di energia, servizi di trasporto che si utilizzano durante la vita quotidiana! Molte decisioni per ridurre i nostri impatti, diretti ma soprattutto indiretti, possono essere prese utilizzando un approccio di ciclo vita.

Le fasi del LCA

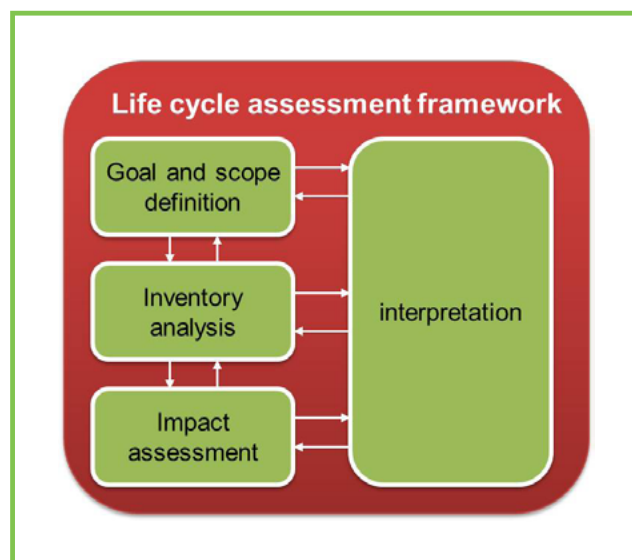
L'LCA è anche detta analisi “dalla culla alla tomba”, oppure seguendo il concetto di circolarità, è più appropriato dire “dalla culla alla culla”. LCA è una scienza in cui gli esperti possono lavorare sull'analisi ciclo di vita con software e database con un vasto numero di processi.

Secondo gli standard ISO 14040 and ISO 14044¹⁰, un LCA deve includere le seguenti fasi:

- ▶ **Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione,**
- ▶ **Analisi dell'inventario**, dove il consumo delle risorse e le emissioni del ciclo di vita sono quantificate,
- ▶ **Valutazione degli impatti**, dove sono valutati i potenziali impatti ambientali causati dal consumo delle risorse,
- ▶ **Interpretazione** dei risultati.

La seguente figura, dagli standard ISO 14040, illustra il legame tra le diverse fasi del LCA:

*Figura 7:
Fasi metodologiche secondo gli
ISO 14040¹¹*



10 ISO 14040/14044 (2006): Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework / Requirements and guidelines

11 Fonte: ISO 14040

Il processo di preparazione di un LCA è spiegato chiaramente dagli standard ISO 14040. Su questa base, è necessario chiarire lo scopo dell'analisi all'inizio del lavoro, ovvero perché si effettua l'analisi (ad es., si vogliono rendere le attività dell'azienda più sostenibili, riducendone gli impatti ambientali; oppure, si vuole comunicare ai clienti l'impegno per l'ambiente, dichiarando le performance ambientali delle attività, ecc.). La risposta alla prima domanda influenza anche la definizione dell'altro aspetto iniziale, ovvero quale sia il campo di applicazione dell'analisi:

- ▶ **Unità funzionale:** ad es.: un pezzo di prodotto, 1m² di superficie del prodotto; 1-anno di produzione ecc. per cui si calcolano i risultati espressi in termini di impatto ambientale,
- ▶ **Confini del sistema:** considerando esclusivamente le attività dell'azienda in questione (dal cancello al cancello) oppure includendo le fasi precedenti (dalla culla al cancello), o l'intero ciclo di vita (dalla culla alla tomba), ecc.

In pratica, la fase di **raccolta dei dati** rappresenta la parte più importante nella preparazione di un'analisi – determina la qualità dei dati – ed è la parte che richiede più tempo. L'approccio migliore e più raccomandato è quello di raccogliere i dati relativi all'attività in modo diretto: raccogliere i dati di fabbricazione del prodotto testato o in esame. È possibile anche lavorare con dati secondari per altri processi del ciclo di vita: dati calcolati o stimati, dati dell'industria, database, dati da letteratura, ecc.

L'analista poi fa i passi successivi nel LCA: analisi di inventario, valutazione degli impatti e interpretazione dei risultati. Naturalmente, queste fasi sono fortemente influenzate dagli obiettivi definiti nella fase uno, che determina, ad esempio, il metodo di valutazione degli impatti utilizzato e/o le categorie d'impatto (ad es. carbon footprint), e l'interpretazione dei risultati così come la possibile definizione delle raccomandazioni.

Un'analisi ambientale del ciclo di vita spesso considera le seguenti categorie d'impatto:

- ▶ **Cambiamento climatico/Climate change:**

Questa categoria d'impatto è anche nota come: impatto sul riscaldamento globale/global warming impact, cambiamento climatico, impronta di carbonio/

carbon footprint a seconda della scelta del metodo di valutazione degli impatti e del pubblico di riferimento. Nel linguaggio quotidiano si utilizza l'impronta di carbonio, e anche il cambiamento climatico è utilizzato spesso.

Come vanno interpretati i risultati di questa categoria? In ogni caso, le quantità di gas serra rilasciate in atmosfera vengono aggregate e valutate in termini di kg di CO₂ equivalenti. Tutti gli altri gas ad effetto serra sono ponderati diversamente. Ad esempio, il valore del metano attualmente (2021) è 36,8 kg di CO₂ equivalenti. L'orizzonte temporale dei dati e dell'analisi è importante in quanto, ad esempio, lo stesso valore 15 anni fa era soltanto 21 kg di CO₂ equivalenti nella stessa categoria. Questo mostra anche quanto gli effetti dei cambiamenti climatici siano diventati più seri: sono presenti nella vita di tutti i giorni e hanno una forte influenza sul futuro. Diversi moltiplicatori sono utilizzati agli altri gas serra, ad esempio il potenziale rilascio di un kg di freon-12 (difluorodichlorometano) nell'atmosfera equivarrebbe 11.500 kg di CO₂ equivalenti (per questa ragione il materiale è stato rimosso dai refrigeranti dei vecchi frigoriferi).

I risultati delle altre categorie di impatto sono calcolati in una maniera molto simile. Un valore equivalente è stato determinato per ogni categoria, cui sono stati comparati i pesi degli altri elementi rilevanti e poi sommati, in modo che la categoria d'impatto possa essere caratterizzata da un solo valore:

- Acidificazione (ad es. SO₂ kg o mol H⁺ equivalenti),
- Eutrofizzazione (ad es. PO₄, P o N kg equivalenti),
- Riduzione dello strato di ozono (ad es. CFC-11 equivalenti),
- Impoverimento delle risorse (ad es. kg Sb equivalenti),
- Formazione di ozono fotochimico (ad es. etilene o COVNM "composti organici volatili non metanici" equivalenti),
- Ecotossicità umana, acquatica, terrestre e marina (esistono complesse tipologie equivalenti).

CATEGORIE D'IMPATTO 1 (*)

Cambiamento climatico

Problematiche ambientali trattate: tutti gli inputs o outputs che risultano in emissioni di gas a effetto serra. Il contributo maggiore è generalmente dato dall'utilizzo dei combustibili fossili, come carbone, petrolio e gas naturale. Le conseguenze includono l'aumento della media delle temperature globali e bruschi cambiamenti climatici a livello regionale. Il cambiamento climatico è un impatto che ha ripercussioni su scala globale.

Questa categoria d'impatto può essere ulteriormente suddivisa in:

- Cambiamento climatico da fonti fossili che riguarda le emissioni di gas serra originate dalla trasformazione o degradazione dei combustibili fossili (ovvero la combustione)
- Cambiamento climatico da fonte biogenica che riguarda le emissioni di gas serra originate dalla trasformazione o degradazione di biomassa
- Cambiamento climatico da cambio destinazione di terreni che riguarda l'assorbimento di carbonio da parte del suolo o la biomassa ed emissioni originate dal cambiamento delle riserve di carbonio causato dal cambiamento della destinazione dei terreni e utilizzo del suolo, come deforestazione, costruzione di strade o altre attività del suolo

Unità di misura: Kilogrammo di Diossido di Carbonio equivalente (kg CO₂ eq).

Riduzione dello strato di ozono

Problematiche ambientali trattate: la fascia di ozono (O₃) stratosferico protegge la vita sulla terra da radiazioni ultraviolette (UV-B) nocive. L'assottigliarsi dello strato di ozono può avere diverse conseguenze, come l'aumento dei casi di cancro alla pelle negli esseri umani e danni alle piante. L'impoverimento dell'ozono stratosferico è un impatto che ha ripercussioni su scala globale.

Unità di misura: Kilogrammo di CFC-11 equivalente (kg CFC-11 eq).

Acidificazione

Problematiche ambientali trattate: l'acidificazione ha contribuito al declino delle foreste di conifere e ad un incremento nella mortalità dei pesci. Essa può essere causata dal rilascio di emissioni in aria, acqua o suolo. Le fonti più significative sono i processi di combustione per la produzione di elettricità o calore e trasporti. Il contributo all'acidificazione è maggiore quando i carburanti contengono un livello elevato di zolfo. L'acidificazione è un impatto che ha ripercussioni maggiori su scala regionale.

Unità di misura: Mole di Idrone equivalente (mol H⁺ eq).

CATEGORIE D'IMPATTO 2 (*)

Eutrofizzazione delle acque dolci

Problematiche ambientali trattate: L'eutrofizzazione ha impatti sugli ecosistemi a causa di sostanze che contengono azoto (N) o fosforo (P). Se le alghe crescono troppo rapidamente, l'acqua può non avere ossigeno a sufficienza per la sopravvivenza dei pesci. Le emissioni di azoto nell'ambiente acquatico sono causate per la maggior parte dai fertilizzanti utilizzati nell'agricoltura, ma anche dai processi di combustione. Le fonti di emissioni di fosforo più significative sono gli impianti di depurazione per le acque reflue urbane e industriali, oltre a lisciviazione da terreni agricoli. L'eutrofizzazione è un impatto che ha ripercussioni a livello locale e regionale.

Unità di misura: Kilogrammi di Fosforo equivalenti (kg P eq).

Eutrofizzazione delle acque marine

Problematiche ambientali trattate: L'eutrofizzazione ha impatti sugli ecosistemi a causa di sostanze che contengono azoto (N) o fosforo (P). Di norma, la disponibilità di uno di questi nutrienti è un fattore che limita la crescita dell'ecosistema, e se questo nutriente dovesse essere aggiunto causerebbe un aumento nella crescita di alghe o piante specifiche. Nell'ambiente marino questi effetti sono principalmente causati da un aumento di azoto (N). Le emissioni di azoto sono causate principalmente dall'uso di fertilizzanti in agricoltura e da processi di combustione. L'eutrofizzazione è un impatto che ha ripercussioni a livello locale e regionale.

Unità di misura: Kilogrammi di Azoto equivalenti (kg N eq).

Eutrofizzazione terrestre

Problematiche ambientali trattate: L'eutrofizzazione ha impatti sugli ecosistemi a causa di sostanze che contengono azoto (N) o fosforo (P). Questi nutrienti comportano una crescita di alghe o altre piante specifiche, limitando la crescita dell'ecosistema originale. L'eutrofizzazione è un impatto che ha ripercussioni a livello locale e regionale.

Unità di misura: Mole di Azoto equivalenti (mol N eq).

CATEGORIE D'IMPATTO 2 (*)

Formazione di ozono fotochimico – salute umana

Problematiche ambientali trattate: Mentre la fascia di ozono stratosferico ci protegge, l'ozono sulla terra (nella troposfera) è nocivo: attacca sostanze organiche in piante ed animali, aumenta la frequenza di problemi respiratori in presenza di smog fotochimico (“Smog estivo”) nelle città. La formazione di ozono fotochimico è un impatto che ha ripercussioni a livello locale e regionale.

Unità di misura: Kilogrammo di Composti Organici Volatili Non Metanici equivalenti (kg COVNM eq)

Utilizzo di risorse, minerali, metalli e trasporto di energia

Problematiche ambientali trattate: La terra contiene una quantità limitata di risorse non-rinnovabili, tra cui metalli, minerali e combustibili fossili come carbone, petrolio e gas. Di conseguenza, estrarre un'alta concentrazione di queste risorse oggi forzerà le generazioni future a estrarne una concentrazione minore o utilizzare risorse di minor valore. Ad esempio, l'impovertimento dei combustibili fossili potrebbe comportare l'assenza di carburanti fossili per le generazioni future.

Le categorie di impatto che analizzano questi fenomeni sono:

- Utilizzo di risorse, minerali e metalli che copre l'esaurimento di metalli e minerali

Unità di misura: Kilogrammo di Antimonio equivalente (kg Sb eq)

- Utilizzo di risorse, trasporto di energia che copre l'esaurimento di combustibili fossili

Unità di misura: MJ di energia

Scarsità d'acqua

Problematiche ambientali trattate: I prelievi delle acque da laghi, fiumi o falde sotterranee può contribuire all'esaurimento dell'acqua disponibile. Questa categoria d'impatto che considera la disponibilità o scarsità dell'acqua nella regione dove si svolgono le attività.

Unità di misura: metri cubi (m³) di acqua utilizzata relativamente alla scarsità dell'acqua a livello locale.

(*) <https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/communication/impact.htm>
(last access: April 2021)

Dunque, nella pratica, all'inizio di un'analisi LCA, si dovrebbe rispondere alle seguenti tre domande:

Domanda	Risposta esempio
Quale è l'obiettivo?	Vorrei conoscere l'impronta di carbonio dei miei prodotti isolanti
Quale è l'unità funzionale?	1m ² isolamento (100mm spessore) con 0,0389 W/m ² K conducibilità termica
Quali sono i confini del sistema?	Dalla culla al cancello – dalla produzione delle materia prima alla fine dei processi di produzione

Se l'esperto di LCA riesce ad ottenere importanti informazioni per l'analisi dal proprietario, gli impatti reali possono essere definiti. In questo esempio, il risultato più importante è l'impronta di carbonio, ma un LCA può determinare anche altri potenziali impatti sugli ecosistemi, gli esseri umani e le risorse naturali.

Tornando all'esempio: l'impronta di carbonio dei prodotti isolanti esaminati può raggiungere 6 kg CO₂ eqv. divisi in tre parti: la pre-manifattura delle materie prime (5 kg CO₂ eqv.), il trasporto delle materie prime all'impianto di produzione (0,5 kg CO₂ eqv.) e la produzione dei prodotti isolanti (0,5 kg CO₂ eqv.). Per fare un confronto, la produzione di un tozzo di pane conta circa 1,5 kg CO₂ eqv.

Tutti questi dati e risultati vengono riassunti in uno **studio LCA**, che contiene anche l'interpretazione dei risultati.

L'approccio ciclo di vita e la relativa analisi forniscono una base per altri metodi di valutazione, ad es. EPD – Dichiarazione Ambientale di Prodotto (Environmental Product Declaration) (Dettagli nel Capitolo 2.3a), PEF – Impronta Ambientale di Prodotto (Product Environmental Footprint) o LCC – Life Cycle Costing, ecc. La scelta di quale utilizzare dipende dagli obiettivi posti per l'LCA.

2.2 Il ruolo dell'LCA nell'industria delle costruzioni

L'LCA è uno dei metodi più efficaci per la valutazione degli impatti ambientali di edifici, costruzioni e prodotti ad essi relativi. L'applicazione di un LCA ha due benefici primari:

- ▶ Aiuta il consumatore e i professionisti delle costruzioni nelle loro decisioni dalla fase di progettazione al processo di costruzione con informazioni oggettive.
- ▶ Incoraggia i produttori a innovare per migliorare la performance ambientale e la qualità dei loro prodotti.

Un LCA mostra la quantità di energia necessaria per un edificio oppure il risparmio possibile di materiali durante la vita utile dell'edificio, mostra anche come queste cose abbiano un impatto positivo sull'ambiente nelle fasi di investimento e manutenzione.

Il ruolo dell'LCA negli ultimi si è accresciuto nell'industria delle costruzioni, dato che il **settore delle costruzioni è uno dei più onerosi** sia in termini di utilizzo delle risorse che di impatti ambientali. Il 36% del consumo energetico mondiale e il 39% delle emissioni globali sono relative al settore delle costruzioni e agli edifici (IEA & 2019¹²). L'edilizia rappresenta l'11% delle emissioni globali di CO₂ (WGBC, 2019¹³). La riduzione dell'impatto richiede un approccio più approfondito, di ciclo vita, ai flussi di materie. Non è una coincidenza che il settore delle costruzioni, in aggiunta all'efficienza energetica, abbia come obiettivo la costruzione di edifici con un consumo di energia pari o prossimi allo zero. Questo vale sia per nuove costruzioni che per edifici ristrutturati.

12 IEA & UN (2019): 2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector <https://www.unenvironment.org/resources/publication/2019-global-status-report-buildings-and-construction-sector> (last access in April 2021)

13 World Green Building Council (2019): Bringing Embodied Carbon Upfront <https://www.worldgbc.org/bringing-embodied-carbon-upfront-report-webform> (last access in April 2021)

Impatti del ciclo vita di un edificio

L'analisi della performance ambientale degli edifici sul corso del loro intero ciclo di vita si può applicare tramite le seguenti fasi (ISO EN 15643): dall'estrazione dei materiali di costruzione e materie prima, alla loro produzione e trasporto, alla fase di installazione "A1-A5", alla fase d'uso "B1-7" e al fine vita dopo la demolizione di un edificio "C1-C4".

*Contributo
relative delle fasi
del ciclo di vita
di un edificio
ai suoi impatti
ambientali**



Circa la metà degli impatti ambientali sono relativi ai moduli A1-A5, mentre l'altra metà deriva dalla fase d'uso. Gli impatti del fine vita costituiscono il 5% del totale.

Un sondaggio rappresentativo è stato condotto nell'UE, riguardo il consumo e la produzione sostenibile. Parte di questo sondaggio ha valutato gli impatti ambientali del patrimonio edilizio (EU 27). Circa il 60% del patrimonio edilizio è residenziale, di conseguenza sono stati esaminati gli impatti ambientali pro capite e annuali, così come gli impatti dell'abitazione media europea e confrontati con l'impatto su un cittadino medio europeo. Sono stato esaminati l'età e il tipo di edifici già esistenti, la dimensione dello spazio abitabile e le condizioni climatiche pro capite e l'impatto sulle diverse fasi del ciclo vita del patrimonio edilizio sono state esaminate con 24 modelli. Considerando la media annuale di emissioni di gas serra per il ciclo di vita degli edifici per abitazione 6,36 tonnellate CO₂ eqv., rispetto a una media di 2,62 tonnellate di CO₂ eqv. pro capite.

La fase d'uso (consumi di energia ed acqua) è l'aspetto più importante, seguito dalla produzione e manutenzione dei materiali da costruzione. Dall'analisi è risultato che le case a un piano sono quelle con il maggior impatto. Gli stessi edifici possono avere effetti diversi in zone climatiche diverse, specialmente per i requisiti di riscaldamento. In generale, il consumo di energia elettrica e il riscaldamento dello spazio contribuiscono maggiormente all'impatto ambientale. **

Per quanto riguarda l'impatto medio degli edifici in Europa, il valore è di 6,78 t CO₂ eqv. pro capite, ma varia in base al luogo: è pari a 8,8 t in Finlandia; 5,8 t in Italia e 5,4 in Ungheria. ***

(*) Source: Delem, L. Wastiels, and J. Van Dessel (2013): Assessing The Construction Phase In Building Life Cycle Assessment, Delemetal_avnRConference

(**) Source: Lavagna, M., Baldassarri, C., Campioli, A., Giorgi, S., Dalla Valle, A., Castellani, V., & Sala, S. (2018). Benchmarks for environmental impact of housing in Europe: Definition of archetypes and LCA of the residential building stock. *Building and Environment*, 145, 260–275. doi:10.1016/j.buildenv.2018.09.008

(***) Source: EU publications: Fossil CO₂ and GHG emissions of all world countries, 2019 report Study

I principali drivers dell'applicazione dell'LCA nell'industria: perché le aziende utilizzano l'LCA?

L'utilizzo dell'LCA fornisce informazioni importanti nella fase di progettazione – che può essere basata sulla soluzione digitale tramite metodo BIM (Building Information Modelling) per modellare la progettazione e costruzione – e nelle fasi di manutenzione e di demolizione. Oltre a misurare le performance ambientali dei materiali utilizzati in un edificio, l'LCA può essere utilizzato nelle prime fasi della progettazione per identificare gli aspetti dell'edificio rilevanti per le categorie d'impatto considerate. Per i materiali con un elevato impatto ambientale, un'analisi del ciclo di vita di materiali da costruzione sostenibili può aiutare a trovare materiali alternativi con impatti minori. In questo modo si potrebbero ridurre gli impatti ambientali, verrebbero prodotti meno rifiuti, gli edifici avrebbero un consumo di elettricità ed acqua più efficiente e i costi verrebbero ottimizzati.

I principali utilizzatori di LCA sono i produttori di materiali da costruzione, che potrebbero avere un obbligo dal punto di vista legale o **pressioni di mercato** per rendere pubblico una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) (Vedi Capitolo 2.3a). Gli architetti utilizzano i dati LCA monetizzati durante la fase di progettazione per operare un confronto tra diverse tipologie di prodotto. In aggiunta agli aspetti di efficienza energetica, sono anche l'eco-design e le soluzioni circolari a rafforzare il ruolo dell'LCA nel settore delle costruzioni. Quando i materiali vengono riutilizzati, il loro impatto dovrebbe essere valutato con un approccio ciclo di vita.

Per gli schemi di certificazioni degli edifici di nuova costruzione, come BREEAM, LEED, DGBN, l'LCA è utilizzato con metodo oggettivo che permette di quantificare gli impatti ambientali degli elementi selezionati di un edificio (Vedi Capitolo 2.3b). I requisiti di questi schemi costituiscono la spinta principale a effettuare studi LCA per interi edifici. In aggiunta, ci sono requisiti normativi vigenti in alcuni paesi (ad es. nei Paesi Bassi), e requisiti normativi simili sono in via di attuazione in altri paesi come la Francia, Danimarca, Finlandia e Svezia.

Databases

L'LCa nel settore delle costruzioni è supportato da diversi database. I database per eseguire LCA di prodotto includono processi di produzione con diversa copertura territoriale (Svizzera, Europa, USA, Nord America, Francia) e varie categorie di materiali (ad es. metallo, plastica, legno e cemento, così come il calcestruzzo). Un database europeo, sviluppato in Svizzera, è Ecoinvent, utilizzato anche da molti software LCA, come One Click LCA, SimaPro, GaBi, openLCA e Umberto, grazie alla sua coerenza e trasparenza.

L'ELCD, creato con il supporto della Commissione Europea, contiene centinaia di processi, tra cui materiali fondamentali, sistemi di trasporto e di gestione dei rifiuti, ma altre parti hanno bisogno di essere integrate con la sezione sui materiali da costruzione.

Il database GaBi è uno dei più ampi database sul mercato, con migliaia di processi che includono materiali da costruzione. I dati per alcune sostanze provengono da Plastics Europe, ELCD o Eurofer. I produttori generalmente eseguono un LCA di prodotto per poter pubblicare una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD). Per l'LCa degli edifici, i calcoli per la maggior parte delle applicazioni commerciali sono generalmente basati su EPD specifici del produttore o EPD di media industriale; ulteriori dati generici sono pubblicati da autorità nazionali o altri. Questi dati contengono informazioni per i materiali da costruzioni e prodotti, come l'utilizzo di risorse, impatti che causano cambiamenti climatici, piogge acide, smog, eutrofizzazione ecc. Un noto esempio di database di EPD è il tedesco ÖKOBAUDAT, ma vi sono altri database EPD noti, come NMD nei Paesi Bassi e Inies in Francia. Anche la Finlandia e la Svezia hanno pubblicato recentemente dati LCA generici, obbligatori da utilizzare – insieme agli EPD – per gli LCA degli edifici, secondo le normative nazionali in via di attuazione. Negli USA, il database Athena contiene una gamma di dati su materiali da costruzione, energia, trasporti, processi di costruzione e di trasporto, manutenzione, riparazioni e processi di gestione dei rifiuti, alcuni dei quali sono tratti dal database U.S.LCI.

a. Politiche europee per la sostenibilità del settore delle costruzioni

Nella **Politica Integrata dei Prodotti**¹⁴ (**IPP**) della Commissione Europea, l'analisi del ciclo di vita è emersa come il miglior framework per definire il potenziale impatto ambientale dei prodotti. La politica integrata dei prodotti definisce strumenti e misure per la riduzione degli impatti ambientali dei prodotti, considerando il loro intero ciclo di vita. In questo modo, l'impatto ambientale di prodotti e servizi è diventato un elemento fondamentale nei processi decisionali, e l'LCA ha acquisito maggiore importanza a supporto di politiche comunitarie e per le aziende. "Approccio di ciclo vita" è diventato un pilastro centrale per le politiche ambientali e per le decisioni di sostenibilità delle aziende. La creazione di un EPLCA è stata definita all'interno del framework IPP.

La **Piattaforma Europea per l'Analisi del Ciclo di Vita (EPLCA)**¹⁵ fornisce assistenza nella disponibilità, coerenza e nel controllo di qualità di dati e informazioni, così come nell'integrazione di LCA e metodi di impronta ambientale nel business e nelle politiche. Essa supporta lo sviluppo metodologico dell'LCA, l'analisi delle catene di valore e la gestione dei rifiuti al fine vita. Il funzionamento efficace ed effettivo della piattaforma e i suoi programmi d'azione contribuiscono al progresso della sostenibilità ambientale.

La revisione della **Strategia della Commissione Europea per il settore delle costruzioni**¹⁶, che include anche principi di circolarità, mira a promuovere la realizzazione di un ambiente edificato sostenibile, prendendo in considerazione l'intero ciclo di vita degli edifici. Essa copre, tra le altre cose, il contenuto riciclato dei prodotti e i requisiti di costruzione, la progettazione degli edifici, la promozione della circolarità, il miglioramento della durevolezza e adattabilità, lo sviluppo di fascicoli digitali per gli edifici e l'integrazione della valutazione del ciclo di vita negli appalti pubblici e nel framework Europeo di finanza sostenibile.

14 COM (2003) 302 Integrated Product Policy Building on Environmental Life-Cycle Thinking

15 <https://ec.europa.eu/jrc/en> (last access in April 2021)

16 COM (2012) 433 final: Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises

All'interno del framework della “**Iniziativa del mercato unico per prodotti green**”¹⁷, l'UE ha sviluppato la metodologia **Environmental Footprint** (Impronta ambientale) che include la valutazione delle performance ambientali di prodotto (PEF – Impronta Ambientale di Prodotto) e di organizzazioni (OEF – Impronta Ambientale dell'Organizzazione). Anche la PEF è basata sull'LCA, e mira a fornire un metodo unico per misurare la performance ambientale delle aziende che vogliono commercializzare i loro prodotti nell'UE. Essa, insieme all'EPD (Dichiarazione Ambientale di Prodotto), contribuisce alla realizzazione degli obiettivi di sostenibilità. Una valutazione di prodotto fatta con la metodologia PEF ricopre numerose categorie di impatto (Vedi Capitolo 2.2b).

Un'iniziativa Europea per il settore delle costruzioni è la COM (2014)445 “**Opportunità per Migliorare l'Efficienza delle Risorse nell'Edilizia**”, che riconosce l'importanza di considerare gli impatti su tutto il ciclo vita dell'edificio, attraverso migliore progettazione e pianificazione, con la promozione di una produzione efficiente dei materiali da costruzione e tramite lavori di costruzione e ristrutturazione più efficienti.

L'importanza dell'LCA è menzionata anche nel **Piano d'Azione per l'Economia Circolare** dell'UE¹⁸, mirato allo sviluppo di politiche di prodotto sostenibili. Il piano d'azione identifica le catene del valore fondamentali per la transizione ad un'economia circolare. Quello delle costruzioni è tra questi settori chiave, dato che l'ambiente edificato ha un impatto significativo sui diversi aspetti dell'economia (ad es. posti di lavoro locali, qualità della vita, ecc.)

Il **Green Deal Europeo**¹⁹ è strettamente legato al goal dell'UE di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Un elemento fondamentale del piano d'azione legato al Green Deal è l'iniziativa UE “Renovation Wave”, ovvero “Ondata di ristrutturazioni”, mirata alla creazione di edifici più sostenibili, posti di lavoro, al miglioramento della qualità della vita e al raggiungimento della neutralità climatica. La valutazione ambientale delle tecnologie nuove e pianificate e delle soluzioni (impronta di carbonio) si basa sull'LCA.

17 [https:// ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/) (last access in April 2021)

18 https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf (last assess in April 2021)

19 https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en (last assess in April 2021)

b. LCA szabványok az építőiparban

La fonte principale per la valutazione degli impatti ambientali dei prodotti da costruzione è lo Standard Europeo **EN 15804**²⁰. La prima versione è stata pubblicata nel 2012 e l'ultima nel 2019. Lo standard è il principale punto di partenza sia per gli studi LCA nel settore delle costruzioni che per gli studi EPD (Dichiarazione Ambientale di Prodotto) per i prodotti e servizi da costruzioni. L'EPD è una dichiarazione interamente volontaria che può essere utilizzata dalle aziende per comunicare la performance dei loro prodotti e servizi da costruzione al mercato (Vedi Capito 2.3a).

Lo Standard EN 15804 è, da un lato, coerente con gli standard infrasettoriali ISO 14040 e 14044 sulla metodologia di Analisi del Ciclo Vita (LCA), dall'altro lato stabilisce regole specifiche riguardanti i cinque principali aspetti metodologici dell'LCA, ovvero l'unità funzionale, i confini del sistema, l'allocazione, i metodi di Valutazione dell'Impatto del Ciclo Vita (LCIA), e i requisiti sulla qualità dei dati.

Come descritto nel capitolo 2.1, l'**unità funzionale** descrive la funzione del sistema in considerazione (ad es. del prodotto) e fornisce un riferimento a cui sono riferiti gli impatti. Ad esempio, la funzione di un pannello di isolamento termico è quella di evitare perdite di calore, dunque, il valore dell'isolamento è presentato con un parametro specifico, cioè la conducibilità termica, misurata in W/mk.

Tuttavia, gli impatti causati dalla fase di uso di prodotti e componenti edilizi sono spesso riferiti all'applicazione specifica. Ad esempio, un pannello di isolamento termico in particolare potrebbe comportare un consumo di energia per il riscaldamento più alto o più basso, sulla base del sistema di pareti in cui è integrato e il contesto (incluse le condizioni climatiche) in cui si trova l'edificio. A causa dell'utilizzo di ciascun componente o prodotto dell'edificio, lo standard EN

20 EN 15804 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products

15804 consente di quantificare gli impatti ambientali escludendo la fase d'uso e utilizzando la cosiddetta **“unità dichiarata”** al posto dell'unità funzionale. L'unità dichiarata utilizza le quantità di prodotti e/o componenti (ad es. m² o kg) come unità di riferimento per esprimere gli impatti ambientali. Di conseguenza, se si considera il pannello di isolamento termico, i suoi impatti sul Cambiamento Climatico saranno così espressi:

- ▶ Emissioni di gas serra per 1 W/mk realizzati dal pannello, nel caso dell'unità funzionale
- ▶ Emissioni di gas serra per kg di pannello, in caso di unità dichiarata.

La decisione se utilizzare l'unità funzionale o l'unità dichiarata per indicare gli impatti ambientali di un prodotto è legata ai confini del sistema. I **confini del sistema** identificano quali stadi del ciclo di vita verranno inclusi nell'analisi e dunque rappresentati negli impatti. Lo standard EN 15804 adotta una struttura modulare per la definizione dei confini del sistema, rappresentata nella figura seguente.



Figura 8: Moduli utilizzati dall'EN15804 per la definizione dei confini del sistema²¹

21 Fonte: EN 15804

Gli studi LCA conformi allo standard EN 15804 possono essere eseguiti sia includendo tutti i moduli definiti dallo standard, ovvero coprendo l'intero ciclo di vita del prodotto o componente, sia considerando solo un set selezionato di moduli. Il modulo "D" rappresenta gli impatti e benefici (ovvero impatti mancati) ottenuti o realizzabili grazie al riuso e/o riciclo e/o recupero dell'energia del prodotto o componente o sue parti. È importante sottolineare che lo standard non esclude la possibilità di mostrare impatti aggregati (ovvero la somma dei moduli, escludendo il modulo D). Tuttavia, esso richiede che siano riportati i dettagli degli impatti per modulo.

Allocazione

Un aspetto fondamentale della metodologia LCA è l'allocazione. *Essa è definita dagli standard ISO 14040 come la procedura per la divisione dei flussi in entrata o in uscita di un processo o di un sistema di prodotti tra il sistema di prodotti in esame e uno o più altri sistemi di prodotti.* In altre parole, l'obiettivo dell'allocazione è di presentare una procedura che permetta agli impatti di un processo multifunzionale di essere correttamente distribuiti tra le diverse funzioni dei processi o sistemi esaminati. A titolo di esempio, si può considerare il processo di recupero dell'energia dagli inceneritori di rifiuti. L'incenerimento dei rifiuti è un metodo di smaltimento (prima funzione), tuttavia, il processo produce anche energia (seconda funzione). L'allocazione è la procedura, o l'approccio specifico, applicata per calcolare la quota di impatti da allocare a una funzione e quella da allocare all'altra. Lo standard EN 15804 fornisce una serie di approcci metodologici da utilizzare. Tra i diversi criteri per l'allocazione si può basare su un riferimento fisico (ad es. impatti allocati proporzionalmente alla massa di ogni prodotto/output principale da un processo multifunzionale) o su un riferimento economico (impatti allocati proporzionalmente al valore economico dell'output). La decisione d'uso dipende dal caso specifico (non tutti gli approcci sono applicabili in tutti i casi) e ha un effetto sull'impatto finale dei prodotti coinvolti. Per questo motivo, lo standard specifica l'ordine di priorità nell'approccio di selezione, in linea con l'ordine specificato dagli ISO 14044.

Per quanto riguarda il Life Cycle Impact Assessment – LCIA – esistono altri metodi che consentono di riportare gli impatti su diversi aspetti ambientali, calcolati secondo gli specifici modelli ambientali. La versione precedente dello standard **EN 15804 (2012)** richiede l'utilizzo di uno specifico metodo di LCIA, ovvero CML 2001. Gli impatti valutati secondo questa versione dello standard seguono le seguenti categorie d'impatto:

- ▶ Impoverimento delle risorse abiotiche (Fossili ADP) [MJ]
- ▶ Impoverimento delle risorse abiotiche (Elementi ADP) [kg Sb-equiv.]
- ▶ Potenziale di acidificazione (AP) [kg SO₂-equiv.]
- ▶ Potenziale di eutrofizzazione (EP) [kg Fosfato-equiv.]
- ▶ Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP 100 anni) [kg CO₂-equiv.]
- ▶ Riduzione dello strato di ozono (ODP, stato stazionario) [kg R11-equiv.]
- ▶ Potenziale di Formazione di ozono fotochimico (POCP) [kg Etene-equiv.]

Nella nuova versione dello standard, **EN 15804 (2019)**, il metodo LCIA è diverso. È l'ultimo adottato nella metodologia EF (Impronta Ambientale – Environmental Footprint) e gli aspetti minimi ambientali che devono essere inclusi nello studio includono delle categorie d'impatto aggiuntive. In aggiunta, per alcuni elementi già presi in considerazione dal vecchio standard, il modello scientifico è stato lievemente aggiornato. La lista minima è riportata di sotto:

- ▶ Cambiamento Climatico – totale (GWP totale) [kg CO₂ equiv.]
- ▶ Cambiamento Climatico – fossile (GWP fossile) [kg CO₂ equiv.]
- ▶ Cambiamento Climatico – biogenico (GWP biogenico) [kg CO₂ equiv.]
- ▶ Cambiamento Climatico – cambiamento della destinazione del suolo (GWP luc) [kg CO₂ equiv.]
- ▶ Riduzione dello strato di ozono (ODP) [kg CFC11-equiv.]
- ▶ Acidificazione terrestre e delle acque dolci – AP [Mole di H⁺ equiv.]
- ▶ Eutrofizzazione delle acque dolci – (Epft) [kg P equiv.]
- ▶ Eutrofizzazione delle acque marine – (Epmar) [kg N equiv.]

- ▶ Eutrofizzazione delle acque terrestre – (Ep ter) [kg N equiv.]
- ▶ Formazione di ozono fotochimico – salute umana – (POCP) [kg NMVOC equiv.]
- ▶ Utilizzo delle risorse, minerali e metalli – (Elementi ADP) [kg Sb equiv.]
- ▶ Utilizzo delle risorse, vettori energetici – (Fossili ADP) [MJ]
- ▶ Scarsità dell'acqua – (WS) [m3 globale equiv.]

Possono essere introdotte altre categorie d'impatto, che tuttavia sono considerate opzionali.

Qualità dei dati

In linea con gli standard ISO per l'LCA, è necessario documentare la qualità dei dati. La qualità dei dati utilizzata per la valutazione da un lato influenza significativamente i risultati, dall'altro favorisce la comprensione e l'interpretazione delle informazioni per i risultati della valutazione. Due tipologie di dati sono principalmente utilizzate negli studi LCA:

- Dati generici (anche chiamati dati secondari). I dati generici non sono disponibili o accessibili direttamente dal produttore. Questi possono essere tipicamente estratti da database, letteratura o altre fonti selezionate.
- Dati specifici (anche chiamati dati primari). I dati specifici sono quelli raccolti nelle fabbriche dove sono realizzati i prodotti (ad esempio, il consumo di elettricità dello stabilimento di produzione).

Lo standard EN 15804 si riferisce essenzialmente agli ISO, secondo cui la descrizione della qualità dei dati dovrebbe affrontare:

- Rappresentatività (temporale, geografica, tecnologica)
- Precisione
- Completezza
- Consistenza
- Riproducibilità
- Fonte dei dati
- Incertezza

Ulteriori specifiche potrebbero indicare ad esempio che i dati utilizzati non possono essere più vecchi di dieci anni nel caso di dati generici o cinque anni nel caso di dati specifici.

Edifici

Quando si tratta dell'intero edificio, si possono utilizzare due strumenti principali per valutare gli aspetti ambientali dell'edificio. Il primo, è lo standard per l'impronta ambientale dell'edificio, cioè **EN 15978**²², ovvero lo standard che quantifica la performance degli edifici nel pilastro ambientale dei tre principali pilastri (ambientale, sociale ed economico) identificati dall'ISO 15643²³ e che essenzialmente estende a livello degli edifici la metodologia e le regole di reporting stabilite al livello del prodotto dall'EN 15804.

Il secondo tipo di strumento è un sistema di rating, che indirizza le qualità ambientali degli edifici attraverso l'uso di criteri qualitativi e requisiti (vedi Capitolo 2.3b), inclusi, ad esempio, l'utilizzo di materiali da costruzione con dichiarazioni EPD.

Lo standard EN 15978 si basa su EN 15804 che resta il riferimento metodologico principale. L'EN 15978 è inteso per la quantificazione della performance ambientale degli edifici, nel caso sia di ristrutturazione che di nuova costruzione, con i seguenti obiettivi principali:

- ▶ a supporto del processo decisionale, ad esempio per un confronto tra diverse opzioni di progettazione o scenari e la definizione delle strategie di miglioramento,
- ▶ per aiutare nella preparazione della dichiarazione delle performance ambientali per requisiti specifici,
- ▶ per documentare la performance ambientale degli edifici, al fine di etichette, dichiarazioni e commercializzazione,
- ▶ a supporto delle politiche ambientali nel settore delle costruzioni.

Tuttavia, nello standard EN 15978, aspetti metodologici chiave sono parzialmente adattati alle caratteristiche dell'intero edificio. Due aspetti da sottolineare riguardano l'unità funzionale e i confini del sistema.

22 EN 15978 (2012): Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method

23 EN 15643 (2011): Sustainability of construction works - Assessment of buildings

EN 15978: unità funzionale e confini del sistema

Il concetto di unità funzionale è sostituito dall' "equivalente funzionale" ovvero il set quantificato di requisiti funzionali o tecnici di un edificio (o parte di esso) da utilizzare come riferimento per il confronto. Nella definizione di equivalente funzionale, è necessario almeno considerare l'utilizzo inteso dell'edificio (ad es. scuola, uffici, etc.), i requisiti tecnici e funzionali definiti ad esempio dalla legislativa e dal cliente, il modello d'uso e la vita del servizio.

L'individuazione dei confini del sistema segue principalmente la struttura modulare definita nello standard EN 15804. Di conseguenza, tutti gli impatti devono essere riportati nei moduli cui sono generati. Ad esempio, se durante la vita del servizio dell'edificio si rompe e si ripara una finestra, gli impatti associati all'attività di riparazione vanno riportati nel relativo modulo (Modulo B3 "Riparazioni"), e vanno inclusi la produzione dei materiali necessari e lo smaltimento dei rifiuti generati da questa attività. In aggiunta, lo standard specifica che per una nuova costruzione va considerato l'intero edificio nell'intera vita del servizio, mentre per gli interventi di modernizzazione o ristrutturazione, vanno considerati solo i materiali aggiuntivi e/o i relativi lavori nella rimanente vita del servizio.

Mentre lo standard EN 15804 è stato aggiornato e la sua ultima versione è stata pubblicata nel 2019, questo non vale per lo standard EN 15978, del quale esiste un'unica versione.

La performance di sostenibilità degli edifici è anche valutata secondo gli standard **ISO 15643-2**; 15643-3 and 15643-4²⁴. Questi standard aiutano a valutare da una prospettiva ambientale, economica e sociale.

La certificazione energetica degli edifici può essere condotta secondo gli standard **ISO 52000**²⁵.

24 EN 15643 (2011): Sustainability of construction works. Assessment of buildings.

25 ISO 52000 (2017): Energy performance of buildings. Overarching EPB assessment.

a. Dichiarazione ambientale di prodotto (EPD) per il settore delle costruzioni

Le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) sono le cosiddette **Tipo 3. Etichette e dichiarazioni ambientali**, regolamentate dagli **ISO 14025**²⁶, che stabiliscono le regole generali per lo sviluppo e la gestione degli studi EPD. In parole povere, gli EPD sono dichiarazioni che devono essere verificate da un'organizzazione terza e registrati con un programma EPD specifico che stabilisce le sue regole (aggiuntive) per lo sviluppo di un EPD, per la sua validità e il suo formato di comunicazione (Regole di categorie di prodotto/sotto prodotto – PCR/Sub-PCR) e che sono incaricati di rendere l'EPD accessibile dal loro sito. L'EPD non va confuso con la Dichiarazione della Performance (DoP) che indirizza la performance tecnica di interesse per una specifica categoria di prodotto ed è una dichiarazione obbligatoria richiesta dal Regolamento sui Materiali da Costruzioni, mentre l'EPD è una dichiarazione volontaria che indirizza i potenziali impatti ambientali che sorgono dai processi di produzione e dall'uso di un prodotto.

Esistono diversi programmi di EPD che seguono l'ISO 14025 e coprono uno o più settori economici. Con riferimento al settore delle costruzioni, i programmi di EPD esistenti al livello Europeo sono ad esempio il Sistema Internazionale di EPD in Svezia, l'IBU in Germania, l'Inies in Francia e EPDIItaly in Italia. L'EN 15804 rappresenta sempre la base delle regole delle categorie di prodotto/sotto-prodotto (PCRs/sub-PCRs) definite dai programmi sopramenzionati e dunque agli EPD rilasciati all'interno di questi programmi.

26 ISO 14025 (2010): Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures

I programmi di EPD menzionati sono tutti stati sviluppati all'interno di framework di iniziative nazionali. Alcuni hanno un numero molto alto di EPD registrati, ad esempio il Sistema Internazionale di EPD che copre diversi altri settori oltre quello delle costruzioni ed è stato il primo programma di EPD, o come IBU, centrato unicamente sul settore delle costruzioni e supportato dalle associazioni industriali. Sebbene i programmi EPD possano aggiungere requisiti per lo sviluppo e raggiungimento dell'EPD rispetto a quelli già definiti dallo EN 15804, quest'ultimo rimane una base comune, per queste ragioni:

- ▶ Diversi operatori del programma hanno deciso di attuare un sistema di riconoscimento reciproco (interoperativi), che permette all'EPD di essere rilasciato con un programma ed essere ulteriormente promosso all'interno di un altro, comportando una maggiore visibilità per i prodotti e il produttore.
- ▶ La creazione di una piattaforma, chiamata **Eco-platform**, con lo scopo di promuovere l'armonizzazione degli EPD conformi allo EN 15804 e rilasciati all'interno di diversi programmi. Quando le aziende sviluppano l'EPD dei loro prodotti secondo l'EN 15804, possono decidere di registrare l'EPD e promuoverlo sulla piattaforma per avere una maggiore visibilità.

Bisogna sottolineare che gli EPD conformi allo EN 15804 possono essenzialmente essere utilizzati nello stesso modo e con gli stessi obiettivi, non considerando gli specifici programmi EPC all'interno del cui è stato rilasciato²⁷. I **contenuti di base di un EPD** includono:

- ▶ Nome e indirizzo del produttore, e della fabbrica di produzione
- ▶ Descrizione dei prodotti, una semplice rappresentazione visiva (come una foto), e la descrizione dei principali componenti e materiali del prodotto
- ▶ Dichiarazioni riguardo i contenuti, incluse almeno le sostanze indicate nell'elenco delle sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione
- ▶ Riferimento al programma di EPD utilizzato

²⁷ Va sottolineato che i regolamenti nazionali, con l'obiettivo di applicazioni specifiche, possono richiedere ufficialmente che gli EPD siano registrati all'interno di un programma nazionale, se questo esiste. Di conseguenza, si suggerisce di controllare sempre i regolamenti nazionali a supporto della selezione dell'operatore del programma EPD.

- ▶ Dati della pubblicazione e periodo di validità
- ▶ Informazioni riguardo agli stadi del ciclo di vita non inclusi, se ve ne sono
- ▶ Uso inteso del prodotto e unità funzionale o dichiarata a cui si riferiscono i dati sugli impatti ambientali
- ▶ Indicatori degli impatti ambientali, riportati per modulo, anche se gli impatti dei moduli da A1 a A3 possono essere presentati in forma aggregata
- ▶ Indicatori dell'inventario del ciclo vita, che forniscono ulteriori informazioni sull'utilizzo delle risorse (ad es. uso di materiali secondari), flussi in uscita (ad es. quantità di materiali avviati a riuso o riciclo) e sui rifiuti (ad es. quantità di rifiuti pericolosi prodotti).

Come menzionato nel capitolo precedente, gli EPD e/o le informazioni incluse negli EPD sono sempre più utilizzate nel contesto dei sistemi di rating o nel contesto degli appalti pubblici verdi. Ad esempio, lo schema LEED per “La progettazione e la costruzione degli edifici”, nella sezione “Materiali e Risorse – Divulgazione e ottimizzazione dei prodotti da costruzione”, dà crediti per l'utilizzo di materiali secondari (ovvero con contenuto riciclato). Lì, l'EPD è considerato come uno dei modi per dimostrare il contenuto di materiali riciclati.

b. Sistemi di rating edilizio

I sistemi di rating edilizio sono strumenti sviluppati per valutare l'edificio per la sua sostenibilità ambientale. La valutazione è basata su un metodo multicriterio. I criteri considerati in questa metodologia possono rivolgersi a diversi aspetti della sostenibilità, che abbiano impatti sia sull'ambiente, come il consumo di energia o l'utilizzo di risorse materiali, sia sugli utilizzatori, come la qualità dell'aria interna e il comfort termico. Al momento, esistono numerosi schemi di rating. Alcuni sono:

- ▶ LEED, sviluppato dal U.S. Green Building Council
- ▶ BREEAM, sviluppato dall'U.K. Building research establishment
- ▶ DGNB, lo schema tedesco promosso da Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

- ▶ ITACA, lo schema italiano promosso dall'Istituto per la trasparenza, l'aggiornamento e la certificazione degli appalti
- ▶ Level(s), lo schema sviluppato dalla Commissione Europea

I criteri possono essere organizzati in sezioni principali, ad es. Gestione, Materiali, Salute e Benessere, Energia etc. I **Crediti** si possono guadagnare per ogni criterio, sulla base di requisiti qualitativi o di valutazioni quantitative delle performance, e contribuiscono alla valutazione finale dell'edificio e dunque la sua classificazione. Possono essere utilizzate diverse scale per la classificazione, ad es. sulla base del colore, (argento, oro), o sistema di qualità (buono, molto buono).

Tutti gli schemi menzionati sono riconosciuti in misura diversa al momento di considerare i materiali inclusi negli edifici per valutarne la sostenibilità ambientale e/o i suoi potenziali impatti in termini di utilizzo delle risorse. Molti degli schemi valutano tramite un sistema di crediti se parte dei prodotti utilizzati nell'edificio sono coperti da EPD e/o includono materiali riciclati.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

3

**Possibilità di miglioramento
della sostenibilità in diverse
fasi della vita di un edificio**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3

Possibilità di miglioramento della sostenibilità in diverse fasi della vita di un edificio

L'aumento della domanda di edifici “verdi” presenta sfide e opportunità in termini di materie prime. L'obiettivo è quello di incoraggiare l'uso di materiali con un minor impatto ambientale durante il loro ciclo di vita, e di riconoscere e incoraggiare l'uso di materiali prodotti in maniera responsabile, sia in fase di inizio che di finitura della costruzione.

La scelta di materiali più sostenibili può significare, da un lato, la scelta di materiali di provenienza locale che contengono meno componenti tossici o sono riciclati su scala maggiore, in tal modo riducendo l'impatto ambientale. Inoltre, il ciclo di vita, il riuso e il riciclo riducono tutti gli impatti sul ciclo di vita complessivo, poiché meno materiali entrano nei processi di produzione e di trattamento dei rifiuti.

L'industria che utilizza prodotti da costruzione rinnovabili è in crescita. Nel giusto contesto, questi materiali possono portare a edifici con livelli più elevati di performance ambientali - come una fase d'uso più efficiente (consumo energetico, proprietà termiche, manutenzione più facile) e una migliore gestione del fine vita (riciclo, recupero o smaltimento).

3.1 Progettazione

Non è scontato avere la possibilità di scegliere il luogo di costruzione di un edificio, e anche in tale scenario la scelta non è un compito facile. Un aspetto fortemente ignorato è la questione dei vicini, sebbene non si tratti di un aspetto direttamente geografico, urbano, tecnico o architettonico, né legato alla sostenibilità. Tuttavia, questo è il fattore che avrà l'impatto maggiore sulla vita dei residenti nei decenni a venire. Non si tratta semplicemente del fatto che i vicini posseggano un alle-

vamento di maiali, un bruciatore di cavi o una discoteca, cose del genere che nel breve periodo potrebbero rovinare la gioia di una nuova casa. Infatti, bisogna anche considerare la cultura, la moderazione e la capacità di cooperazione di coloro che vivono nel quartiere dato che ciò può rendere la vita piacevole per la comunità, mentre la loro rumorosità, incuria e conflitto di interessi possono rendere il quartiere invivibile.

Queste sono tutte considerazioni di tipo sociale, tuttavia la posizione e l'orientamento del terreno edificabile sono entrambi fattori chiavi di questo manuale, dato che hanno un impatto sul consumo di energia e sull'impatto ambientale. Gli aspetti più importanti del terreno sono l'illuminazione naturale e quindi l'apporto termico, e le condizioni del vento.

Gli spostamenti dell'aria, infatti, sono influenzati dalla topografia, dalla vegetazione e dagli edifici. Negli insediamenti ad alta densità sono importanti le distanze tra gli edifici e l'altezza delle case che li circondano, dato che hanno un effetto sull'illuminazione delle facciate e l'illuminazione naturale delle stanze dell'edificio.



Non è da trascurare neanche il fatto che il terreno sia su un tratto pianeggiante, o su una collina rivolta a est, a ovest oppure a nord settentrionale, dato che avrà un ruolo importante sulla posizione, sull'orientamento e dunque sulla progettazione architettonica così come sui dettagli strutturali dell'edificio. In Ungheria, il tipo di terreno più favorevole in termini di risparmio energetico è quello inclinato e diretto a sud. Naturalmente, è possibile anche costruire una casa su terreni con pendenze orientate in altre direzioni, sebbene sia necessario accertarsi che essa riceva abbastanza luce del sole almeno in parte dell'anno. In questi casi entrano in gioco i trucchi del mestiere degli architetti, che trovano soluzioni per consentire a un quantitativo sufficiente di luce solare anche in terreni con condizioni sfavorevoli.

Una volta stabiliti il luogo di costruzione, il quadro normativo e i limiti finanziari, dopo aver sviluppato la pianificazione e programmazione, si può iniziare con il lavoro di progettazione. Sulla base del programma di progettazione, diventano evidenti la visione architettonica e quella energetica, insieme alle soluzioni tecnologiche per la struttura e per l'edificio. La pianificazione procede nella giusta direzione quando i diversi progettisti lavorano a stretto contatto. Le soluzioni dettagliate connesse ai singoli impatti ambientali degli elementi vengono sviluppate in questa fase. Durante questa fase vengono selezionati anche i materiali, le strutture, le attrezzature e i sistemi rilevanti per l'argomento di questo materiale, che verranno discussi con maggior dettaglio in seguito. I materiali utilizzati influenzano le modalità di costruzione, la forma degli edifici, il suo aspetto architettonico, la struttura ed i costi, e hanno un impatto significativo.

Quando si scelgono i materiali bisogna anche considerare gli aspetti di sostenibilità ecologica, come l'utilizzo ottimale delle risorse, la vita utile, l'utilizzo di materiali a contenuto riciclato ove possibile e l'evitare materiali che non si degradano facilmente.

Quando si progetta un edificio, si dà forma ad una casa e si disegnano gli spazi, le decisioni di base sulla progettazione riguardo le dimensioni, forma, orientamento e relazioni tra gli spazi vanno a determinare gli impatti ambientali dell'edificio e le relazioni tra l'utilizzatore dell'edificio e il relativo ambiente. Un approccio ambientale durante la progettazione degli spazi implica un'applicazione attenta e consapevole di spazi ben dimensionati che siano a stretto contatto con l'ambiente natura, la luce del giorno, le correnti d'aria e il calore del sole.

Diamo uno sguardo a due esempi che differiscono nello spazio e nel tempo, ma sono essenzialmente correlati. Gli antichi greci costruivano le loro abitazioni preferibilmente sul lato nord del lotto con spesse mura settentrionali senza aperture. Una struttura di copertura sporgente, sorretta da colonne sul lato sud, impediva al sole estivo di entrare negli interni e riscaldarli. Tuttavia, dato che il sole brillava a un'angolazione inferiore in inverno, la luce e il calore riuscivano a penetrare nell'edificio.

Nell'architettura ungherese, l'elemento architettonico di base è la fattoria. Per la fattoria vengono prese in considerazione sia la direzione dominante del vento che gli effetti positivi e negativi della luce solare.

Queste case erano preferibilmente costruite sul lato peggiore, solitamente a nord del sito. L'elemento architettonico comune e caratteristico delle fattorie ungheresi è il portico, realizzato sul lato più favorevole dell'edificio, aperto lateralmente, protetto da pioggia e vento, e che, tra le altre funzioni, svolgeva un ruolo significativo nella protezione termica dell'edificio, simile alle antiche case greche. Che fosse consapevolezza dei consumi energetici o istinto per il risparmio energetico non ha importanza. Il portico delle fattorie continua ad esistere negli spazi interni aperti, utilizzati anche nell'architettura odierna per la loro utilità estetica, funzionale ed energetica.

Vari punti legano la progettazione della casa alla protezione dell'ambiente e al consumo energetico. Uno di questi punti è il rapporto superficie/volume, che porterebbe il progettista a formare masse compatte, ma una serie di altre considerazioni, come l'usabilità, l'aspetto architettonico o la possibilità di utilizzare l'energia solare, tutte spingono contro la diffusione di massa degli igloo.

Durante la progettazione della casa si devono prendere continuamente decisioni, per dare forma all'edificio ed integrarlo nell'ambiente. Sono quindi necessarie capacità di conciliare aspetti e interessi diversi e di risoluzione dei conflitti. La progettazione di case a falda bassa o con tetti piani è diventata di moda e ha conquistato anche i nostri insediamenti rurali. Ci possono essere molte ragioni per una decisione del genere dal punto di vista del costruttore o del progettista, e dunque vale la pena ricordare che il posizionamento di elementi di raccolta dell'energia su tetti alti è molto più semplice ed esteticamente più piacevole rispetto ai tetti piani.

Infine, alcune riflessioni sulla realizzazione della costruzione. Il costruttore ha poca influenza sul processo di costruzione e sulla sua organizzazione, ma anche l'ambiente può e deve essere considerato in questa fase. Ciò parte dal fatto che la distanza con i luoghi di acquisto deve essere presa in considerazione nella scelta dei materiali da costruzione, poiché il loro trasporto ha un impatto elevato sull'ambiente. La maggior parte dei materiali finiti non proviene direttamente dal produttore, ma da un magazzino o da un fornitore, quindi possono verificarsi differenze significative. Tuttavia, questo porta ad un trade-off tra l'uso di materiali e strutture prefabbricati e industrializzati con l'uso di materiali da costruzione locali e vicini alla natura. È un compito difficile trovare il punto di equilibrio.

L'ambiente deve essere tenuto in considerazione anche nell'organizzazione all'interno del sito di costruzione, quindi nell'ubicazione delle aree di lavoro e di stoccaggio degli appaltatori, nonché nell'organizzazione dei processi lavorativi. Uno dei principali modi per salvaguardare l'ambiente in questa fase è di preservare la vegetazione esistente.

3.2 Fase d'uso

Le abitazioni delle persone comuni, i loro appartamenti, gli edifici, tutti entrano costantemente in contatto con temi di consapevolezza ambientale, consapevolezza energetica e ciclo di vita. Quando si usa un edificio, tanti piccoli gesti possono ottenere molto in termini di sostenibilità. Questi sono atti così piccoli che

potremmo non pensare nemmeno alle loro conseguenze.

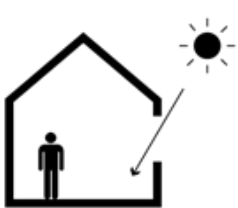
Ad esempio, quando ci si trova all'aperto, si cammina per strada e si vede qualcuno che lancia un mozzicone di sigaretta a terra. In



un primo momento, ci si potrebbe indignare per il carattere della persona che abbiamo incontrato, la sua scortesia e disattenzione. I rifiuti gettati in questo modo sono brutti e possono essere persino dannosi per la nostra salute. Poi, nel caso in cui scartiamo l'idea di rimproverare chi ha scartato la sigaretta e dunque che la raccolga per metterla nel cestino giusto, possono verificarsi due scenari. Una possibilità è che dopo un po' di tempo passi uno spazzino e raccolga la spazzatura. In questo caso coloro che hanno gettato la spazzatura in strada fanno sì che lo spazzino abbia del lavoro. Tuttavia, queste sono ore di lavoro che potrebbero essere utilizzate per qualcosa di più utile. L'altra possibilità è che lo spazzino non passi e che dopo un po' il mozzicone di sigaretta venga trascinato dalla pioggia nelle fogne. Dato che le fogne non sono fatte per accogliere i rifiuti, questi vanno ad appesantire inutilmente il sistema. Inoltre, il rifiuto comporta l'ingresso di una sostanza tossica nel sistema che inizialmente può sembrare insignificante, ma può creare problemi se in numero maggiore. Può anche capitare che nei rifiuti vi siano materiali riciclabili e che in questo modo non vengono riciclati.

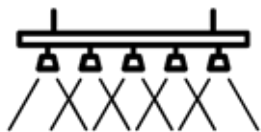
Questo esempio mostrava quanto le nostre azioni, sebbene piccole, abbiano un impatto. Esamineremo brevemente le diverse opzioni che per ridurre gli impatti nella fase d'uso. Altri capitoli del libro le esamineranno in maggior dettaglio.

Sfruttare la luce naturale ²⁸



Non è necessario dimostrare quanta energia richieda l'illuminazione. Le sorgenti luminose si consumano, si guastano, aumentando il numero di dispositivi da riacquistare e anche la quantità di rifiuti. È facile risparmiare sull'illuminazione, bisogna sfruttare le possibilità offerte dalla luce naturale: in molti casi l'illuminazione necessaria può essere fornita dalle finestre. La luce naturale può essere sfruttata al meglio posizionando correttamente i mobili, ad esempio mettendo la poltrona da lettura e la scrivania di fianco alle finestre. Anche il bagno e i servizi igienici dell'appartamento possono avere una finestra. Se opportunamente progettato, non è necessario accendere la luce nei corridoi durante il giorno in presenza di finestre, porte vetrate e possibilmente lucernari. Basta un po' di attenzione, per risparmiare energia elettrica evitando l'uso non necessario dell'illuminazione artificiale. Vale anche la pena considerare che è stato scientificamente dimostrato che la luce del sole ha un buon effetto sullo stato d'animo.

Accendere la luce, ma solo dove necessario²⁹



È possibile ottenere risparmi significativi con sorgenti luminose ben scelte e un'illuminazione ben progettata. Questo mira anche a ridurre l'acquisto di dispositivi e a ridurre la quantità di rifiuti. Con l'illuminazione controllata e più unità di illuminazione dirette alla specifica area di lavoro, si può ottenere un'illuminazione adeguata e un lavoro più efficiente con un notevole risparmio energetico. Le dotazioni delle stanze devono essere progettate con cura considerando anche le esigenze di illuminazione.

È inutile utilizzare una lampadina da “duecento watt” quando la luce proviene dalle nostre spalle. Essa non illuminerebbe nulla in più, e comporterebbe solo acquisti inutili, energia sprecata e rifiuti. Quando si progetta l'edificio, l'appartamento, l'illuminazione generale deve essere pianificata nelle varie stanze, senza influenzare in anticipo l'uso della luce. L'illuminazione generale può essere utilizzata per soddisfare le normali esigenze. La progettazione della rete elettrica deve consentire di accogliere fonti luminose mobili che soddisfino diverse esigenze. Le parti delle stanze adibite al lavoro e allo studio, così come i tavoli, devono essere illuminate con luce diurna diretta della giusta intensità.

Scelta delle giuste unità di illuminazione³⁰



In commercio sono disponibili sorgenti luminose moderne a risparmio energetico, come le lampade a LED. Questo argomento viene approfondito nel Capitolo 6.2.

Sfruttare le ombre naturali³¹



Il problema più grosso dei nostri edifici è tenere fuori le radiazioni solari. Il raffreddamento di edifici surriscaldati richiede molta energia, dunque è necessario tenere la quota di raffreddamento meccanico al livello più basso possibile. Il primo passo è di orientare correttamente l'edificio.

29 Autore dell'immagine: Nuttapon Pohnprompratahn, TH from Noun Project

30 Autore dell'immagine: icon 54 from the Noun Project

31 Autore dell'immagine: H Alberto Gongora from the Noun Project

Senza dubbio vi è una contraddizione tra (i) la necessità di ombre e di tenere fuori il caldo e la luce, e (ii) la necessità di illuminazione tramite luce naturale e i requisiti di energia da radiazioni solari in inverno. Certamente è un problema che varia in base alla posizione geografica. Questa contraddizione può essere risolta da un progettista competente. Oltre all'orientamento infatti, sono necessari gli strumenti e le strutture che impediscano alla luce del sole in eccesso di entrare nell'edificio e surriscaldare le stanze. La vegetazione può essere usata in maniera elegante per creare delle ombre. In passato era comune l'utilizzo di alberi caducifoglie, con grandi foglie in estate che creerebbero ombra, e la perdita delle foglie in inverno permetterebbe al sole di entrare. Il progetto di un edificio, i cornicioni, le logge e i porticati sono strutture adeguate a tenere via le radiazioni solari. Ci sono anche molte strutture che possono creare ombre fatte da materiali naturali. Se possibile, bisogna evitare l'utilizzo di strutture motorizzate per creare l'ombra. Descrizioni più nel dettaglio su soluzioni che creino ombre sono nel Capitolo 5.2.

Avvantaggiarsi della ventilazione naturale³²



È semplice risparmiare sulla ventilazione: bisogna avvantaggiarsi delle opportunità naturali. In un ambiente dove l'aria è sana, e dove gli utilizzatori e i residenti dell'edificio non hanno particolari necessità di protezione da rischi di salute, per avere ventilazione basta lasciare entrare abbastanza aria fresca dall'esterno. Ci sono però punti di vista contrastanti sulla ventilazione: molti prioritizzano la ventilazione meccanica. I sistemi di ventilazione con un sistema adeguato di recupero del calore risparmiano energia utilizzando il calore dello scarico dell'aria. In aggiunta, essi forniscono uno scambio d'aria costante e continuo. Si possono utilizzare filtri nel sistema di ventilazione che tengano fuori diverse particelle, come il polline, che potrebbero causare reazioni allergiche.

In casi in cui non vi siano rischi di allergie, o essi siano limitati a brevi periodi di tempo e l'edificio sia situato in una regione il cui clima non richiede riscaldamento per un lungo periodo dell'anno, si consiglia un sistema di ventilazione naturale. Una descrizione dettagliata dei sistemi di ventilazione integrati è nel Capitolo 6.1.b.

³² Autore dell'immagine: Tomas Knopp from the Noun Project

Evitare gli sprechi d'acqua³³



L'acqua è una risorsa strategica del futuro, e attualmente non è distribuita equamente tra diverse regioni geografiche. È dunque estremamente importante evitarne gli sprechi. Chiaramente questo non deve essere a scapito dell'igiene e della salute. I risparmi d'acqua si possono ottenere tramite diverse soluzioni. Si può risparmiare un grande quantitativo d'acqua semplicemente prestando attenzione durante una doccia, mentre si pulisce la casa o si lavano i patti, o mentre si annaffiano le piante. Da un lato, ci possono essere strumenti selezionati e rubinetti che evitano gli sprechi d'acqua. Tuttavia, nel caso di utilizzo improprio, anche gli strumenti più professionali e le strutture meglio pianificate non riescono ad evitare gli sprechi: è necessaria l'attenzione personale. Lavatrici e lavastoviglie consumano molta acqua: al momento dell'acquisto è necessario guardare ai loro consumi d'acqua.

Anche quando si progetta un edificio bisogna pensare a come evitare gli sprechi d'acqua. Per utilizzare acque grigie nello scarico dei bagni bisogna utilizzare delle tubature apposite, e costruire questo tipo di rete idrica può aumentare i costi dell'investimento, ma allo stesso tempo può portare significativi risparmi d'acqua. Se possibile, l'acqua potabile non dovrebbe essere usata per annaffiare le piante. Il modo più semplice di riutilizzare l'acqua è di raccogliere acqua piovana, sia tramite delle taniche ma anche in edifici con più appartamenti, cui si può costruire una soluzione apposta per annaffiare le piante.

Produzione autonoma di piante e verdure³⁴



Ad una prima occhiata, questo argomento non sembra legato agli edifici. Tuttavia, vi sono comunque correlazioni minori: quando siamo noi stessi a far crescere le piante scegliamo cosa è strettamente necessario e solamente quanto ne consumeremo. Prestiamo molta più attenzione alle nostre piante, e richiederanno meno sostanze chimiche.

33 Autore dell'immagine: Luis Prado from the Noun Project

34 Autore dell'immagine: Icongeek26 from the Noun Project

Le verdure coltivate in proprio non hanno bisogno di essere trasportate, in particolare se da altri paesi, e dunque comportano una riduzione dell'inquinamento causato da trasporti e veicoli. È possibile coltivare le piante in grande quantità nelle case con giardino, ma piante consumabili possono essere coltivate anche su terrazze, balconi sul davanzale della finestra di un appartamento.

Possiamo adattare la coltivazione delle nostre piante ai nostri bisogni e possiamo cercare di utilizzare e mangiare piante stagionali, che richiedano meno spazio nella dispensa o nel frigo. Il quantitativo di verdure coltivate a casa può essere pianificato in modo da ridurre gli sprechi.

Compostaggio³⁵



Il compostaggio ha diversi benefici: non c'è bisogno di trasportare i rifiuti né di consegnare nutrienti. Esso può dunque ridurre l'inquinamento causato dai veicoli e dai prodotti chimici. Il compost organico può essere riciclato nel terreno delle nostre piante, fornendovi nutrienti. È importante essere informati riguardo alle diverse soluzioni, per trovare quelle più appropriate. Sistemi di compostaggio professionali, o che riescano a gestire larghe quantità di compost sono possibili principalmente nelle case giardino, ma si può avere un piccolo impianto di compost anche in appartamenti residenziali. Con la giusta cura, si riescono ad evitare odori sgradevoli e disponendone correttamente non si disturberanno gli altri occupanti. La soluzione migliore sarebbe se i residenti progettassero e operassero il compostaggio in collaborazione.

Raccolta differenziata³⁶



Se si gestisce un problema dall'inizio del processo, può essere risolto più semplicemente e con meno lavoro. Il trattamento dei rifiuti deve iniziare nel luogo e nel momento in cui essi sono creati: un raccoglitore e un contenitore progettati a posta per la raccolta differenziata eviteranno la necessità di un'ulteriore selezione. Le possibilità e le regole sono diverse da paese a paese e addirittura differiscono tra le diverse municipalità, è quindi necessario informarsi sui metodi corretti al livello locale.

35 Autore dell'immagine: Bakunetsu Kaito from the Noun Project

36 Autore dell'immagine: mynamepong from the Noun Project

È importante dunque avere contenitori separati per avviare la raccolta differenziata, e la separazione dei rifiuti verrà da se. La raccolta differenziata consente un risparmio di carburanti e di lavoro che non dovrebbe essere necessario, oltre a consentire il riutilizzo di materiali.

Riutilizzo dei materiali³⁷



Vi sono molte opportunità di riutilizzo di materiali usati o in eccesso. Per molti di essi vi sono già pratiche ottimizzate che possono essere replicate, oppure si possono sviluppare nuove soluzioni sulla base delle abitudini delle diverse abitazioni e che si usino regolarmente.

È buona prassi riutilizzare le bottiglie di plastica come contenitori invece che gettarle. Ci sono molte possibilità di riutilizzo anche per la carta, ma molto spesso la carta è raccolta e trasportata separatamente. Parti dei rifiuti organici che possono essere compostati possono produrre nutrienti utili, se sono separati correttamente.

L'importanza del riciclo è ben nota: permette di generare meno rifiuti, meno inquinamento dai veicoli, meno consumo di materie prima se si utilizzano materiali riciclati.

Smart homes (domotica) e sistemi di controllo

Le soluzioni smart per la casa, ovvero la domotica, sono sempre più diffuse. Utilizzandole, si può meglio pianificare l'utilizzo della casa o dell'appartamento e quindi del consumo energetico. I termostati che possono essere pre-programmati vengono utilizzati da molto tempo ormai, e grazie a loro il riscaldamento può essere impostato in anticipo secondo le necessità. C'è bisogno di soluzioni smart per la casa e sistemi di controllo, non solo per la temperatura, ma anche per la luce, l'ombra e, se necessario, la pianificazione dell'utilizzo degli elettrodomestici. Programmando in anticipo si può risparmiare tempo ed energia: con l'aiuto di un sistema smart home la casa può essere controllata da remoto, creando l'opportunità di fare i cambiamenti necessari.

Più informazioni sulle smart homes nel Capitolo 6.4.

³⁷ Autore dell'immagine: Chanut is Industries from the Noun Project

3.3 Ristrutturazioni e manutenzione

Pianificare la manutenzione dell'edificio³⁸



Pianificando in anticipo la manutenzione dell'edificio si possono ridurre i danni causati dai malfunzionamenti. Bisogna agire principalmente durante le fasi di progettazione e costruzione: una buona base è la planimetria, fatta in modo che le funzioni, la luce e l'energia siano progettati secondo i moderni sistemi di ingegneria. Nella fase di progettazione è necessario che il progettista selezioni i materiali da costruzione di qualità adeguata e di determinarne la performance tecnica attesa. Utilizzando materiali da costruzione di qualità, che siano adatti alla funzione, ci si assicura che l'edificio non richieda manutenzione per periodi di tempo più lunghi.



38 Autore dell'immagine: Lihum Studio from the Noun Project

È necessario che ci sia un manuale per la gestione dell'edificio, che includa la pianificazione della manutenzione, definendo quando si ispezionano i diversi prodotti e la struttura. Questi dettagli possono essere specificati dal progettista o dal fornitore dei materiali da costruzione. Il primo elemento della manutenzione pianificata sono le ispezioni di routine: ad esempio, se il fornitore dei materiali specifica nei manuali delle finestre e delle porte come e quanto spesso esse debbano essere ispezionate, oppure se ad esempio i fornitori degli strumenti meccanici danno informazioni su quanto spesso essi richiedano la manutenzione.

Vi sono anche diverse aree, non legate ai prodotti da costruzioni, la cui manutenzione può prevenire danni all'edificio. I principali problemi sono infatti causati dalle infiltrazioni d'acqua: la pulizia della grondaia e delle fogne, misure per evitarne l'intasamento e manutenzione ordinaria possono prevenirle. Controllando periodicamente i consumi d'acqua, si possono anche notare rotture delle tubature che non sono ancora visibili, prevenendo danni alle strutture e sprechi d'acqua.

Un altro elemento importante della manutenzione programmata è la correzione di quei problemi che si presentano durante un'ispezione, o che sono inaspettati. Sostituendo delle mattonelle mancanti si può prevenire l'infiltrazione o allagamento delle superfici. Normalmente, i residenti non prestano attenzione all'isolamento del tetto: è necessaria un'ispezione anche per quello. Trovare una rottura in tempo può prevenire altri danni più seri, come l'allagamento, la bagnatura dei pannelli di isolamento termico e quindi una riduzione della loro capacità di isolamento termico, e meno frequentemente possono causare anche danni alla struttura portante.

I danni al rivestimento delle facciate o di una piccola porzione del suo intonaco possono essere riparati facilmente. Tuttavia, non riparare danni alla facciata può causare ulteriori danni al rivestimento o all'intonaco. Questi danni non sono un problema esclusivamente estetico, ma possono portare l'acqua nella struttura dell'edificio e creare danni su un'area più estesa e più importante.

Si raccomanda di documentare per iscritto la manutenzione ordinaria programmata, con le date delle ispezioni in tabelle e i relativi risultati, le misure adottate e le riparazioni fatte. Quando si vende un appartamento o un edificio, questo documento può aiutare nella vendita, aiutando il compratore.

3.4 Demolizioni



Le demolizioni non fanno parte dei compiti dell'utilizzatore o del residente dell'edificio, spetta invece ai professionisti. Quando ci si trova nella fase di demolizione, non saranno presenti né i residenti né i proprietari.

Le attività di demolizione vanno programmate con anticipo, tenendo in considerazione le leggi locali

di salute e sicurezza. Le leggi infatti potrebbero richiedere permessi, notifiche o riconoscimenti, ma è anche possibile che non vi sia nessun obbligo di comunicazioni per dei luoghi particolari. Importante notare anche che gli edifici protetti del patrimonio edile non possono essere demoliti senza stretti controlli e permessi, questo vale anche per la demolizione degli edifici adiacenti. È responsabilità dei professionisti delle demolizioni assicurarsi che il lavoro vada avanti come pianificato, in un modo sicuro e professionale. I diversi regolamenti indicano regole molto severe sui materiali e sui dispositivi di protezione da utilizzare quando si demoliscono e si spostano materiali pericolosi. Queste regole si applicano anche quando vi sono carenze causate dalla chiusura delle strutture, la sicurezza dei vicini e sicurezza e professionalità dei lavoratori.

Durante la demolizione si generano molti rifiuti e macerie, che devono essere costantemente monitorare e tenute in conto, in modo da pianificare per il quantitativo di rifiuti quando si pianifica il lavoro di demolizione. Tuttavia, le macerie non sono solo un problema possono essere anche utili, se gestite in accordo con la gestione delle risorse naturali e dei materiali. La gestione dei rifiuti può aiutare a ridurre il quantitativo di rifiuti generati, proteggendo contro gli effetti dannosi dei rifiuti.

A causa dei grossi volumi di macerie e detriti, l'Unione Europea ha classificato questi rifiuti come prioritari, con l'obiettivo di riciclarne almeno il 70% entro il 2020. Lavorando verso questo obiettivo, il parlamento europeo ha pubblicato una risoluzione sull'efficienza delle risorse europea, il 24 maggio del 2012. Purtroppo, nonostante questi sforzi, ci sono ancora molti ostacoli in giro per l'Europa contro il riuso e riciclo di questi materiali, a causa della poca fiducia sulla loro qualità e sui rischi per la salute.

Nel marzo 2020, la Commissione ha adottato il Nuovo Piano Per l'Economia Circolare, che rappresenta la nuova agenda europea per lo sviluppo sostenibile.

I rifiuti che si creano durante la costruzione e demolizione consistono in una grande varietà di materiali, come mattoni, tegole, piastrelle e altre ceramiche, ma anche legno, vetro, bitume, metalli, calce e molto altro. I regolamenti sui rifiuti trattano i diversi materiali, come essi debbano essere maneggiati, immagazzinati e trasportati. Seguendo i materiali, i rifiuti da costruzione e demolizione vengono classificati in otto categorie:

- ▶ Terreno di scavo
- ▶ Detriti di cemento
- ▶ Detriti di asfalto
- ▶ Rifiuti in legno
- ▶ Rifiuti in metallo
- ▶ Rifiuti in plastica
- ▶ Rifiuti misti da costruzione e demolizione
- ▶ Rifiuti di materiali da costruzione di origine minerale

I rifiuti appartenenti alle diverse categorie vanno quindi differenziati e raccolti separatamente, quelli non recuperabili al livello locale verranno smaltiti in una discarica apposita.

I rifiuti che si creano durante la costruzione e la demolizione appartengono, per la maggior parte, alla categoria dei rifiuti solidi, inorganici e non pericolosi. Tuttavia, possono talvolta contenere sostanze non sono sicure o addirittura pericolose per

la salute, come pitture, solventi, preservativi per il legno, etc., che possono essere infiammabili o esplosivi, tossici, irritanti, corrosivi, allergenici, o cancerogeni. Questi non devono essere erroneamente mischiati con altri materiali.

Tuttavia, se raccolti e trattati separatamente, i rifiuti di costruzione e demolizione possono essere riutilizzati con materie prime o come base per la produzione di nuovi prodotti da costruzione. Ferro, acciaio e altri metalli non ferrosi possono essere riciclati metallurgicamente. Il riciclo dell'alluminio è particolarmente significativo in termini di risparmio energetico. Carta, vetro, gomma e plastica possono essere riutilizzati. Elementi in calcestruzzo, ghiaia, sabbia, mattoni e detriti di pietra possono essere utilizzati per il consolidamento del suolo, il rinterro, la costruzione di sottostrutture, argini o barriere per il rumore.

Il costruttore agisce correttamente se, nella selezione dei materiali da costruzione, tiene in considerazione anche il tipo di rifiuti che si genereranno al momento della demolizione, o durante la manutenzione ordinaria o la ristrutturazione. Bisogna impegnarsi per non utilizzare, o ridurre al minimo, materiali non riciclabili o che generino rifiuti pericolosi.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

4

Prodotti, strutture, sistemi impiantistici per gli edifici



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

4

Prodotti, strutture, sistemi impiantistici per gli edifici

Per dare al lettore tutti gli strumenti necessari alla lettura di questo manuale, bisogna introdurre le definizioni degli argomenti e dei fenomeni presentati in modo da avere una definizione comune. A questo proposito, viene presentata una lista non-esaustiva dei concetti e delle espressioni più rilevanti. È essenziale sapere che il linguaggio comune varia da quello professionale, e da quello legale.

Nell'antichità, gli esseri umani cercavano riparo, finché non hanno iniziato a costruire le prime case trasformando i dintorni. Delimitando una parte dell'ambiente come conseguenza delle costruzioni, si è venuto a formare un ambiente edificato. Gli esseri umani con queste attività hanno costruito delle case, ma il linguaggio professionale e quello legale ne parlano in termini di strutture. Le strutture, termine collettivo, utilizzate per abitazioni umane sono chiamate edifici.

La nostra casa, il nostro appartamento, sono quindi destinazioni finali che servono alla residenza di lungo termine, e includono stanze abitative, cucine, bagni, spazi per spostarsi e spazi per il deposito. Gli edifici sono composti da strutture, i cui componenti sono materiali da costruzione permanentemente impiegati nell'edificio e che hanno un ruolo significativo nel suo funzionamento.

Diverse tipologie di edifici hanno le loro definizioni esatte, ad esempio gli edifici residenziali tipicamente includono l'abitazione e i locali di servizio. Vi sono anche diverse tipologie di edifici residenziali, tra i più conosciuti troviamo case monofamiliari oppure edifici a più piani con più appartamenti, noti come condomini. Degno di nota sono anche le case semi-distaccata, che hanno due edifici indipendenti, con strutture indipendenti sul lato comune di due terreni adiacenti, che dall'esterno possono sembrare un unico edificio. Le case raggruppate sono un'altra categoria ancora, di cui esistono diverse versioni, come la casa terrazzata, le case a catena o quelle con l'atrio. Il punto che le accomuna è che sono costruite durante un'unica fase, connessa ad una serie con strutture indipendenti e tipicamente con lo stesso stile o con uno stile simile.

4.1 Requisiti delle strutture e degli edifici

Ci sono requisiti di base per i materiali e le strutture che compongono un edificio e che possono assicurarne l'utilizzo prolungato, sano e sicuro.

I tre requisiti essenziali sono i seguenti:

Resistenza e stabilità meccanica



La struttura portante di un edificio deve sostenere i carichi di peso attesi – ovvero strutture aggiuntive (ad es. tetto), il suo stesso peso, gli elementi di utilizzo (ad es. mobili, persone) etc. – senza che questo peso comporti dei danni, almeno per la vita utile attesa.

Protezione antincendio



Durante la fase di progettazione, gli edifici devono essere configurati in modo da minimizzare i possibili danni causati dal fuoco. Lo scopo principale della protezione antincendio è la protezione della vita e la sicurezza. Sono necessari strumenti antincendio attivi, come gli estintori, e passivi, come materiali da costruzione scelti, strutture progettate in modo da non facilitare l'espansione dell'incendio, e tenere la struttura per almeno la durata del salvataggio delle persone.

Igiene, salute e ambiente



Gli edifici non devono arrecare danni alla salute. Di conseguenza, tutti i materiali da costruzione vanno utilizzati e posizionati in modo che sostanze nocive (ad es. composti volatili, piccole fibre di elementi) non vengano rilasciate. In aggiunta, gli impatti ambientali di produzione e trasporto durante la fabbricazione dei materiali da costruzione devono essere ridotti al minimo (gli specifici impatti ambientali di diversi materiali da costruzione sono descritti in dettaglio nell'Appendice).

Va inclusa anche la protezione dell'edificio da acqua e umidità: durante la fase di uso di un edificio viene utilizzato un considerevole quantitativo di vapore (ad es. dalla doccia). La condensa all'interno va evitata perché, oltre a creare possibili danni alla struttura, può causare macchie di umidità e muffe. Questo può essere evitato se le nostre strutture sono "aperte verso l'esterno" in termini di vapore, il che significa che muovendosi dall'interno, gli strati di materiale sono sempre più permeabili al vapore (la loro cosiddetta resistenza alla diffusione del vapore è inferiore). In aggiunta, la progettazione dovrebbe tenere in considerazione i punti più freddi della struttura, onde evitare la formazione di ponti termici. La condensa proveniente dal terreno ha un effetto simile all'umidità (può danneggiare la struttura e favorire le muffe) dunque va protetta tramite impermeabilizzazione.

Un altro dei requisiti minimi è la protezione da effetti ambientali avversi (ad es. radiazioni radon).

Sicurezza e accessibilità nella fase d'uso



Ci si aspetta sicurezza durante l'utilizzo. Questo include l'assenza di elementi pericolosi (ad es. schegge) ove possano causare ferite durante l'utilizzo corretto (ad es. dei muri, delle finestre etc.), che i pavimenti siano non-scivolo e che l'utilizzo non causi danni all'edificio (ad es. il corrimano non si rompe se ci si appoggia).

La sicurezza include anche la delimitazione dell'edificio (muri, tetto, finestre e porte) e che essa assicuri la protezione dello stesso.

Protezione da rumori e vibrazioni



Bisogna distinguere tra due tipologie di propagazione del suono, ovvero rumore indotto per via aerea (come una conversazione in una stanza adiacente) e rumore indotto dalla struttura (ad es. una persona che cammina nella stanza sopra). Il rumore aereo può essere ridotto utilizzando una struttura che contenga alta massa e

un soffice assorbente acustico. Il rumore della struttura può essere ridotto utilizzando materiali più soffici, dato che più alta è la densità del materiale utilizzato, meglio condurrà i suoni.

Risparmio energetico e ritenzione del calore



La protezione termica ha un ruolo chiave nel rendere gli edifici il più efficienti possibile al livello energetico. A questo riguardo, i concetti principali sono il mantenimento del calore e l'isolamento termico. Un esempio pratico di mantenimento del calore è quando la temperatura di una stanza riscaldata viene assorbita dal muro in inverno e quando la temperatura all'interno cala il calore ritorna all'interno: più alta la densità di un materiale, più alta sarà la capacità di mantenimento del calore. L'isolamento termico invece evita che il materiale o lo spazio dietro di esso assorbano le temperature dall'esterno (proteggendo lo spazio riscaldata dal freddo). In questo caso, vale l'opposto: tipicamente, sono i materiali più leggeri a essere ottimi isolanti termici.

Utilizzo sostenibile di risorse naturali



Questo è un requisito essenziale che si applica parzialmente alla produzione di materiali da costruzione e parzialmente anche al loro impatto ambientale durante la fase d'uso. L'impatto dipende, in parte dalla tecnologia di produzione, ma include anche l'utilizzo esclusivo dei quantitativi necessari di materie prime. Ad esempio, per quanto riguarda l'isolamento termico, vi è un certo livello di spessore oltre il quale non vi sono più risparmi energetici. Un materiale è più sostenibile se produce un miglior isolamento termico con lo stesso impatto ambientale (ad es. isolamento termico da EPS liscia o da ESP di grafite).

4.2 Strutture

Gli edifici consistono generalmente di diverse strutture, le quali svolgono diverse funzioni. Questo capitolo fornisce un'idea generale delle strutture, delle loro funzioni e della loro conformazione strutturale.

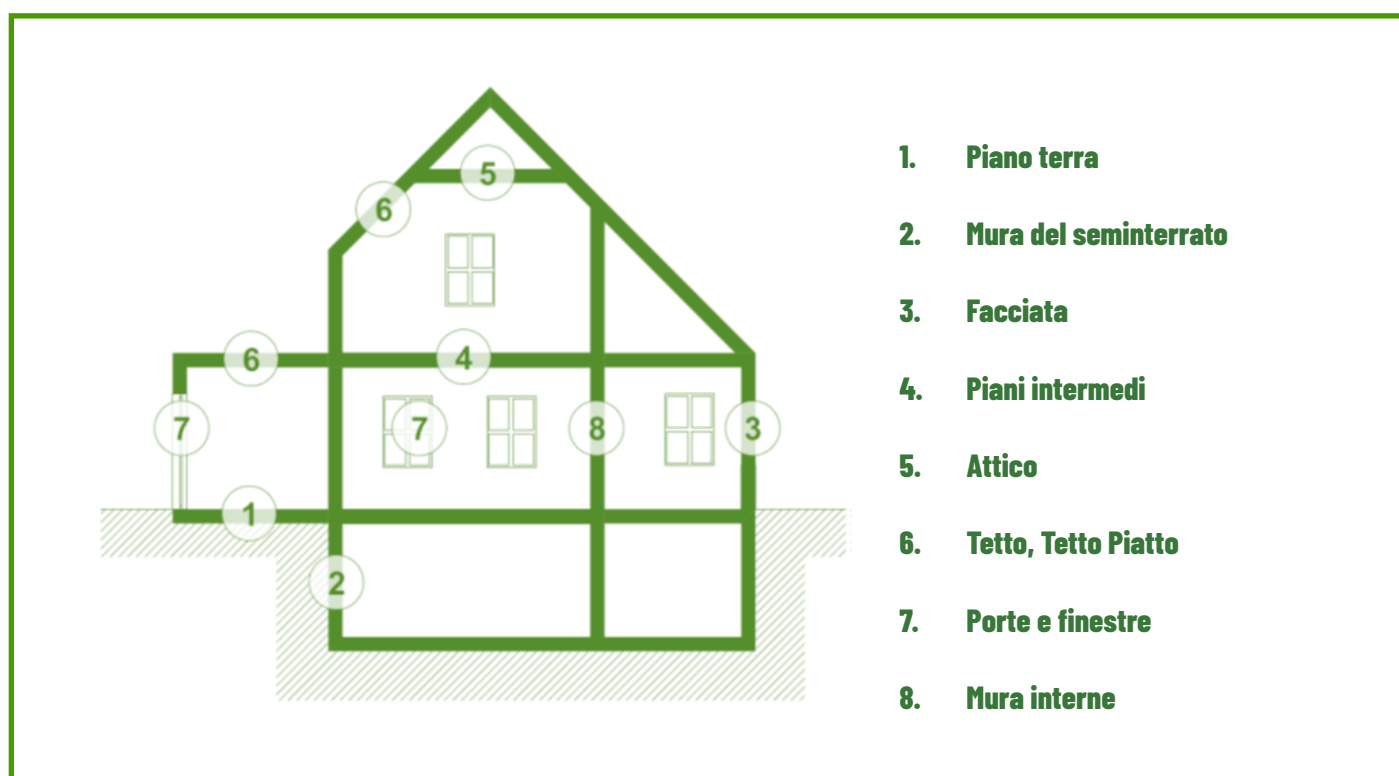
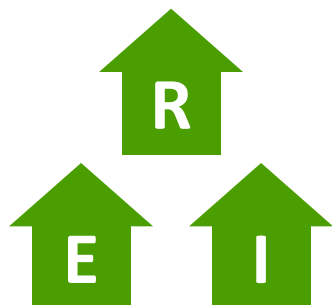


Figura 9: Main building structure types

Piano terra

Come indicato dal nome, la struttura è basata sul livello più basso dell'edificio, che è a contatto diretto con il terreno. Nel caso di un edificio con il seminterrato, il livello più basso sarà il seminterrato e non il piano terra.

Requisiti e funzione:



- ▶ Superficie solida, piatta e su cui si possa camminare
- ▶ Isolamento contro l'umidità del terreno (vapori, umidità, falde sotterranee)
- ▶ Isolamento termico dal terreno
- ▶ Isolamento contro il radon dal terreno³⁹

Strutture tipiche



1. Strutture monolitiche

Nella stragrande maggioranza dei casi, una struttura monolitica (di solito calcestruzzo – anche denominata calcestruzzo di sottofondo) e ulteriori strati costruiti dentro e sotto di essa, a seconda del luogo, delle condizioni di umidità del suolo e delle condizioni climatiche locali forma la base. Si tratta di strati di isolamento idrico, radon e termico, nonché di rivestimenti per pavimenti e relativi strati tecnici.

Vantaggi:

- economicamente conveniente
- durevole

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Progetto dipendente dal meteo della zona
- Riparazioni e ristrutturazioni successive difficili



2. Strutture leggere

Nei casi di tecnologie di costruzione leggere, il piano più basso dell'edificio potrebbe non essere monolitico, ma piuttosto fatto di una struttura a cornice (in legno o acciaio). In questo caso, la struttura non è appoggiata al terreno ma è sollevata rispetto ad esso e ciò rende necessaria l'installazione di livelli che permettano lo svolgersi di diverse funzioni (una superficie solida, continua e piatta; isolamento da acqua, calore e radon; definizione del progetto del battistrada). In questo caso, l'enfasi maggiore è sull'isolamento termico.

Vantaggi

- Bassa domanda di lavoro manuale
- Progetto meno dipendente dal meteo locale
- Semplice da riparare e ristrutturare

Svantaggi

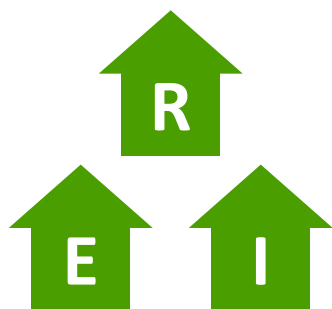
- Struttura più sensitiva
- Richiede un alto livello di esperienza

³⁹ Il radon è un gas radioattivo, senza colore né odore, che si trova sulla crosta terrestre. Entra negli edifici attraverso il terreno e il suo decadimento radioattivo aderisce alle particelle di polvere nell'aria e può danneggiare i polmoni.

Mura del seminterrato

Negli edifici con il seminterrato questa è la sezione delle mura che si appoggia sulle fondamenta e si estende al di sopra del seminterrato. Questo è il confine verticale della struttura tra i sotterranei e il terreno. Le mura hanno anche una funzione strutturale, dunque il carico verticale dell'edificio è su di esse anche se può essere progettato diversamente.

Requisiti e funzioni:



- ▶ Supportare la struttura (opzionale) – sopporta il carico verticale dell'edificio
- ▶ Resistenza alla pressione del terreno
- ▶ Isolamento dall'acqua
- ▶ Isolamento termico

Strutture tipiche



1. Strutture monolitiche

Calcestruzzo o struttura rafforzata di calcestruzzo su cui si possono applicare gli isolanti per calore e acqua. Questa soluzione è normalmente utilizzata quando è necessario sopportare un carico maggiore (ad es. grandi quantità di falde acquifere, sotterranei profondi, edifici alti).

Vantaggi

- Capacità di sopportare carichi pesanti
- Con il giusto rinforzo sopporta pressioni laterali
- Problemi di isolamento dall'acqua causano minori problemi

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Richiede casseforme
- Costo

Strutture tipiche



2. Altre strutture monolitiche

Una struttura muraria composta da calcestruzzo leggero o da casseforme in calcestruzzo nelle cui cavità viene riversato calcestruzzo direttamente sul sito della costruzione. Si può aggiungere isolamento termico e impermeabilizzazione come strato aggiuntivo.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Non richiede un alto livello di esperienza
- Problemi di isolamento dall'acqua causano minori problemi
- Economicamente conveniente

Svantaggi

- Richiede molto lavoro manuale
- Soluzione poco comune



3. Costruzione in muratura /Costruzione di blocchi

Unità murarie composte da pietre naturali, calcestruzzo, cotto. Il materiale da muratura più comunemente utilizzato e comprovato per le mura del seminterrato è il mattoncino. Ci sono anche prodotti specifici per la muratura del seminterrato in ceramica. Come strato aggiuntivo si può aggiungere isolamento termico e dall'acqua.

Vantaggi

- La preparazione non richiede un alto livello di esperienza
- Economicamente conveniente

Svantaggi

- Più sensibile ai difetti dell'impermeabilizzazione
- Richiesta di molto lavoro manuale
- Meno resistente alla pressione laterale



4. Mura del seminterrato prefabbricate

Struttura in calcestruzzo prefabbricata, sollevata e posizionata nella sua destinazione finale da una gru. È un elemento grande e di alto livello.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Lavori di costruzioni non dipendenti dal meteo
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Può essere prefabbricato durante la costruzione

Svantaggi

- Costoso
- Organizzazione complessa

Facciata

La facciata è il confine verticale tra l'interno e l'esterno dell'edificio. Spesso, in particolare per le case familiari, supporta anche la struttura e i carichi verticali sono trasferiti alla facciata.

Requisiti e funzioni:



Strutture tipiche



1. Strutture monolitiche

Struttura muraria gettata tra cassaforma/scuri, tipicamente in calcestruzzo, raramente utilizzata in case familiari o condomini. Richiede uno strato aggiuntivo di isolamento termico.

Vantaggi

- Alta capacità di supporto del carico

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Necessita di cassaforma/Shuttering
- Costoso

Strutture tipiche



2. Altre strutture monolitiche

Struttura muraria composta da elementi di cassaforma, in cui viene riversata calcestruzzo nel sito della costruzione. Gli elementi di cornice sono spesso calcestruzzo leggera, polistirene o legno, lana/legno e calcestruzzo e sono di taglia piccola in modo da essere trasportati a mano. La progettazione degli elementi di cornice fatti di materiali che abbiano un buon isolamento termico (ad es. polistirene) consente alla struttura muraria di essere costruita senza alcun isolamento termico aggiuntivo.

Vantaggi

- Alta capacità di supporto del carico
- La preparazione non richiede un alto livello di esperienza
- Se progettato correttamente, non richiede strati aggiuntivi

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Soluzione poco utilizzata



3. Costruzione in muratura

Soluzione più comune per gli edifici residenziali. A volta fatto in pietra naturale o calcestruzzo, più spesso di ceramiche cotte, calcestruzzo cellulare o elementi in legno e calcestruzzo. Solitamente è necessario aggiungere uno strato di isolamento termico.

Vantaggi

- Soluzione tradizionale e conosciuta
- La preparazione non richiede un alto livello di esperienza

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Molta umidità può permeare la struttura
- Costruzione richiede molto tempo



4. struttura leggera

Struttura portante data da una cornice (tipicamente in legno o acciaio sottile), le cui cavità sono riempite da isolanti termici. Entrambi i lati sono delimitati da pannelli (generalmente da pannelli in cartongesso all'interno e pannelli OSB all'esterno, ma è comune che siano anche in fibra di gesso e truciolato legato con cemento). Un elemento importante di questa struttura è lo strato che fa da barriera ai vapori, che è come una pellicola che evita che l'umidità in eccesso entri nella struttura, in modo che non si formino muffe.

Può essere parzialmente prefabbricato o montato sul sito di costruzione.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Lavori di costruzioni non dipendenti dal meteo
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Può essere prefabbricato durante la costruzione
- Buon isolamento termico

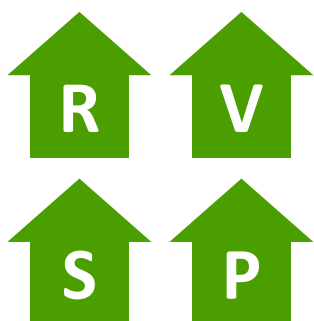
Svantaggi

- Sensibile agli incendi
- La preparazione richiede un alto livello di esperienza
- Struttura complessa

Piani intermedi

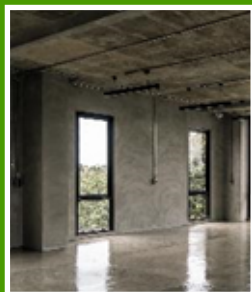
Una struttura che fa da confine orizzontale tra due livelli funzionali di un edificio.

Requisiti e funzioni



- ▶ Forma una superficie solida e su cui si può camminare
- ▶ Forma il soffitto del piano superiore
- ▶ Sopporta il carico e lo trasferisce alla struttura portante verticale (mura, colonne)
- ▶ Isolamento acustico (sia rumore indotto per via aerea che indotto dalla struttura)
- ▶ Isolamento termico se i requisiti di temperatura tra i due livelli sono differenti (ad es. solaio tra il salotto e il garage)

Strutture tipiche



1. *Struttura monolitica*

Struttura in calcestruzzo rinforzata con cornice sul sito di costruzione. La cornice può anche rimanere nella struttura, semplificando il lavoro di costruzione. È caratterizzata da un'alta capacità di supporto del carico, ed è quindi spesso utilizzata laddove l'arco (la distanza tra i punti supportanti) è ampio o il carico atteso è più pesante. L'isolamento acustico adeguato è dato dall'installazione di strati aggiuntivi

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Ignifugo

Svantaggi

- Pesante
- Richiede una cornice (che rimanga ferma)
- Richiesta di molto lavoro manuale
- Costruzione richiede tempo

Strutture tipiche



2. *Struttura a trave e blocco*

La struttura che supporta il carico è data dalle travi (attualmente sono tipicamente di calcestruzzo o di materiali compositi di calcestruzzo e ceramica, ma in passato erano anche di acciaio) e le sezioni tra le travi sono riempite con elementi di blocco. Gli elementi di blocco possono essere fatti di calcestruzzo, calcestruzzo leggera o ceramica (o altri materiali che supportano carichi). Questa struttura spesso richiede uno strato aggiuntivo di calcestruzzo, così come strati aggiuntivi per l'isolamento acustico e gli strati per la pavimentazione.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Ignifugo
- Soluzione tradizionale e conosciuta

Svantaggi

- Pesante
- Richiesta di molto lavoro manuale



3. *Struttura leggera*

La struttura che supporta il carico è data dalle travi (tipicamente in legno o acciaio sottile) le cui cavità sono riempite con isolanti termici. È delimitata in alto e in basso da pannelli di costruzione (di solito in basso fatti di cartongesso, e in alto da pannelli OSB). Strati aggiuntivi di isolante sono necessari per un adeguato isolamento acustico.

Può essere parzialmente prefabbricato o montato sul sito di costruzione.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Lavori di costruzioni non dipendenti dal meteo
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Può essere prefabbricato durante la

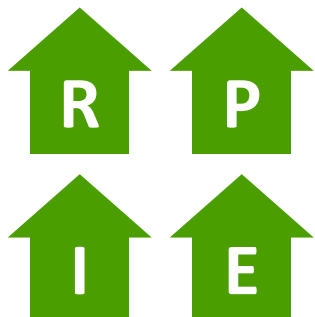
Svantaggi

- Sensibile agli incendi
- La preparazione richiede un alto livello di esperienza
- Struttura complessa

Attico

Confine orizzontale della struttura tra l'ultimo livello funzionale e l'attico non riscaldato. Tipicamente non deve supportare molto carico, dunque la sua funzione principale è quella di delimitare lo spazio e isolarlo termicamente.

Requisiti e funzioni



- ▶ Delimitazione dello spazio
- ▶ Forma il soffitto del piano inferiore
- ▶ Isolamento termico
- ▶ Nel caso sia calpestabile, struttura del piano

Strutture tipiche

1. *Struttura monolitica*

Struttura in calcestruzzo rinforzata con cornice sul sito. La cornice può anche rimanere nella struttura, semplificandone la costruzione. È raramente utilizzata come soluzione, dato che il principale vantaggio della struttura monolitica – ovvero l'alta sopportazione dei carichi – non è tipicamente necessario nel caso di un solaio (a meno che non sia un grosso arco). Tuttavia, il calcestruzzo non è un buon isolamento termico e si rendono quindi necessari altri livelli di isolamento termico.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Ignifugo

Svantaggi

- Pesante
- Richiede una cornice (che rimanga ferma)
- Richiesta di molto lavoro manuale
- Costruzione richiede tempo

2. *Struttura a trave e blocco (trave e blocco)*

La struttura che supporta il carico è data dalle travi (attualmente sono tipicamente di calcestruzzo o di materiali compositi di calcestruzzo e ceramica, ma in passato erano anche di acciaio) e le sezioni tra le travi sono riempite con elementi di blocco. In aggiunta alla normale calcestruzzo, calcestruzzo leggera o rivestimenti in ceramica, la lastra finale può essere fatta in un materiale isolante (ad es. polistirene). Non è una soluzione comunemente utilizzata, per ragioni simili alla struttura monolitica.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Ignifugo
- Costruzione Piatta
- Soluzione tradizionale e ben nota

Svantaggi

- Pesante
- Isolamento termico inadeguato
- Richiesta di molto lavoro manuale

Strutture tipiche



3. Struttura leggera

La struttura che supporta il carico è data dalle travi (tipicamente in legno o acciaio sottile) le cui cavità sono riempite con isolanti termici. È delimitata in basso da pannelli di costruzione (di solito fatti di cartongesso). Il passaggio che affaccia sull'attico è fatto di OSB o rivestimenti, se necessario. È particolarmente importante in questo caso una barriera per il vapore, fatta di lamina. Se necessario, si aggiungono altri strati di isolante per avere un adeguato isolamento termico. Può essere parzialmente prefabbricato o montato sul sito di costruzione.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Lavori di costruzioni non dipendenti dal meteo
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Leggera
- Può essere prefabbricato durante la costruzione

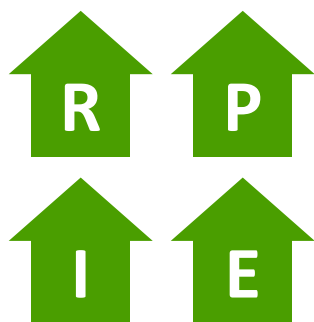
Svantaggi

- Sensibile agli incendi
- La preparazione richiede un alto livello di esperienza
- Struttura complessa

Tetto, tetto piatto

Il tetto è la struttura che delimita l'edificio dall'alto. Può essere progettata con un tetto alto – ad un angolo che sia più di 8 gradi dal piano orizzontale – o con un tetto piatto con un angolo fino a 8 gradi. Esistono diversi tipi di progettazione e materiali che prevengono l'ingresso dell'acqua. Nel caso di un tetto piatto, per la protezione contro le precipitazioni è necessaria impermeabilizzazione con degli strati isolanti su tutta la superficie. Nel caso di un tetto alto, sono necessari due strati: il rivestimento del tetto (ad es. tegole, lamiere, tegole bituminose) e una lamina sottostante.

Requisiti e funzioni



- ▶ Isolamento dalle precipitazioni
- ▶ Delimitazione dello spazio
- ▶ Isolamento termico (Tetto piatto e tetto alto in caso di installazione di un attico)
- ▶ Isolamento acustico (Tetto piatto e tetto alto in caso di installazione di un attico)

Strutture tipiche



1. Struttura monolitica

Struttura in calcestruzzo rinforzata con cornice sul sito di costruzione. La cornice può anche rimanere nella struttura, semplificando il lavoro di costruzione. Questa struttura è tipicamente utilizzata per tetti piatti dove la distanza tra i punti supportanti è ampia (ampio arco). L'isolamento acustico, termico adeguato è così come l'impermeabilizzazione sono dati dall'installazione di strati aggiuntivi.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Ignifugo

Svantaggi

- Pesante
- Richiede una cornice (che rimanga ferma)
- Richiesta di molto lavoro manuale
- Costruzione richiede tempo
- Isolamento termico inadeguato

2. Struttura a trave e blocco (trave e blocco)

La struttura che supporta il carico è data dalle travi (attualmente sono tipicamente di calcestruzzo o di materiali compositi di calcestruzzo e ceramica, ma in passato erano anche di acciaio) e le sezioni tra le travi sono riempite con elementi di blocco. Questa soluzione è utilizzata nel caso di tetti piatti. L'isolamento acustico, termico adeguato è così come l'impermeabilizzazione sono dati dall'installazione di strati aggiuntivi.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Ignifugo
- Costruzione veloce
- Soluzione tradizionale e ben nota

Svantaggi

- Pesante
- Isolamento termico inadeguato
- Richiesta di molto lavoro manuale



3. Struttura leggera

Struttura tipica dei tetti alti, ma può essere applicata anche ai tetti piatti- Nel caso dei tetti piatti, la differenza con il solaio intermedio è che sono aggiunti ulteriori strati per l'isolamento termico e l'impermeabilizzazione (strato inclinato, teli impermeabilizzanti, isolamento termico aggiuntivo, etc.). Nel caso di un tetto alto, le travi inclinate e quelle orizzontali (sulla base del progetto strutturale) sono coperte con il tetto e i necessari strati strutturali (sottotetto, tegole, etc.). Nel caso di un

attico, le parti tra la struttura portante sono riempite con isolante termico e ricoperte dall'interno (di solito in cartongesso). Una lamina è utilizzata come barriera per il vapore.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Soluzione tradizionale e ben nota
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Può essere prefabbricato durante la costruzione
- Leggero
- Buon isolamento termico

Svantaggi

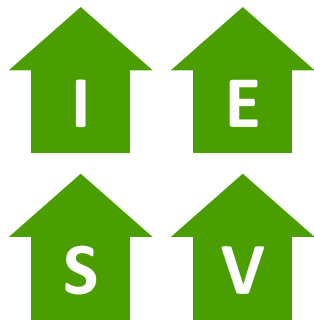
- Sensibile agli incendi

Porte e finestre

Struttura delimitante tra l'interno e l'esterno dell'edificio principalmente verticale. Non ha funzione di supporto del carico. Le funzioni sono di assicurare almeno una delle seguenti:

- Accesso
- Vista
- Ventilazione naturale
- Illuminazione naturale
- Aspetto favorevole della facciata.

Requisiti e funzioni



- ▶ Delimitazione dello spazio
- ▶ Isolamento termico
- ▶ Isolamento acustico
- ▶ Sicurezza operativa
- ▶ Aspetto architettonico

Strutture tipiche



1. Legno

Materiale tipico per porte e finestre. I requisiti complessi e di alto livello necessari al giorno d'oggi sono rispettati da una struttura complessa sviluppata da ingegneri professionisti.

Vantaggi

- Superficie piacevole

Svantaggi

- Costoso
- Richiede molta manutenzione
- Sensibile ai raggi UV

Strutture tipiche



2. Alluminio

Porte e finestre coperte da una leggera cornice di metallo, fatta per diversi profili e aspetti

Vantaggi

- Supporta un alto carico
- Stabilità
- Lunga vita attesa
- Non sensibile ai raggi UV
- Richiede poca manutenzione

Svantaggi

- Costoso
- Superficie metallica poco piacevole
- Scarsa capacità di ritenzione del calore



3. Plastica

Porte e finestre con una leggera cornice di plastica (solitamente PVC), fatta per diversi profili e aspetti.

Vantaggi

- Economico (buona qualità/prezzo)
- Lunga vita attesa
- Buon isolamento termico
- Richiede poca manutenzione

Svantaggi

- Sensibile ai raggi UV



4. Legno/alluminio, Plastica/alluminio

Combina i vantaggi di porte e finestre di diversi materiali. Principalmente, il rivestimento esterno in alluminio è importante perché previene i danni dalle radiazioni UV.

Vantaggi

- Resistente ai raggi UV
- Richiede poca manutenzione

Svantaggi

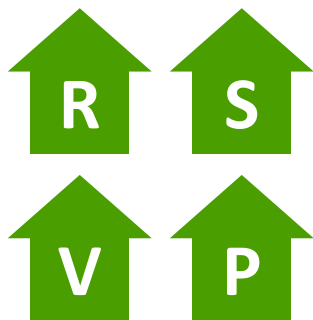
- Costoso

Mura interne

(Mura di separazione, mura portanti interne, mura per isolamento acustico)

Una struttura che separa verticalmente gli spazi interni di un edificio. L'altezza e la lunghezza sono dipendenti dallo spessore strutturale. Oltre alla separazione degli spazi può avere altre funzioni come: supporto del carico, isolamento acustico, e in casi più rari isolamento termico.

Requisiti e funzioni



- ▶ Nel caso di mura portanti interne: supporto del carico, rinforzo
- ▶ Comportamento al fuoco appropriato al suo ruolo
- ▶ Resistenza agli impatti
- ▶ Attrezzatura e accessori per il trasporto
- ▶ Isolamento acustico richiesto

Strutture tipiche



1. Struttura monolitica

Struttura muraria, tipicamente in calcestruzzo, costruita tra le cornici. Data la sua alta capacità di supporto del carico, è usata come mura portanti. Soluzione raramente utilizzata in case familiari e condomini.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico

Svantaggi

- Richiede molto lavoro manuale
- Richiede una cornice
- Costruzione richiede tempo
- Costoso

Strutture tipiche



2. Altre strutture monolitiche

Una struttura muraria composta da elementi di cornice, riversati insieme al calcestruzzo direttamente sul sito della costruzione. Gli elementi della cornice sono tipicamente di calcestruzzo leggero, polistirene, legno o lana/legno e calcestruzzo e possono essere trasportati a mano.

Vantaggi

- Alta capacità di sopportazione del carico
- Non richiede un alto livello di esperienza

Svantaggi

- Richiede molto lavoro manuale
- Soluzione poco comune



3. Costruzione in muratura

Soluzione più comune per gli edifici residenziali. A volta fatto in pietra naturale o calcestruzzo, più spesso di ceramiche cotte, calcestruzzo cellulare o elementi in legno e calcestruzzo.

Vantaggi

- Soluzione tradizionale e conosciuta
- La preparazione non richiede un alto livello di esperienza

Svantaggi

- Richiesta di molto lavoro manuale
- Molta umidità può permeare la struttura
- Costruzione richiede molto tempo



4. Struttura leggera

Struttura portante data da una cornice (tipicamente in legno o acciaio sottile), le cui cavità sono riempite da isolanti termici. Entrambi i lati sono delimitati da pannelli (generalmente da pannelli in cartongesso all'interno e pannelli OSB all'esterno, ma è comune che siano anche in fibra di gesso e truciolo legato con cemento). Un elemento importante di questa struttura è lo strato che fa da barriera ai vapori, che è come una pellicola che evita che l'umidità in eccesso entri nella struttura, in modo che non si formino muffe. Può essere parzialmente prefabbricato o montato sul sito di costruzione.

Vantaggi

- Costruzione veloce
- Bassa domanda di lavoro manuale
- Può essere prefabbricato durante la costruzione
- Lavori di costruzione non dipendenti dal meteo

Svantaggi

- Sensibile agli incendi
- La preparazione richiede un alto livello di esperienza
- Struttura complessa

4.3 Materiali da costruzione

Vi sono diversi tipi di materiali da costruzione, e con i miglioramenti dei produttori, sempre più prodotti sono presenti sul mercato. In questa sezione sono presentati i materiali da costruzione più comuni, raggruppati per funzione. Le proprietà sono descritte nel dettaglio nell'allegato di questo manuale.

Calcestruzzo – un mix di cemento, acqua, aggregato (tipicamente ghiaia – o ghiaia sabbiosa in termini professionali) e in alcuni casi miscele. È incorporata in uno stato plastico bagnato e acquisisce la sua forma finale e le sue capacità di supporto durante la trasformazione chimica che avviene durante l'asciugatura e solidificazione (tipicamente in 28 giorni). Solitamente ha un'alta capacità di supporto del carico ed è un materiale molto forte, ma queste capacità dipendono da molti fattori (quantità di cemento, tipologia di aggregato, etc.). Vengono utilizzate barre e reti di acciaio per aumentare la capacità di supporto del carico, e in questo caso viene chiamato calcestruzzo rinforzata. Dal calcestruzzo possono

anche essere prodotti elementi prefabbricati. Non è combustibile e può essere impermeabile se formulato correttamente. È un materiale versatile che può essere utilizzato per quasi ogni struttura portante dalla base al tetto piatto.

Elementi di muratura – mattoni di grandezza che sia trasportabile a mano. Gli elementi in muratura sono generalmente fissati gli uni agli altri con la malta o con una malta che contenga degli adesivi speciali, ma ci sono elementi progettati geometricamente (con scanalatura) in modo da non necessitare un materiale adesivo.

Tipologie più comuni:

mattoni (elementi di muratura in argilla cotta) – elementi da costruzioni in argilla che, dopo aver ricevuto una forma è bruciata ad una temperatura di 1000°C. Le sue varietà più comuni sono i mattoncini vuoti e solidi. Non è combustibile ma è moderatamente sensibile all'acqua. L'argilla cotta è anche utilizzata come rivestimento per le lastre e come ponte in diversi sistemi, oltre che un elemento di rivestimento per la facciata. Uno degli elementi di muratura più comuni è il telaio in mattoni di ceramica, nel caso di un carico leggero – ad es. per una casa ad 1-2 livelli – utilizzato per mura portanti, ma anche come delimitazione dello spazio e rivestimento in muratura della facciata.

Calcestruzzo arieggiata – elemento di costruzione basato sul calcestruzzo leggera o calcestruzzo arieggiata. Al mix fresco per il calcestruzzo è aggiunto un additivo che comporta la formazione di pori, creando la struttura "perforata". È significativamente più leggera del calcestruzzo convenzionale, dunque gli elementi in muratura sono trasportabili a mano e sono migliori in termini di isolamento termico. Non è combustibile ed è poco sensibile all'acqua. In aggiunta agli elementi in muratura, larghe pareti, soffitti e assi per il tetto possono essere fatti in questo materiale.

Tipologie più comuni:

Argilla/terriccio – additivo minerale mescolato con fibre organiche (ad es. paglia), con un mix di argilla, sabbia e talvolta fango. La parte minerale può anche essere formata da terreno argilloso o da un mix artificiale di argilla e sabbia. Una struttura omogenea può essere creata compattandola in un muretto, o può essere modellata e compattata in mattoni. Questo è uno dei materiali comuni dell'architettura popolare. Non è combustibile, ma la sua capacità di tenere il carico è ridotta dagli incendi. È sensibile all'acqua e generalmente utilizzato per le pareti.

Pietra naturale – materiale raramente utilizzato al giorno d'oggi, ricavato dalla pietra naturale ad es. Tufo di riolite, basalto. Non sono combustibili ma sensibili all'acqua in diversi modi. Nel passato, erano utilizzati sia per le fondamenta e per le mura in zone accessibili.

Isolanti termici – materiali da costruzione a bassa densità per l'isolamento termico. Variano in termini di materiali e produzione. Sono generalmente tavole, trapunte o materiali massicci. Se assorbono acqua, questo impedisce loro di isolare termicamente. La proprietà più importante è la permeabilità del vapore, che influenza il tipo di struttura in cui possono essere utilizzati.

Tipologie più comuni:

ESP (polistirene espanso) – isolamento termico da plastica espansa (polistirene), che consiste di piccole sfere. Può essere arricchito con la grafite, che migliora l'isolamento termico. È solitamente a bassa solidità, ma vi sono anche versioni più solide "step-resistant". È combustibile e può assorbire l'acqua, è moderatamente permeabile al vapore. Le sfere decomprese sono vendute a lastre, ma utilizzate anche come additivi per il calcestruzzo. Le principali aree di applicazione sono l'isolamento termico per le facciate, per i tetti piatti e per il piano terra.

XPS (polistirene estruso) – isolamento termico da plastica espansa omogenea (polistirene). È solitamente a bassa solidità, ma vi sono anche versioni più solide "step-resistant". È combustibile ma non assorbe l'acqua (questa è la maggior differenza tra l'EPS e l'XPS). La permeabilità al vapore è bassa. È venduto in tavole di diverso spessore. Le principali aree di applicazione sono l'isolamento termico dei plinti, dei tetti piatti e dei piani a terra.

PUR (poliuretano espanso) – isolamento termico da plastica espansa omogenea (poliuretano). Data la sua ottima capacità di isolamento termico, è spesso utilizzato in celle frigorifere o altre aree cui è necessaria un'alta performance di isolamento ma con uno strato sottile. Può essere estremamente solido, dipende dalla composizione chimica. È combustibile, ma vi sono versioni meno combustibili (ad es. PIR). Non assorbe l'acqua ma la sua permeabilità al vapore è bassa. È utilizzato in diverse forme, come pannelli, pannelli sandwich, o schiumato in loco (due componenti). Le principali aree di utilizzo sono i pannelli sandwich e le celle frigorifere.

Tipologie più comuni:

Lana minerale – isolante termico costituito principalmente di fibre di vetro e resina legante termoindurente (solitamente fenolformaldeide) proveniente da una fusione di rocce sedimentarie e vulcaniche (ad es. basalto, diabasi, calcare, etc.). La sua solidità va da relativamente alta (versione step-resistant) a trascurabile. Non è combustibile e può essere utilizzata come ritardante di fiamme. Ha l'abilità di assorbire l'acqua. Grazie alla sua struttura fibrosa, è permeabile al vapore. Può presentarsi anche nelle forme di tavole e trapunte. La versione a pannello può essere usata per l'isolamento di facciate e tetti piatti, le trapunte, vendute in rotoli, sono invece utilizzate per riempire le strutture della cornice (mura, soffitti, tetti).

Lana di vetro – isolante termico costituito da fibre minerali simile alla lana minerale. Le materie prime utilizzate per produrla sono sabbia, vetro riciclato e resina legante (solitamente fenolformaldeide). La sua solidità va da relativamente alta (versione step-resistant) a trascurabile. Non è combustibile e ha l'abilità di assorbire l'acqua. Grazie alla sua struttura fibrosa, è permeabile al vapore. Può presentarsi anche nelle forme di tavole, trapunte o fibre sfuse. La versione a pannello può essere usata per l'isolamento acustico, ma vi sono versioni utilizzabili anche come isolanti termici per la facciata. Le trapunte, vendute in rotoli, sono invece utilizzate per riempire le strutture della cornice (mura, soffitti, tetti). Le fibre di lana di vetro sfuse vanno soffiate con un macchinario particolare, e possono essere utilizzate per isolare cavità difficili da raggiungere.

Cellulosa – isolante termico di massa fatto di carta riciclata a cui sono aggiunti additivi (solitamente boro, acido borico e fosfati) per proteggere dal fuoco e da parassiti biologici (muffe, roditori). La solidità del materiale è trascurabile e non supporta carichi. Non è combustibile. Assorbe l'acqua ed è permeabile al vapore. È inserito nella struttura dell'edificio tramite una macchina che soffia la cellulosa, in modo da riempire anche i buchi piccoli o irregolari e i buchi tra le colonne della cornice e le travi.

Paglia – isolante termico naturale, sottoprodotto dell'agricoltura che consiste degli steli di cereali dopo la maturazione. Il suo uso utilizzo nelle costruzioni è limitato. È combustibile e ha l'abilità di assorbire l'acqua. È permeabile al vapore. La sua applicazione più comune è l'isolamento termico di riempimento delle strutture del telaio che possono essere in balle o sfuse e compattate. È estremamente importante che la progettazione strutturale fornisca protezione contro gli incendi, l'acqua e i parassiti biologici.

Lana di legno – isolante termico fatto di fibra di legno con additivi leganti o adesivi. I leganti possono essere resine organiche, inorganiche o cemento. È composto da fibre di varia lunghezza e densità. Può anche essere pesante. Difficilmente infiammabile (ma ciò dipende dalla densità e dal legante). Ha l'abilità di assorbire l'acqua ed è permeabile al vapore. Prodotto in lastre. Utilizzato per la facciata, tetto piatto e isolamento termico del soffitto.

Materiali da cornice – nelle strutture leggere, il supporto del carico è dato dalle travi e dalle colonne, e dato che non formano un muro o un soffitto continuo, la loro funzione è limitata al supporto del carico. In edifici più alti (con carichi maggiori) sono fatti in calcestruzzo o profili in acciaio a pareti spesse, mentre per carichi inferiori sono comuni il legno e l'acciaio a pareti sottili.

Tipologie più comuni:

legno – materiale da costruzione naturale. La sua forza può variare in base al tipo di legno, contenuto d'acqua, etc. Nell'industria della costruzione sono tipicamente utilizzati i pini. Metodi comuni per migliorare le proprietà da costruzione dei materiali di legno sono l'espansione longitudinale, l'asciugatura artificiale e l'incollaggio a strati. Il legno è trattato con dei preservativi contro il fuoco e i parassiti biologici.

Acciaio a pareti sottili – i diversi profili (U, C, Z – questi simboli si riferiscono alla forma del profilo) sono prodotti laminazione a freddo, da lamiere di acciaio. Deve essere protetto contro la corrosione (tramite zincatura). Non è combustibile ma perde molta capacità di supporto del carico intorno ai 600°C. Resistente ai parassiti biologici, ma la sua protezione dall'acqua deve essere assicurata con uno strato di zinco.

Tipologie più comuni:

isolante bituminoso – il bitume è una miscela termoplastica nera di idrocarburi, che nasce come residuo della distillazione dell'olio minerale. Può essere utilizzata in diverse forme come isolante: isolamento lubrificato (emulsione di bitume, solvente di bitume), fogli sottili o spessi, che possono essere protetti dalla superficie se necessario, e sono venduti in rotoli. Sono generalmente composti da più strati. È comunemente utilizzato come isolante dall'umidità del suolo, dal vapore, dalle piogge, dalle acque di servizio.

Impermeabilizzanti in plastica – fogli impermeabilizzanti possono essere fatti di diversi tipi di plastica. Possono essere una termoplastica chiamata plastomero (ad es. PVC plastificato (cloruro di polivinile)) o materiali elastomeri non termoplastici (simil-gomma, ad es. gomma butilica, EPDM). Sono generalmente composti da un solo strato. Raramente sono usati come isolante dall'umidità del suolo, dal vapore, dalle piogge, dalle acque di servizio.

Pellicola di polietilene (PE) – una sottile pellicola fatta in polietilene, utilizzata principalmente come barriera per il vapore. Si usano fibre per rafforzarne le proprietà meccaniche.

Pellicola di alluminio – una sottile pellicola di alluminio utilizzata come barriera per il vapore. Può essere multistrato e rinforzata con delle fibre.

Isolamento all'acqua e al vapore (impermeabilizzazione)

- si possono utilizzare diversi fogli e pellicole isolanti per l'acqua e il vapore. Per l'isolamento, sono importanti durabilità e resistenza ai raggi UV in luoghi che sono esposti alla luce solare, così come la formulazione impermeabile di stecche e fissaggi. Materiali isolanti sono bitume, plastica (comunemente PVC e polietilene) o alluminio. Sulla base della funzione, si possono distinguere isolamento dall'umidità del suolo, dal vapore, dalle piogge, dalle acque di servizio.

Tegole – materiale da costruzione utilizzato per coprire i tetti alti. Ve ne sono di diverse per forma e materiali. La funzione principale è quella di impedire all'acqua di entrare nella struttura. Allo stesso tempo, è importante evidenziare che non sono impermeabili ma formano una superficie a tenuta stagna, dunque è necessario un livello al di sotto di essi. Come livello più esterno, influenza anche l'apparenza dell'edificio a livello architettonico.

Rivestimenti per facciate (e sistemi di rivestimento) – lo strato

Tipologie più comuni:

Tegola (argilla e calcestruzzo) – singolo elemento che può essere fatto di argilla cotta o calcestruzzo. È caratterizzato da una varietà di forme. Le tegole sono fissate alle doghe del tetto, e si sovrappongono. L'angolo di inclinazione di questi tetti è preferibilmente di 35-45°.

Tegole bituminose – materiale autoadesivo fatto di bitume applicato su un substrato forte, la cui superficie è coperta da granuli. Deve essere fissato su un substrato continuo (ad es. OSB). Può coprire una varietà di tetti diversi e coprire angoli dai 15 ai 90°.

Tipologie più comuni:

Foglio di metallo – sottile foglio di metallo, generalmente con uno strato superficiale di zinco per la protezione contro la corrosione. I materiali possono variare, i più comuni sono: acciaio zincato, titanio-zinco, alluminio e rame. In termini di forma e fissaggio, i tipi più comuni sono:

tetto di metallo – una placca di metallo, che in apparenza forma delle tegole, ed è fissata al tetto con gli elementi che si sovrappongono. L'inclinazione del tetto deve essere di almeno 15°.

Placca trapezoidale – una placca autoportante con caratteristiche di una sezione trasversale, fissata alle flange. L'inclinazione del tetto deve essere di almeno 5°.

Tetto in metallo con cordone rialzato – fogli lunghi sono attaccati insieme e ai bordi con degli strumenti particolari. È necessario il supporto su tutta la superficie. L'inclinazione del tetto deve essere di almeno 10°.

Lastra di ardesia – materiale di singolo elemento, fatto di roccia di ardesia naturale. Una volta era comune l'uso delle lastre di amianto (che era sia un elemento singolo che un elemento largo di ardesia ondulata), che è un materiale fatto di amianto e cemento. Il suo utilizzo è adesso proibito, perché comporta particolari rischi per la salute. La fibra di cemento è un materiale simile all'ardesia prodotto senza l'amianto. È fissato alla superficie in modo continuo con chiodi o pinzatrici, con gli elementi che si sovrappongono. L'inclinazione del tetto deve essere di almeno 22°.

Tegole di legno – Spesse tra uno e due centimetri, larghe tra i 6 e i 22 centimetri, lunghe dai 30 ai 60 centimetri, sono materiali in legno spaccato o segato. Sono fissate al tetto con chiodi e gli elementi si sovrappongono. L'inclinazione del tetto deve essere di almeno 10°.

Canne – materiale naturale, le canne sono legate in fasci e fissate alle assi del tetto più spesse (50-110 cm). Hanno un buon isolamento termico, ma sono facilmente infiammabili. L'inclinazione del tetto è solitamente di 30-45°.

Tipologie più comuni:

Intonaco – materiale più comunemente utilizzato nelle facciate. La miscela di intonaco dopo essere mischiata con acqua è spalmata sul muro. Generalmente è composta da diversi strati con diverse funzioni. Per migliorarne la capacità meccaniche, viene installata una rete di rinforzo per l'intonaco. È applicato direttamente al sistema di isolamento tecnico o all'unità di muratura.

rivestimenti metallici – fogli metallici sottili e con forma sono utilizzati come struttura secondaria (ovvero non direttamente attaccati al muro). Il materiale può essere vario, tra i più comuni sono l'acciaio zincato, il titanio-zinco e l'alluminio. In base al progetto, i tipi più comuni sono:

Placca trapezoidale – una placca autoportante con una sezione trasversale trapezoidale

Copertura a cassetta – lamiera piegata di taglia media o piccola, composta da elementi rettangolari

Rivestimento a pannelli (pannelli sandwich) – non solo rivestimento per il muro, ma anche isolamento termico e dello spazio. C'è un centro dell'isolamento termico (solitamente PUR, PIR, lana di roccia) tra due fogli di metallo.

più esterno delle facciate, in aggiunta a contribuire significativamente all'aspetto dell'edificio, ha la funzione principale di proteggere gli strati sottostanti da danni meccanici e dalle precipitazioni. È caratterizzato principalmente da una variazione di aspetto e materiali usati.

Tipologie più comuni:

Rivestimenti in legno – coperture in assi, tavole o compensato, fissate alle strutture secondarie (ad es. doghe) con un divario tra di loro (è dunque consigliato – obbligatorio in Ungheria – utilizzare isolanti termici non combustibili per queste coperture). È necessario proteggere i rivestimenti dal tempo con trattamenti per la superficie. Grandi sbalzi di temperatura non sono ben tollerati dal materiale.

Rivestimenti in pietra – pietra naturale utilizzata per la facciata, tagliata in tegole da 2-8 cm. Generalmente fissate alla struttura secondaria con degli appositi elementi di allaccio, ma se la struttura lo permette possono essere anche incollati. La durabilità e la manutenzione del materiale dipendono dalla pietra e dal trattamento della sua superficie.

Rivestimenti in mattone – argilla cotta. Mattoni di normale spessore (10-12 cm) sono fissati a una struttura secondaria, ovvero i mattoni coprenti, spessi 2-3 cm, che sono fissati con la colla. Danno un aspetto distintivo all'edificio. È richiesta poca manutenzione.

Pannelli – pannelli autoportanti di superficie costante, fissati alla struttura posteriore meccanicamente (inchiodati o fissati). Il loro utilizzo è estremamente versatile, nel caso di strutture leggere può essere usato come placca di rivestimento, come substrato per il tetto e in molti altri casi per coprire divari e cavità.

Tipologie più comuni:

Cartongesso – Materiale di gesso e cartone. Non è combustibile e ha ottime proprietà di protezione dagli incendi (vi sono anche versioni con capacità antincendio migliorate). È sensibile all'acqua ma può essere impregnato. Ha un'ottima rigidità e resistenza agli impatti. Può essere utilizzato all'interno.

Pannelli di fibra di gesso – pannelli fatti di gesso, fibra di carta e additivi di lana minerale. Ha un'alta rigidità e resistenza agli impatti. Non è combustibile e ha buone proprietà di protezione dagli incendi. È meno sensibile all'acqua, quindi può essere utilizzato all'esterno con adeguata protezione superficiale.

Truciolato legato con cemento – composto di tagli di legno, cemento e additivi. È molto duro in superficie, è rigido e il materiale è resistente agli impatti. Non è combustibile o sensibile all'acqua e può essere utilizzato all'aperto.

Pannello a trefoli orientati OSB (Oriented Strand Board) – materiale in legno. Il nome si riferisce alla sua struttura, che ne assicura la forza, composta da tre strati: lo strato centrale di truciolato è perpendicolare rispetto al lato longitudinale e parallelo agli strati esterni. Le fibre vengono compresse a pressione alta con una resina resistente ad acqua e calore. Ha ottime proprietà meccaniche, è flessibile, resistente agli impatti e combustibile. È meno sensibile all'acqua, e può essere utilizzato all'aperto con adeguata protezione per la superficie.

Compensato – un pannello in legno composta da un numero dispari di strati di impiallacciatura pelati. Il tipo di legno e lo spessore degli strati rimane lo stesso. In passato i diversi strati venivano incollati, di recente questo processo è fatto con la resina. La direzione delle fibre dei diversi strati è sempre perpendicolare allo strato precedente. Ha ottime proprietà meccaniche, è flessibile, resistente agli impatti e combustibile. È sensibile all'acqua, ma può essere utilizzato all'aperto con adeguata protezione per la superficie e impregnazione.

a. Materiali da costruzione, dichiarazione di performance (DOP)

Per i costruttori e progettisti, l'edificio è composto di strutture ma anche di ingegneristica, come sistemi leggeri e pesanti. I sistemi ingegneristici ed elettrici di un edificio includono i cavi e le "unità", ovvero strumenti come il boiler o la caldaia, le tubature, la vasca e la rubinetteria. La struttura consiste di materiali da costruzione e prodotti, come lastre e travi, rivestimenti ricoperti di calcestruzzo e barre di rinforzo aggiuntive.

Alcuni materiali e prodotti da costruzione, alcuni strumenti e apparecchi sono chiamati prodotti da costruzione. Non è una coincidenza dire "alcuni" – come nel caso di strutture complesse come gli edifici, il sistema si sovrappone e ci sono delle eccezioni.

La costruzione è un problema serio, dato che le case vengono costruite e rimarranno per un periodo molto lungo, oltre ad esservi un quantitativo significativo di denaro necessario. È dunque essenziale che la legge regoli precisamente i processi e le condizioni di costruzione. Il Building Act precedentemente menzionato, dichiara che un prodotto da costruzione può essere installato o progettato in una costruzione se vi sono i requisiti minimi. Questi requisiti minimi sono definiti nel decreto governativo Ungherese 253/1997 "OTÉK" che regola i requisiti di pianificazione degli insediamenti e di costruzione.

I requisiti essenziali sono descritti nel dettaglio nel Capitolo 4.1 di questo manuale.

Un prodotto è considerato idoneo per un certo progetto o installazione se i requisiti essenziali sono rispettati, direttamente o indirettamente dalla performance del prodotto installato. Questo significa che i prodotti sono idonei se la casa costruita con questi prodotti funziona in modo adeguato e sicuro per un lungo periodo.

Un prodotto da costruzione può essere usato se – con poche eccezioni – la sua performance è certificata da una dichiarazione di performance (DOP), ovvero un documento emesso dal produttore che contiene le caratteristiche necessarie per il suo utilizzo e le performance legate ai requisiti minimi.

La DOP è stata creata dall'UE, con il regolamento 305/2011 del parlamento europeo e del consiglio, entrato in vigore il 1 Luglio 2013 che stabilisce condizioni armonizzate per la distribuzione dei prodotti da costruzione. Questo decreto regola la distribuzione di alcuni prodotti all'interno dell'unione. La DOP riassume in un documento le informazioni tecniche di un prodotto, come un "passaporto" di prodotto, con il marchio CE, che permette spostamenti liberi all'interno dei confini dell'unione.

La DOP deriva da questo regolamento UE abbreviato CPR, che include il mercato europeo, la libertà di movimento e la distribuzione dei beni. Una legislazione ungherese speciale, decreto 275/2013 sulla progettazione e installazione di prodotti da costruzione in un edificio richiede che un prodotto può essere utilizzato esclusivamente se possiede la DOP. Questo decreto è valido solo in Ungheria, ma molti paesi UE hanno gli stessi requisiti.

Seguendo i punti appena menzionati, si nota già l'importanza della certificazione DOP per i prodotti da costruzione e per tutti i partecipanti nel processo di costruzione. Per una migliore comprensione, viene brevemente spiegato con un esempio.

Un cliente vuole costruire una casa, con un'idea generale di come voglia che sia, e poi con il progettista discute e finalizza questa idea in un programma di progetto. Questa fase è importante, in particolare perché ci sia un professionista che aiuti a formulare le idee, chiarire i processi che si possono fare e se ne valga la pena, e anche cosa non si può fare.

Dopodiché, l'architetto progetta la casa, seguendo numerose fasi. Bisogna infatti determinare la performance tecnica dei prodotti da utilizzare in relazione agli elementi necessari già menzionati. Bisogna anche tenere in considerazione gli effetti della costruzione e dell'uso dell'edificio, così come i requisiti legali e le regole.

Il costruttore può installare questi prodotti da costruzione in case la cui performance – come dichiarato dal produttore nella DOP – corrisponde alla performance attesa specificata dal progettista. L'intero processo infatti viene documentato dalla DOP.

4.4 Sistemi impiantistici degli edificio - riscaldamento, raffreddamento, ventilazione

Gli edifici residenziali al giorno d'oggi sono difficili da immaginare senza i sistemi tecnici che sono diventati parte delle nostre vite quotidiane, e spesso non ne notiamo neanche il funzionamento. Questi sistemi sono tutte le apparecchiature legate alle tubature o ai cavi elettrici all'interno di un edificio: ciò include l'impianto idraulico, l'elettricità e il gas naturale, la canna fumaria e i relativi impianti e macchinari (boiler, ventilatori, termostato, radiatori etc.).

I sistemi impiantistici degli edifici svolgono una varietà di ruoli: forniscono comfort adeguati, come il riscaldamento in inverno e il raffreddamento in estate, forniscono l'acqua calda e fredda e drenano le acque reflue. In aggiunta, questi sistemi rendono possibile connettere l'elettricità proveniente dalla griglia ai nostri gadget elettronici, oppure si può generare l'elettricità tramite pannelli solari o simili. Altri sistemi comuni sono i sistemi di allarme e quelli di accesso, gli ascensori, gli impianti centralizzati di aspirazione e i sistemi di schermatura automatica.

Dal punto di vista ambientale, questo tipo di macchinari va prodotto nella stessa maniera in cui sono prodotti i materiali da costruzione, e quando smettono di funzionare diventano rifiuti. Il problema principale è il loro consumo di energia, che oltre ad essere costoso è la cosa che inquina di più.

I diversi sistemi impiantistici degli edifici sono espressi nel dettaglio nel Capitolo 6.1

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

5

**Architettura consapevole
dell'energia -
soluzioni passive**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

5

Architettura consapevole dell'energia - soluzioni passive

La domanda di riscaldamento e raffreddamento di un edificio si può ridurre con le soluzioni passive, che, in contrasto con i metodi attivi, utilizzano solo gli elementi dell'edificio e il sole senza necessità di altre fonti di energia. È un concetto comune che l'efficienza energetica di un edificio è il primo passo verso una casa con meno consumi: l'energia non utilizzata è quella più economica. Vale la pena installare sistemi attivi di energia rinnovabile solo nel caso in cui la domanda di energia sia già stata ridotta con sistemi passivi.

Se si tiene in considerazione l'intero ciclo di vita, le misure passive hanno anche il vantaggio che il loro impatto – causato dalla produzione dei materiali - sia molto basso o addirittura zero, mentre il loro contributo al risparmio energetico sia alto. Ad esempio, una forma di un edificio favorevole o un edificio esposto correttamente non ha impatti aggiuntivi, e l'isolamento termico ha impatti abbastanza ridotti (vedi Capitolo 4.3 per ulteriori dettagli).

L'applicazione di soluzioni passive dipende dal clima locale. Ci sono diversi sistemi di classificazione del clima, ma qui viene mostrata una semplice e pratica classificazione dell'Europa, che dipende dalla necessità di riscaldamento o raffreddamento:

- Freddo (climi dominati dal riscaldamento), ad es. Finlandia
- Moderato (climi dominati dal riscaldamento e raffreddamento/misti), ad es. Ungheria
- Caldo (climi dominati dal raffreddamento), ad es. sud-Italia

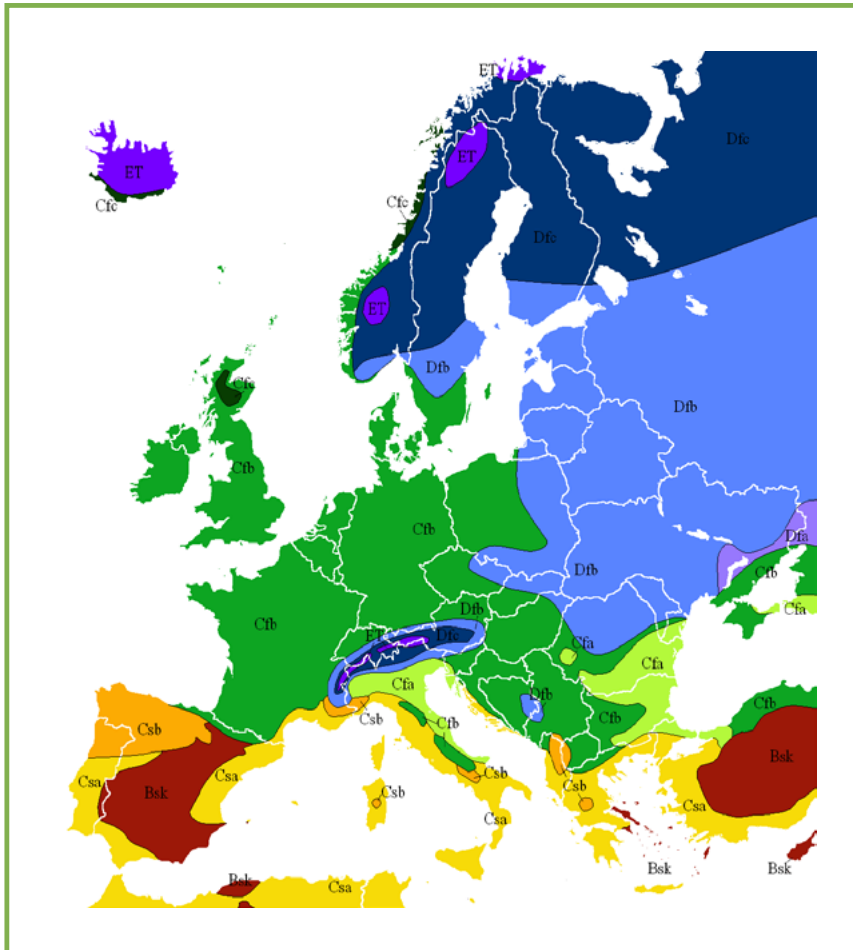


Figura 9: Climi in Europa secondo la classificazione climatica Köppen-Geiger⁴⁰

Le soluzioni di riscaldamento passive sono efficienti in climi dominati dal riscaldamento, le soluzioni di raffreddamento passive sono efficienti in climi dominati dal raffreddamento, entrambe sono rilevanti nel caso di climi misti.

5.1 Il bilancio di calore di un edificio

Il bilancio di calore di un edificio è essenzialmente il bilancio tra le perdite e i guadagni di calore. Negli edifici è necessario mantenere la temperatura impostata per garantire il comfort termico dei residenti. Se le perdite di calore equivalgono i guadagni, non è necessario il riscaldamento. Ma se le perdite eccedono i guadagni, sarà necessario un sistema di riscaldamento per fornire l'energia mancante.

⁴⁰ Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Climates_of_Europe.png

Tutti gli edifici hanno guadagni di calore, che coprono una certa quantità delle perdite e dunque ci permettono di non accendere il riscaldamento immediatamente se le temperature esterne vanno al di sotto dei 20 °C. Ad esempio, negli edifici Ungheresi, i sistemi di riscaldamenti si attivano solo quando la temperatura esterna cade al di sotto dei 12°C per tre giorni consecutivi, che solitamente accade alla metà di ottobre. In un edificio ben progettato per essere a basso consumo energetico, i guadagni di calore copriranno un rapporto più alto delle perdite, portando ad una stagione che richiede l'utilizzo del riscaldamento più breve e una minor domanda di riscaldamento. Questo si può ottenere tramite una strategia doppia: ridurre le perdite di calore e utilizzare il più possibile l'energia solare. Entrambi questi fattori sono importanti nella progettazione di un edificio a basso consumo.

Nei capitoli seguenti, vengono presentate soluzioni passive di riscaldamento e raffreddamento.

Bilancio di calore di un edificio

Se si considera il riscaldamento, le perdite di calore sono principalmente date dalla trasmissione e dalla ventilazione, mentre il guadagno proviene dalla somma delle radiazioni solari e dai guadagni interni:

- Le perdite di trasmissione sorgono come conduzione e trasferimento di calore attraverso le strutture
- Le perdite di ventilazione sono causate dallo scambio di aria interna calda con aria esterna più fredda,
- I guadagni solari originano dalle radiazioni solari che entrano nell'edificio dagli elementi trasparenti (e anche quelli non-trasparenti, opachi)
- I guadagni di calore interni sono le rese termiche da fonti interne il cui obiettivo non è di generare calore, come persone, elettrodomestici e macchinari
- In aggiunta, il bilancio di calore è influenzato dal cambiamento di calore immagazzinato nella massa degli elementi dell'edificio: il calore viene assorbito o rilasciato in base alle condizioni. In periodi più lunghi, il cambiamento nel calore immagazzinato equivarrà a zero se i cambiamenti sono periodici
- Se le perdite superano i guadagni, l'energia mancante viene data dal sistema di riscaldamento

Il bilancio di energia è la somma algebrica di questi elementi.

5.2 Soluzioni di riscaldamento passive

Le soluzioni di riscaldamento passive riducono la domanda di energia, che è importante nei climi dominati dal riscaldamento. In questi climi, solitamente prevalgono strategie “difensive”: le finestre sono piccole per ridurre le perdite di calore. Il riconoscimento dell’importanza del risparmio energetico, insieme al rapido sviluppo tecnologico delle vetrate negli ultimi decenni, hanno portato all’avvento dell’architettura solare: gli edifici sono progettati per sfruttare l’energia del Sole grazie a larghe facciate ben orientate e strutture pesanti che possono immagazzinare un grande quantitativo di calore. La domanda di riscaldamento di un edificio standard in Europa è di circa 200 kWh/m²yr, mentre per gli edifici a basso consumo è intorno ai 50-70 kWh/m²yr e per gli edifici a consumi estremamente bassi (case passive) può arrivare anche a 15 kWh/m²yr⁴¹. Le strategie per la riduzione della domanda energetica di riscaldamento tramite la riduzione delle perdite e l’aumento dei guadagni sono riassunte nelle sezioni seguenti.

Nell’architettura popolare tradizionale, si utilizzavano finestre di piccole dimensioni⁴²



41 Fonte: https://passiv.de/former_conferences/Passivhaus_D/Aufsatz_Passivhaus_1997.htm (ultima visita Aprile 2021)

42 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Szal_paraszth%C3%A1z%2Budvar.jpg (last access in April 2021)

a. Riduzione delle perdite di calore

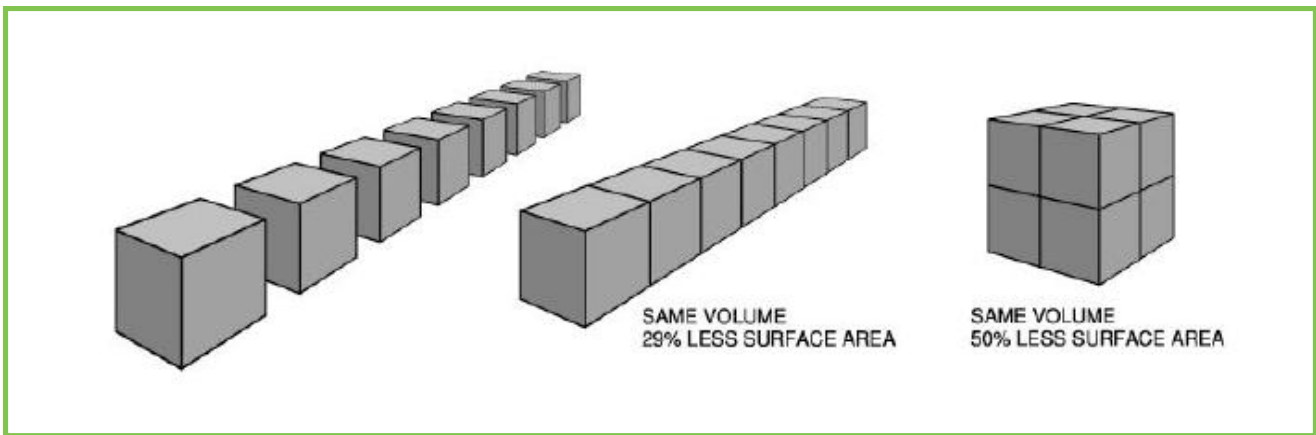
Le misure più importanti per ridurre le perdite di calore sono le seguenti: forma dell'edificio, isolamento termico e involucro ermetico dell'edificio. È importante menzionare un modo molto semplice ma efficiente di ridurre le perdite di calore: evitare di impostare la temperatura troppo alta. Una riduzione di un grado nella temperatura interna risulta in circa il 6-10% di risparmio energetico di un edificio standard nei climi moderati⁴³. Tuttavia, la temperatura va sempre mantenuta ad un livello abbastanza alto da fornire comfort termico adeguato.

Forma dell'edificio

La forma è importante. La maggioranza della qualità dell'energia di un edificio è determinata dai primi disegni dell'architetto. Una forma compatta avrà meno perdite di calore rispetto a forme più distribuite o complicate. La forma dell'edificio va caratterizzata dal rapporto superficie/volume (A/V): ovvero la superficie dell'involucro dell'edificio che separa l'interno riscaldato dallo spazio esterno, diviso dal volume riscaldato. È più favorevole un rapporto superficie/volume più basso, poiché la superficie a contatto con l'esterno è minore per ciascuna unità di volume. Un edificio ideale avrebbe una forma tonda, ma a causa di ragioni pratiche, gli edifici a cupola sono rari. Anche gli edifici cubici senza protrusioni non necessari possono essere benefici. Tuttavia, vanno evitate planimetrie molto profonde poiché la ventilazione e l'illuminazione naturale potrebbero non essere sufficienti all'interno. Ad esempio, nell'Europa centrale, la profondità massima che la luce del sole riesce a raggiungere in inverno è di circa 6 metri dalla finestra⁴⁴. Una struttura allungata rettangolare funzionerebbe bene sia per la riduzione del calore che per i guadagni solari.

43 Fonte: <https://www.energy.gov/energysaver/thermostats> (ultima visita April 2021)

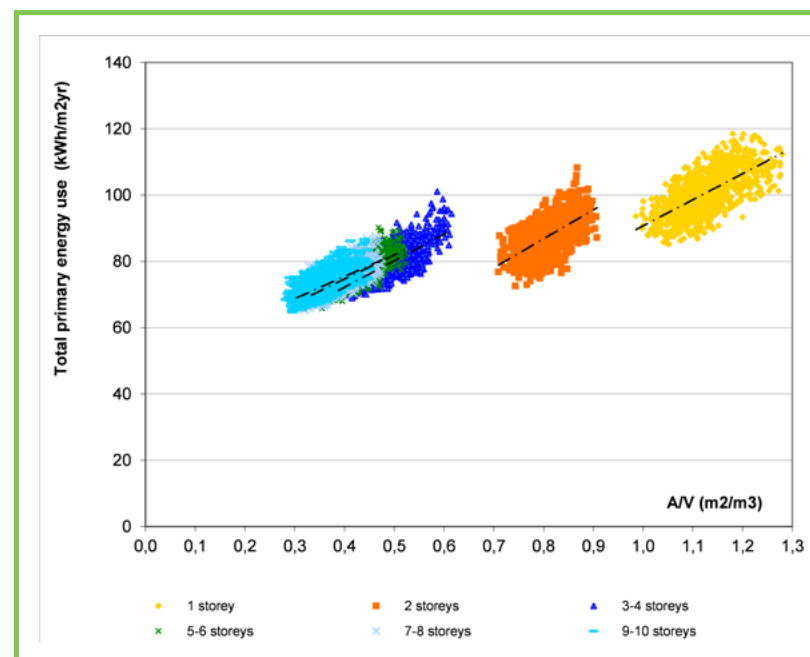
44 Zöld, András; Szalay, Zsuzsa; Csoknyai, Tamás: Energiatudatos építészet 2.0



Rispetto al primo caso, la seconda disposizione ha lo stesso volume ma il 29% in meno di area di superficie, mentre la terza ha il 50% in meno.

La dimensione è importante. Mentre l'aumento della superficie viene al quadrato, l'aumento del volume viene al cubo, dunque edifici più grandi hanno un rapporto superficie/volume più basso. Un grande appartamento multifamiliare ha una domanda di energia al m² più bassa rispetto a una casa distaccata con lo stesso livello di isolamento termico. La figura sotto mostra la domanda specifica primaria di energia di un edificio, con ogni punto che rappresenta un edificio (questa energia include il riscaldamento degli spazi e dell'acqua calda, moltiplicato dal fattore primario di energia che descrive l'efficienza della conversione del vettore energetico). Tutti gli edifici del campione raccolto con lo stesso livello di isolamento, gli stessi ponti termici, ermeticità, sistemi di servizio ecc., la cui unica eccezione sono la dimensione e la forma dell'edificio. I puntini gialli rappresentano gli edifici ad un livello, con una domanda di energia media di 100, mentre la domanda media di edifici più grandi, fino a 10 piani può abbassarsi fino ai 75 kWh/m²yr. Vi è anche grande differenza tra edifici della stessa categoria: la domanda di una casa compatta distaccata è circa 20 kWh/m²yr in meno rispetto a una casa dalla forma complessa.

*Figura 10:
Domanda totale di energia
(primaria) di un campione di edifici
con isolamento termico uniforme
ma diverso numero di piani e forma
diversa⁴⁵*



Lo spazio è importante. Bisogna notare che l'utilizzo efficiente dello spazio contribuisce al risparmio energetico. Persino le case meglio isolate e più compatte consumano energia, e risparmiare spazio significa risparmiare energia. Bisogna perciò considerare le necessità oggettive di una famiglia quando si sceglie la dimensione della casa. Bisogna notare anche che questo è un argomento complesso con diversi aspetti da considerare: ad esempio, i diritti alla casa e le considerazioni soggettive. La dimensione dell'edificio impatta anche lo spazio di terreno occupato, che è un indicatore ambientale.

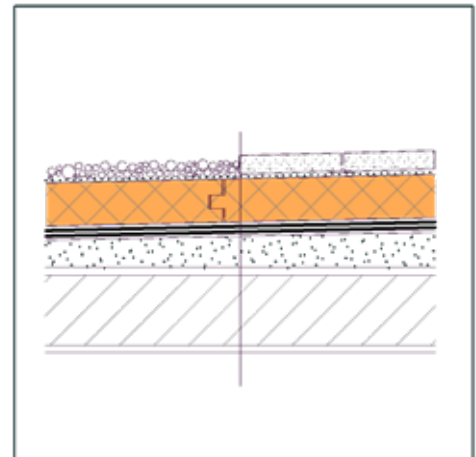
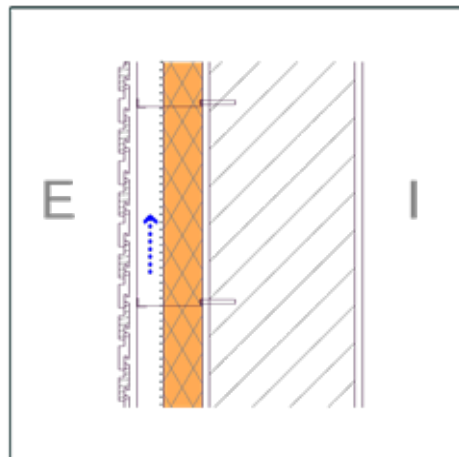
L'orientamento è importante. Quando si sceglie come orientare un edificio, bisogna considerare anche la direzione prevalente del vento e l'utilizzo favorevole del sole (vedi Capitolo 5.2.b). La planimetria e la suddivisione in zone del piano dovrebbe seguire il sole: spazi in cui si desidera una temperatura più bassa o questa è accettabile, come ripostigli, dispense e bagni dovrebbero essere orientati a nord, mentre le stanze utilizzate dovrebbero seguire il sole. Nei climi misti, due terrazze o balconi funzionano bene: uno orientato a sud e l'altro a nord, per utilizzarlo durante il caldo.

La trasmissione delle perdite di calore di un edificio viene ridotta in modo più efficiente se si applicano alti livelli di isolamento termico. Sebbene la produzione di isolanti termici produca emissioni e richiede energia, il tempo di compensazione ambientale è piuttosto breve per i materiali più comuni, ovvero: il risparmio energetico che si guadagna tramite l'isolamento termico eccede l'energia utilizzata per la produzione degli isolanti in pochi anni (vedi Capitolo 4.3). L'isolamento comporta risparmio energetico e assicura un buon comfort termico, oltre a proteggere l'edificio. Un effetto collaterale dell'isolamento termico è che le temperature delle superfici interne saranno più alte rispetto a quelle di una struttura isolata male. Questo va a influenzare la temperatura operativa, ovvero il risultato della temperatura dell'aria e della temperatura che irradia dalle superfici. La temperatura operativa è la temperatura che gli umani effettivamente sentono ed è utilizzata per descrivere il comfort termico. Se la temperatura che irradia dalle superfici è alta, per arrivare alla stessa temperatura operativa la temperatura dell'aria necessaria sarà più bassa, quindi portando ulteriore risparmio energetico.



*Inserimento di
cellulosa come isolante
in un attico*

*Mura
esterne
e tetto
piatto con
isolamento⁴⁶*



La trasmissione termica (valore U) mostra quanto calore è trasferito attraverso un metro della struttura di un edificio se vi è una differenza di temperatura tra due superfici esterne, in W/m^2K . Un valore U più basso indica un isolamento migliore. I valori tipici sono molto bassi: un valore U di 1 o maggiore di 1 indica una struttura isolata male, mentre elementi isolati bene hanno valori U tra 0.1 - 0.3 W/m^2K . Ad esempio, in Ungheria, le mura esterne hanno bisogno di un valore U minore di 0.24 W/m^2K , che corrisponde ad uno spessore di isolante di circa 14-16 cm se si utilizza un materiale convenzionale.

Un indicatore importante della capacità di isolamento nel caso delle strutture degli edifici, è il valore U detto anche trasmissione termica.

46 Fonte: Zsuzsa Szalay

I valori U delle finestre sono generalmente più alti dei valori U degli elementi opachi (per le finestre moderne si è intorno ai $0.7-1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$), ma bisogna ricordare che le finestre contribuiscono non solo alle perdite di energia ma anche ai guadagni: la vetratura trasmette l'energia solare alla stanza e questo riduce la domanda di riscaldamento (vedi Capitolo 5.2.b). Ad esempio, il bilancio complessivo dell'energia durante l'inverno di un edificio con le finestre orientate a sud è positivo: questo significa che più energia entra dai vetri di quanto calore è disperso dalle finestre. Quando si scelgono le finestre, è essenziale guardare al fatto che molti produttori riportano solo il valore U delle vetrature, che è migliore del valore U della cornice. Il valore U della finestra nel suo insieme è la media ponderata della superficie della cornice e della vetratura. Nei climi freddi, è necessaria una tripla vetratura con rivestimenti e riempimento di gas, mentre nei climi caldi è sufficienti una doppia vetratura.

Finestre in legno con doppia o tripla vetratura



Ponti termici

L'isolamento termico delle superfici è importante, ma bisogna prestare particolare attenzione ai dettagli dell'edificio. Si possono presentare perdite di calore ad ogni giunzione e ad ogni cambiamento negli elementi dell'edifici, ovvero ai ponti termici. Si pensi al ponte termico più semplice, presente in tutti gli edifici: gli angoli dei muri. Quando guardiamo agli angoli dei muri dall'interno, si vede solo una linea. Tuttavia, dall'esterno a questa linea corrisponde una superficie più larga, dunque le perdite di calore per questa linea sono più larghe che nella superficie generica. Questo tipo di ponte termico si chiama "geometrico". I ponti

termici geometrici sono presenti in tutti gli edifici e sono impossibili da evitare. Altri esempi di ponti termici sono cambiamenti nell'utilizzo del materiale ad es. pilastri portanti di calcestruzzo rinforzata o la congiunzione di una lastra di cemento con un muro di mattoni. Persino le travi di legno dei tetti sono ponti termici rispetto all'isolante di riempimento di un attico riscaldato, dato che la capacità di isolamento del legno è circa di tre volte minore rispetto a quella dell'isolante. È importante installare isolante termico aggiuntivo presso questi ponti termici, sia per minimizzare le perdite di calore che per evitare di ridurre

la temperatura della superficie interna. Se la temperatura della superficie interna scende al di sotto di un valore critico, aumentano significativamente i rischi di condensa e muffe.

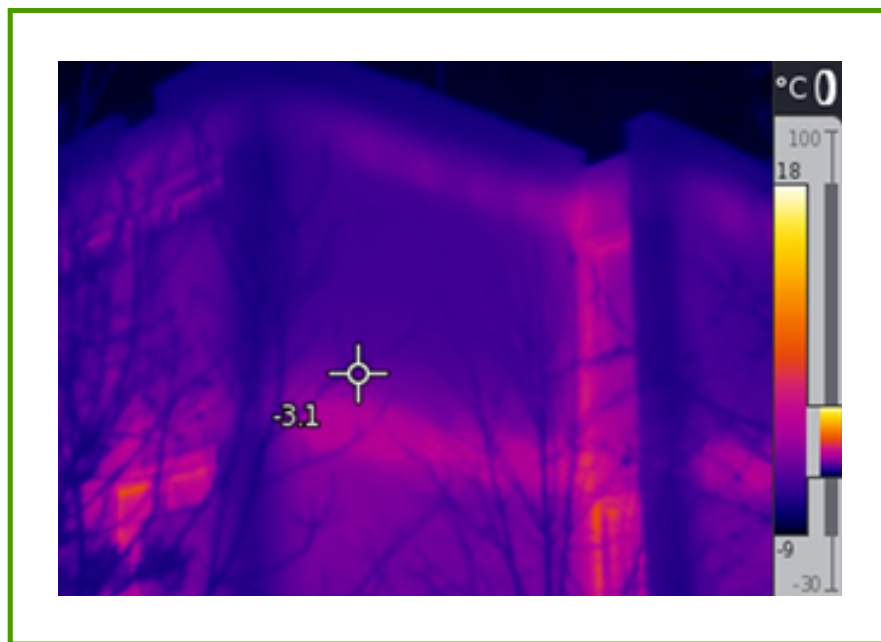
Formazione di muffa a seguito del cambiamento di una finestra, a causa dei ponti termici e ventilazione insufficiente⁴⁷



La gestione dei ponti termici è particolarmente difficile quando si fanno lavori di ristrutturazione, dato che è difficile isolare alcuni elementi e giunzioni. Ad esempio, isolare una lastra sul pavimento

significherebbe ricostruire interamente il pavimento e il cambiamento del piano terra può avere effetti su tutte le strutture adiacenti. In questo caso per ridurre le perdite di calore dal terreno si può fare l'isolamento del perimetro contro il pavimento ma anche questo richiede molto lavoro. Anche piccole insufficienze nell'isolamento possono causare grandi perdite di calore. Ad esempio, l'isolamento dovrebbe essere piegato per coprire il soffitto verticale al vertice della finestra, anche se il suo spessore viene limitato dalla cornice della finestra. L'opzione migliore è se le finestre siano installate in modo tale che siano connesse all'isolante della superficie o siano sullo stesso piano dell'isolante. Le carenze nel livello di isolamento possono essere controllate con l'aiuto di un termografo ad infrarossi.

I ponti termici possono essere rilevati con l'aiuto di termografia infrarossi⁴⁸



Ermeticità

Per il comfort e per la salute è necessaria l'aria fresca. Tuttavia, è importante distinguere tra ventilazione e infiltrazione. La ventilazione è un movimento deliberato dell'aria, per rimuovere gli odori e i contaminanti, e si ottiene aprendo le finestre oppure tramite un sistema meccanico di ventilazione. L'infiltrazione invece è uno scambio d'aria involontario tra l'interno e l'esterno attraverso le crepe nella struttura, e porta a perdite di calore non controllate. Per minimizzare l'infiltrazione, è necessario un cappotto ermetico per l'edificio.

In generale, si applica la regola della matita: se si guarda alla sezione trasversale dell'edificio, dovremmo essere in grado di seguire il cappotto senza alzare la matita. È più semplice avere un edificio ermetico se è in muratura solida o cemento, dove il cappotto dell'edificio si può saldare con l'intonaco interno. Nelle costruzioni leggere con cornici in legno o tetto a falde, vanno installate membrane ermetiche. Bisogna ancora prestare particolare attenzione ai dettagli: anche i buchi più piccoli, come le prese elettriche o le tubature possono contribuire a grandi passaggi di aria. Attraverso questi buchi, può entrare aria umida nella struttura e danneggiarla. Sebbene le finestre moderne siano molto ermetiche, le congiunture delle finestre sono tipicamente punti deboli: la congiuntura va quindi unita al muro con del nastro ermetico.

48 Fonte: Zsuzsa Szalay

Fornire aria fresca è necessario in un edificio ermetico, ma si può fare in maniera controllata. Se si ventila attraverso l'apertura di una finestra, è importante far ventilare l'appartamento almeno due volte al giorno o più in base all'uso. Nelle stanze umide, si possono applicare ventilatori per il controllo dell'umidità che si attivano automaticamente quando si raggiunge un certo livello di umidità. Si può anche ventilare l'ambiente artificialmente, e questo è un processo vantaggioso se l'unità di recupero del calore è installata, perché permette di ridurre significativamente le perdite di calore.

Blower door test

L'ermeticità di un edificio si può testare con il blower door test, ove un ventilatore crea una differenza di pressione tra l'interno e l'esterno. L'ermeticità dell'edificio, indicata dal cambiamento dell'aria/ora ad una differenza di pressione di 50 Pascal (ACH50 o n50), si può calcolare dal valore del flusso d'aria. Gli edifici più vecchi possono avere un valore n50 pari a 10, mentre tipicamente gli edifici moderni hanno un valore pari a 2-5 e i requisiti per le case passive sono 0.6 h-1. In alcuni paesi il test è obbligatorio per i nuovi edifici e può aiutare a filtrare gli errori di costruzione.

b. Aumento dei guadagni di calore

I guadagni di calore riducono la domanda di energia. Le due principali tipologie di guadagni di calore sono quelli derivati dal sole e quelli derivati dai residenti, dagli elettrodomestici e dalle apparecchiature. Dato che l'utilizzo degli elettrodomestici richiede elettricità, questa non deve essere sprecata per l'unico scopo di riscaldare gli ambienti, ed è valido acquistare macchinari che abbiano un'alta efficienza energetica. D'altra parte, l'energia solare è "gratis" e può contribuire significativamente al riscaldamento.

Guadagni solari

Qualsiasi edificio che abbia delle finestre utilizza i guadagni solari in modo passivo. Ovviamente, i guadagni solari dipendono dall'orientamento delle superfici. Nell'emisfero nord, le superfici orientate a sud con un'inclinazione che corrisponde più o meno alla latitudine, ricevono la massima radiazione solare incidente. Ad esempio, in Ungheria, la radiazione solare totale su di una superficie orientata a sud con un'inclinazione di 45° è di circa 450 kWh/m² durante

la stagione che richiede il riscaldamento, mentre per le superfici verticali è circa di 400 a sud, 200 a Est/Ovest e circa 100 a nord. Quando i guadagni di calore superano le perdite da una finestra orientata a sud nella stagione del riscaldamento, è dunque positivo avere un rapporto finestra/superficie alto, tuttavia per le stagioni estive bisogna prevedere modi di fornire l'ombreggiatura ed evitare il surriscaldamento (vedi Capitolo 5.3.a). de shading in the summer to reduce the risk of overheating. (see chapter 5.3.a)

Il fenomeno "serra"

Per capire come i guadagni solari producano calore, bisogna prima ricordare cosa sia l'effetto serra. L'energia del sole è trasmessa attraverso l'atmosfera e parte di questa energia è assorbita dalla superficie della terra. Il calore poi irradia dalla terra allo spazio, ma parte di esso è intrappolato nell'atmosfera dai gas serra e dunque riscalda il pianeta. Perché il calore viene intrappolato? Perché i gas serra trasmettono la maggior parte delle radiazioni ad onde corte provenienti dal sole, e bloccano la maggior parte delle radiazioni ad onde lunghe provenienti dalla terra. Lo stesso fenomeno si osserva negli edifici: la maggior parte dell'energia solare si trasmette tramite le vetrate, è poi riflessa, assorbita e irradiati dalle superfici finché non riscalda la stanza. È così intrappolata nella stanza dato che le vetrate, in modo simile ai gas serra, hanno una trasmittanza alta per le radiazioni ad onda corta ma molto bassa per le radiazioni ad onda lunga che vengono trasmesse dalle superfici della stanza. Il valore della trasmittanza del sole da parte delle vetrate è il valore G.

Massa Termica

La massa termica aiuta a ridurre le oscillazioni di temperatura all'interno di un edificio, comportando benefici sia in inverno che in estate. In inverno, le radiazioni solari sono assorbite dalla massa termica durante il giorno e poi rilasciate con l'abbassarsi delle temperature. Questo consente un maggior sfruttamento dei guadagni solari e dunque gioca un ruolo importante nei sistemi di riscaldamento solari passivi. In aggiunta, in casi come questo sarà sufficiente l'installazione di un sistema di riscaldamento con una potenza minore. Una massa termica più alta porta vantaggi agli edifici che sono utilizzati in modo continuo, come le case, ma può essere controproducente in una casa vacanze poco utilizzata, dato che rende più difficile il processo di riscaldamento. La rilevanza della massa termica nell'estate è spiegata nel Capitolo 5.2.

La massa termica è data da una funzione della densità e della capacità specifica di calore dei materiali da costruzioni. (La capacità di calore descrive il quantitativo di calore necessario per cui una certa massa possa produrre il cambiamento di temperatura pari ad una unità). Materiali pesanti, come il cemento, i mattoni e la pietra hanno una massa termica alta. La produzione di questi materiali richiede tipicamente un processo ad alta intensità energetica e va dunque tenuto in considerazione nella valutazione della performance per l'intero ciclo di vita. La massa termica effettiva dell'edificio dipende dai materiali vicini alle superfici interne degli elementi dell'edificio. Il calore assorbito in una sola giornata non penetra negli strati più profondi: lo spessore effettivo per una giornata è di circa 10 cm. Tuttavia, gli strati isolanti vicini alle superfici interne ridurranno questa massa. Ad esempio, un isolamento interno o addirittura un tappeto o un controsoffitto possono avere un effetto contrario alla massa termica.

Negli edifici isolati correttamente, il ruolo della massa termica è minore dato che il tempo di reazione dell'edificio ai cambiamenti di temperatura esterni è direttamente proporzionale alla capacità di calore e indirettamente proporzionale al coefficiente di trasferimento del calore. Se il coefficiente di trasferimento del calore è ridotto di molto negli edifici ben isolati, questi risponderanno più lentamente ai cambiamenti delle temperature (la costante tempo sarà alta).

c. Soluzioni di riscaldamento passivo innovative

Vi sono ancora molte soluzioni innovative di riscaldamento passivo. Alcune sono comuni già da 30-40 anni ma molte sono ancora in via di sviluppo e il loro utilizzo pratico è molto ridotto.

Spazio solare

Uno spazio solare è uno spazio esterno vetrato (simile ad una serra), orientato a sud, che non ha nessun dispositivo di riscaldamento. Lo spazio solare raccoglie la luce del sole durante i periodi di luce e grazie all'effetto serra si riscalda. Il calore poi si trasmette all'interno attraverso i muri e tramite i punti di ventilazione. La capacità di accumulo di calore si può aumentare attraverso l'uso di un sistema di accumulo in roccia (rock store) presso cui l'aria calda viene meccanicamente condotta (e immagazzinata) e il calore rilasciato successivamente per radiazione e conduzione. Se non c'è il sole, lo spazio fa da spazio aggiuntivo, riducendo le perdite di calore e proteggendo l'edificio da vento e pioggia. In condizioni meteo favorevoli, diventa uno spazio abitabile. Dato che lo spazio solare si possono facilmente surriscaldare durante l'estate, è necessario un sistema di ombreggiamento mobile. Inserire prese d'aria operabili all'esterno, sia in alto che in basso, aiuta a rimuovere il calore tramite ventilazione.

Convezione (muro di trombe)

Un muro di trombe è essenzialmente un muro pesante dipinto di scuro orientato a sud che assorbe le radiazioni solari. Il muro è coperto in vetro dall'esterno, con un piccolo spazio per l'aria tra i vetri che funziona come una serra. Il calore dalle radiazioni solari è accumulato nelle mura, e le stanze adiacenti sono quindi riscaldate con le radiazioni e uno scambio d'aria controllato tramite prese d'aria. L'operatività delle prese d'aria dipende dalla stagione e dall'orario del giorno: in inverno, le prese sono aperte durante la giornata per aiutare l'aria riscaldata

ad entrare nella stanza, ma sono chiuse durante la notte per evitarne il raffreddamento. Per ridurre il surriscaldamento durante l'estate, è necessario un sistema di ombreggiamento operabile.

*Muro di trombe in Francia*⁴⁹



Isolamento trasparente

L'isolamento trasparente combina la funzionalità del vetro con l'isolamento opaco: ha una buona capacità isolante ma può anche trasmettere l'energia solare e la luce del sole. Una costruzione è tipicamente fatta in vetro o plastica, nella forma di nido d'ape o di capillari. I materiali da isolamento trasparente vengono precedentemente applicati alle superfici delle finestre, dei muri e dei raccoglitori solari. Si può anche combinare questa struttura con il muro a tromba.

*Isolamento trasparente per il retro della facciata (Villa Tannheim, Freiburg)*⁵⁰



49 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trombe_Wall_by_Felix_and_Michel.jpg
50 Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Villa_Tannheim_in_Freiburg-Vauban,_Sitz_der_International_Solar_Energy_Society_\(ISES\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Villa_Tannheim_in_Freiburg-Vauban,_Sitz_der_International_Solar_Energy_Society_(ISES).jpg)

Materiali a cambiamento di fase

I materiali a cambiamento di fase possono aumentare la massa termica di un edificio. Questi materiali hanno una temperatura di fusione bassa, simile al limite del comfort termico umano. Quando la temperatura aumenta, il materiale cambia da solido a liquido e questa reazione assorbe il calore. Successivamente, quando la temperatura cala di notte, il materiale si solidifica e rilascia il calore.

Queste sostanze sono già presenti in commercio, ad esempio in intonaco e in tavole di cartongesso, ma il loro utilizzo non è ancora diffuso.

Muro di trombe con materiali a cambiamento di fase (Ebnet-Kappel, Switzerland)⁵¹



Parete solare

In una parete solare, viene installata una superficie scura metallica come rivestimento della facciata rivolta a sud. Dietro allo strato di metallo, vi è uno strato di aria ventilata che si alza quando si riscalda grazie alle radiazioni solari. I sistemi di connessioni al sistema HVAC dell'edificio e ai ventilatori d'aria sono utilizzati per trasportare l'aria calda all'interno e distribuirla tramite i condotti dell'aria. Questa tecnologia è relativamente semplice e poco costa, e può essere utilizzata con successo in edifici industriali.

51 Source: <https://www.schwarz-architekten.com/project/solarhaus-iii/>

5.3 Soluzioni di raffreddamento passive

Le soluzioni di raffreddamento passive possono ridurre di gran lunga, se non completamente, la domanda di raffreddamento di un edificio. È infatti possibile rimuovere il carico di raffreddamento in modo passivo, come illustrato nei capitoli successivi.

a. Riduzione dei carichi

Se da un lato la luce del sole è desiderabile in inverno, dall'altro quando le temperature esterne sono alte nei climi misti o quelli dominati dal raffreddamento essa dovrebbe essere bloccata. Si può ombreggiare un edificio con la vegetazione, con degli elementi di costruzione, con delle attrezzature specifiche o vetri appositi.

Vegetazione

Piantare gli alberi è un buon modo di controllare la temperatura interna. Si raccomandano i sempreverdi solo per il lato nord dell'edificio, per proteggerlo dal vento. Dal lato sud, sono migliori gli alberi decidui, che portano ombra in estate ma in inverno, dopo la caduta delle foglie, non impediscono al sole di entrare. La vegetazione inoltre ha il vantaggio aggiuntivo di fornire raffreddamento per evaporazione (vedi Capitolo 5.3.c).

La vegetazione può essere piantata anche sull'edificio, nella facciata o sul tetto, oppure al suo interno. Le facciate 'Verdi' hanno generalmente una struttura per supportare le piante. Le foglie forniranno ombra alla facciata e raffrederanno l'edificio per evaporazione se le piante sono annaffiate regolarmente. I tetti 'verdi' con uno spesso strato di terreno e piante più larghe (tetti intensivi) hanno un effetto simile, ma anche i tetti con uno strato di terreno messo spesso e piante più piccole (tetti estensivi) ridurranno il calore grazie alla massa termica.

Facciata "Verde"
(London, UK)⁵²



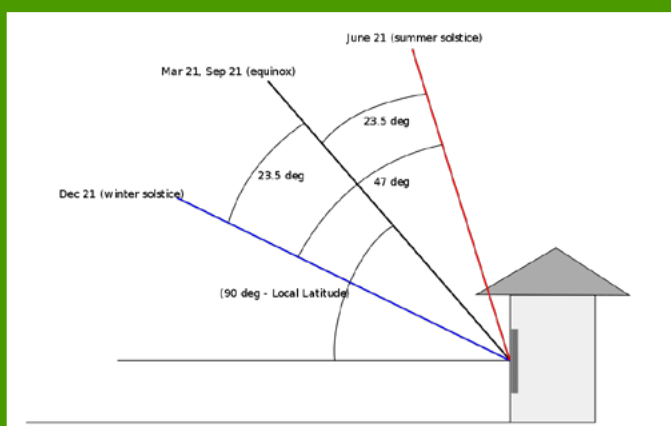
Progettare la lunghezza della sporgenza del tetto

La lunghezza della sporgenza va progettata in modo che produca ombra durante l'estate, quando il sole è in alto, ma senza ostruire il sole durante l'inverno quando questo è ad angoli più bassi. Ad esempio, in Ungheria, ad una latitudine di 47° Nord, l'altitudine del sole a mezzogiorno preciso è:

All'equinozio (21 Marzo/21 Settembre): $(90^\circ - \text{latitudine}) = 43^\circ$

Al solstizio d'estate (21 Giugno) : $(90^\circ - \text{latitudine} + 23.5^\circ) = 66^\circ$

Al solstizio d'inverno (21 Dicembre) : $(90^\circ - \text{latitudine} - 23.5^\circ) = 20^\circ$



Fonte immagine: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_altitude.svg

Ombreggiatura

Elementi sporgenti che forniscono ombra possono funzionare in maniera molto efficace se progettati bene. Per le finestre orientate a sud si possono utilizzare elementi orizzontali come tettoie, sporgenze del tetto o balconi.

Il movimento del sole e il cambiamento nella temperatura non sono perfettamente allineati durante l'estate, dato che il sole raggiunge il punto più alto a giugno ma il caldo più forte avviene a luglio e agosto. Dunque l'ombreggiatura va progettata in modo che protegga da sole anche ad agosto. Le sporgenze del tetto sono vantaggiose in quanto non bloccano la

luce naturale neanche in estate. Per le finestre orientate a est e ad ovest, le sporgenze orizzontali non sono molto efficaci in quanto gli angoli del sole sono molto bassi alla mattina e al pomeriggio. In questi casi, sono più efficienti delle alette verticali o dei dispositivi di ombreggiatura. Questi dispositivi hanno il vantaggio di non bloccare la luce del sole interamente, rendendo possibile lo sfruttamento della luce naturale.

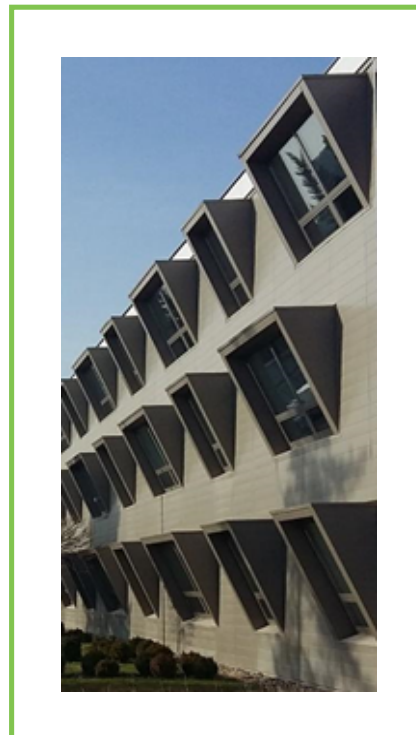
Per la protezione delle finestre, vi sono diversi dispositivi per l'ombra, come persiane, tapparelle, tende, ecc. In generale, i dispositivi esterni sono più efficaci in quanto bloccano la luce prima che raggiunga la finestra. Il calore è trasmesso attraverso le vetrate e poi assorbito dal dispositivo interno, dunque contribuendo al riscaldamento della stanza. I dispositivi interni sono più efficaci se riescono a riflettere molto bene il sole verso la finestra. Esistono anche dispositivi per l'ombra orientabili da inserire tra i vetri, che sono efficaci e protette dagli effetti del vento. I dispositivi per l'ombra che possono essere aperti e chiusi hanno il vantaggio di essere adattabili ai cambiamenti dell'uso in base alla posizione del sole durante il giorno e durante l'anno, oltre che a essere utili contro i riflessi. Nella tabella seguente sono indicati i fattori di riduzione che indicano la percentuale di guadagno solare che entra nella stanza per alcuni dispositivi mobili di ombreggiatura.

Un problema comune con questi dispositivi è che la maggior parte di essi riduce anche la luce naturale dunque rischiando di aumentare la necessità di luce artificiale. Le persiane con le doghe regolabili sono una buona soluzione per lasciare entrare la luce naturale, rimanere visivamente connessi con l'esterno e permettere la ventilazione contemporaneamente all'ombreggiatura.

Dispositivi per l'ombra	Fattore di riduzione	
	Se posizionate all'interno	Se posizionato all'esterno
Tapparella	-	0,1
Veneziana, chiara	0,45	0,15
Veneziana, scura	0,80	0,35
Tenda in tessuto, chiara	0,55	0,35
Tenda in tessuto, scura	0,85	0,6
Tessuti rivestiti in alluminio	0,2	0,1
Curtain, colore chiaro	0,8	-
Tenda, colore scuro	0,95	-

Figura 11: Fattori di riduzione per alcuni dispositivi per l'ombra⁵³

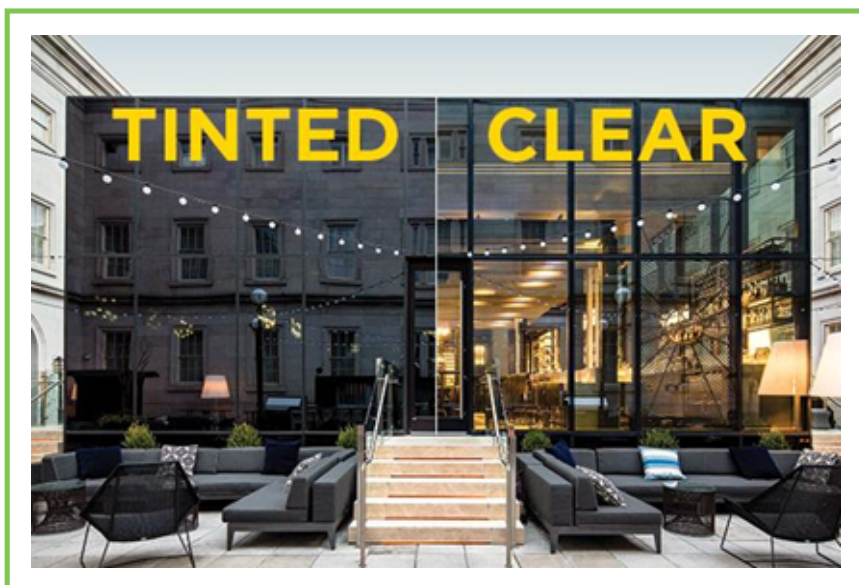
*Ombreggiatura con finestre inclinate
(ÉMI, Szentendre, Hungary)⁵⁴*



Vetri speciali

L'ombra si può ottenere anche con le vetrate. Esistono infatti molte diverse vetrate con rivestimenti e pellicole diverse. Le proprietà più importanti dei vetri sono la trasmittanza dell'energia solare (valore G o SHGC) e la trasmissione della luce visibile (VLT). Un valore VLT alto è sempre desiderabile, mentre il valore G è preferibile sia alto in inverno e basso in estate. I vetri normali non sono capaci di adattarsi al cambiamento delle condizioni, dunque in edifici residenziali è più adatta una combinazione di vetrate e dispositivi di ombreggiatura operabili, rispetto ad esempio a un vetro che controlli il sole ma non aggiustabile, dato che può anche causare cambiamenti nel colore della luce.

Esistono anche soluzioni innovative, sebbene siano costose, che consistono in tecniche speciali per le vetrate che ne cambiano le proprietà in base alle condizioni esterne. I vetri fotocromatici si scuriscono alla luce del sole, in modo simile agli occhiali da vista fotocromatici. Tuttavia, dato che cambiano in base alla luce, si potrebbero scurire anche in una giornata fredda ma soleggiata, durante la quale i guadagni di calore sarebbero positivi. I vetri termocromici rispondono al calore e si scuriscono in presenza di luce del sole più intensa.



I sistemi termotropici cambiano le loro proprietà di diffusione della luce in base alla temperatura. Le vetrate elettrocromiche hanno alterazioni transitorie e reversibili se esposti alla luce: il loro vantaggio è che possono essere controllati anche manualmente.

*Vetrate elettrocromiche
(Washington)⁵⁵*

54 Fonte: Zsófia Deme Bélafi

55 Fonte: <https://www.sageglass.com/en/article/what-electrochromic-glass>

Massa termica

In estate, la massa termica porta ad una riduzione dei picchi delle temperature e ad un ritardo temporale rispetto al picco esterno. La massa termica accumula il calore del sole e i guadagni interni durante il giorno, e rilascia il calore verso l'esterno tramite la ventilazione naturale quando le temperature esterne si riduce al di sotto di quella interna. Per maggiori dettagli, vedi Capitolo 5.2.b.

b. Rimuovere i carichi di calore

Ventilazione/Aereazione

I carichi di calore e il calore accumulato nella massa termica si possono rimuovere in maniera efficiente con ventilazione adeguata quando l'aria esterna ha una temperatura più bassa rispetto all'interno. Questo succede solitamente durante la notte in estate. I tassi di ventilazione si possono aumentare con la ventilazione trasversale aprendo le finestre su altri lati dell'edificio e le porte interne. Durante i momenti caldi della giornata, la ventilazione andrebbe ridotta al minimo per evitare un carico di calore aggiuntivo. Anche semplici ventilatori possono essere utilizzati per creare un movimento d'aria invece di lasciar entrare l'aria calda dall'esterno.

La ventilazione degli ambienti interni dell'edificio aiuta a ridurre il carico di calore. Uno strato d'aria ventilato dietro al rivestimento esterno della facciata fa sia da ombrello contro la pioggia che da parasole contro la luce. L'aria calda si muove più velocemente all'interno di questo strato e questo aumento nella ventilazione rimuove il caldo dalla superficie che si appoggia allo strato d'aria.

c. Soluzioni innovative di raffreddamento passivo

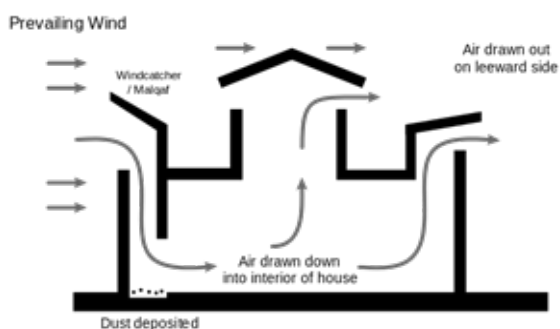


Il raffreddamento per evaporazione è utilizzato tradizionalmente in climi caldi e asciutti, come in Medio Oriente o nell'architettura mediterranea, e raffredda l'aria esterna. L'aria dovrebbe essere in contatto con l'acqua su una superficie larga, come una fontana o una piscina. Nel processo, l'aria riscalda l'acqua, che inizia ad evaporare e la temperatura dell'aria si abbassa senza ridurre la quantità di calore presente nell'aria. Questo tipo di raffreddamento aumenta l'umidità relativa dell'aria e dunque funziona solo nei casi in cui l'aria esterna sia abbastanza secca.

*Raffreddamento per evaporazione con piante e fontane
(Alhambra, Granada)⁵⁶*

Acchiappavento

Gli acchiappavento o torri eoliche sono tradizionalmente costruiti e usati in aree con climi caldi e aridi o umidi come il Medio Oriente e l'Egitto. Il loro ruolo principale è di migliorare la ventilazione naturale e raffreddare l'edificio portando all'interno aria esterna. Le torri eoliche si trovano in cima al tetto, dove la velocità del vento è più alta, e le bocchette per l'ingresso sono orientate nella direzione prevalente del vento. L'aria può essere fatta passare per il seminterrato o sopra le superfici d'acqua per pre-raffreddarla prima che entri nelle stanze. L'estrazione



può essere migliorata installando un piano Venturi sulla torre: l'effetto Venturi è il principio che la velocità di un fluido aumenta e la sua pressione statica diminuisce quando esso passa attraverso una tubatura ristretta.

Figura 12: Il vento è forzato all'interno delle torri eoliche tramite le bocchette, e esce dal lato opposto⁵⁷

56 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alhambra_Generalife_fountains.jpg

57 Fonte: <https://www.wikiwand.com/en/Windcatcher>

*Piano Venturi sul Progetto
Ungherese nest+ per
il miglioramento della
ventilazione naturale e il
raffreddamento passivo⁵⁸*



Camino solare

Un camino solare comporta ventilazione naturale e raffreddamento passivo. È un camino dipinto di scuro con una copertura in vetro orientata a sud, all'esterno dell'edificio cui è connesso. Quando viene esposto alle radiazioni solari, l'aria del camino solare si riscalda e l'alta differenza di temperatura porta l'aria calda ad alzarsi e uscire dal camino (effetto 'a camino'), tirando all'interno l'aria esterna attraverso l'edificio e creando una corrente d'aria all'interno. Una scalinata o un atrio a più livelli possono funzionare come camino solare.

58 Fonte: <https://www.wikiwand.com/en/Windcatcher>

Bibliografia e approfondimenti

- John R. Goulding (Author), J. Owen Lewis (Author), T. C. Steemers (Editor): Energy Conscious Design: A Primer for Architects, B T Batsford Ltd; Revised Edition (1993)
- Christian Schittich (Editor) Solar Architecture, Birkhäuser Architecture; 1st edition (November 24, 2003)
- Zöld, András ; Szalay, Zsuzsa ; Csoknyai, Tamás: Energiatudatos építészet 2.0, Budapest, Magyarország : TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. (2016) , 320 p. ISBN: 9786155445347 OSZK
- <https://www.passipedia.org/>
- https://energyeducation.ca/encyclopedia/Main_Page
- <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Home>
- <https://www.greenspec.co.uk/>

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

6

Soluzioni attive



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

6

Soluzioni attive

I sistemi tecnologici degli edifici sono una categoria che si compone di tutti i sistemi di servizio di un edificio, inclusi quelli meccanici, del gas e dell'elettricità, dei sanitari, del riscaldamento e dell'aria condizionata, della ventilazione, dell'ascensore e delle tubature, dei sistemi di sicurezza e telecomunicazione ecc.

Vi sono essenzialmente tre modi di ridurre il consumo di elettricità e di gas:

- ▶ Quando si progetta e costruisce una casa, bisogna puntare ad assicurare il consumo minimo di energia – ovvero soluzioni passive.
- ▶ Dispositivi ed elettrodomestici a risparmio energetico, e utilizzarli in maniera economica ed ecologica.
- ▶ Installare e utilizzare energia rinnovabile.

L'ultimo punto si può riferire anche ai sistemi di tecnologia dell'edificio. Queste soluzioni non si escludono reciprocamente: l'opzione migliore è di sfruttarle tutte.

Nel capitolo seguente, sono presentati i sistemi tecnici di un edificio più comuni e la loro rilevanza in termini ambientali.

6.1 Riscaldamento, raffreddamento, aereazione

a. Sistemi di riscaldamento

Un sistema di riscaldamento è un meccanismo che mantiene le temperature ad un livello accettabile, utilizzando l'energia termica all'interno di una casa. È spesso parte di un sistema HVAC: riscaldamento (heating), ventilazione, aria condizionata. Un sistema di riscaldamento può essere centralizzato o distribuito in ogni stanza.

Ogni sistema di riscaldamento consiste in due parti: la fonte di riscaldamento e il dissipatore di calore. Nei sistemi di riscaldamento centralizzati, le due parti sono separate l'una dall'altra. Ad esempio, nelle case che hanno un sistema di riscaldamento centralizzato, il calore è generato da un boiler o da una pompa di calore generale. Questo calore viene poi trasferito all'acqua calda nelle tubature che va verso ogni stanza ed è poi dissipato dai termosifoni o dalle tubature sotto i pavimenti.

Nel caso dei dissipatori di calore, solimante è più semplice e veloce, oltre che meno costosa, l'installazione dei termosifoni, rispetto al riscaldamento a pavimento. Il costo del riscaldamento a pavimento è molto più alto, anche se comporta in una superficie riscaldata molto più ampia. Da un lato è molto più confortevole, dato che vi è meno oscillazione nella temperatura. Dall'altro, ha costi operativi più bassi dato che i generatori di calore (boiler, pompe di calore) possono operare in maniera più economicamente conveniente dato che necessitano di una temperatura dell'acqua minore. Nelle case familiari moderne, i generatori di calore più comuni sono boiler a gas condensato, pompe di calore e gassificazione termica del legno o caldaie a combustione interna.

I generatori di calore più comuni sono le caldaie a condensazione di gas naturali, come il metano, che hanno un'efficienza pari all'86% per i nuovi dispositivi seguendo gli standard. Essi recuperano il calore del gas di combustione per preriscaldare l'acqua fredda che ritorna dal sistema di riscaldamento. Più fredda è l'acqua che ritorna dai termosifoni, migliore è l'efficienza del sistema. Per questo motivo le caldaie a condensazione funzionano meglio con il riscaldamento a superficie, come il riscaldamento a pavimento, a muro o a soffitto. Nel caso in cui questi non siano possibili, bisognerebbe almeno installare termosifoni con una superficie più larga del necessario, in modo da ridurre la temperatura di ritorno e rendere più economicamente conveniente il riscaldamento.

Una caldaia a combustione interna può essere una scelta conveniente in un'area rurale dove è disponibile legna d'ardere a basso costo. Tuttavia, questa tipologia di caldaie viene messa da parte, dato che molte persone non sanno bene come utilizzarle. Bruciare legna bagnata o rifiuti comporta nella diffusione di inquinanti molto nocivi. I gassificatori per legno per poter operare hanno bisogno di

legna che sia molto asciutta. Queste caldaie producono acqua calda ad alte temperature – una buona combinazione per i termosifoni tradizionali come radiatori di calore. Se è utilizzata per il riscaldamento a superficie, l'acqua riscaldata va mischiata con l'acqua di ritorno, riducendone però l'efficienza. Di conseguenza, è necessario installare un serbatoio di accumulo intermedio tra il generatore di calore e i radiatori.

Vi è un interesse crescente per le caldaie elettriche, da parte di chi ristruttura la propria casa o pianifica di costruirne una nuova. Queste caldaie non necessitano di permessi particolari per l'utilizzo del gas, non generano gas reflui che andrebbero rimossi, e funzionano bene con il riscaldamento tramite i termosifoni. Tuttavia, il principale svantaggio delle caldaie elettriche è che l'elettricità è una delle fonti energetiche più costose.

In aggiunta, esistono anche sistemi di riscaldamento ove sia il generatore di calore che il dissipatore di calore sono all'interno della stessa unità, ad esempio come i sistemi di aria condizionata con il riscaldamento o i termosifoni elettrici a petrolio. Questi sono più comuni in luoghi dove la domanda di riscaldamento è bassa o occasionale come le villette o regioni con inverni miti. Camini aperti e ventilatori riscaldanti solitamente vengono utilizzati come unità aggiuntive.

Più di recente, cavi di riscaldamento a basso costo, pannelli a infrarossi e pellicole riscaldanti sono comparse sul mercato. Utilizzando l'elettricità per il riscaldamento, il consumatore deve pagare un prezzo molto più alto per l'energia rispetto al gas naturale o al legno. D'altro canto, i costi possono diventare competitivi se combinati con sistemi di energia rinnovabile che generano energia elettrica, come il fotovoltaico.

Anche le pompe di calore usano l'elettricità ma sono 3-4 volte più efficienti di altre opzioni di riscaldamento elettrico. Questo perché raccolgono calore dal terreno e dall'aria e lo concentrano per l'utilizzo interno.

Caldaie a condensazione

Ad eccezione di alcuni paesi, le caldaie che utilizzano gas naturali sono uno dei sistemi più comuni per il riscaldamento. Attualmente sono utilizzate solo le caldaie a condensazione più efficienti. Esse sono anche la scelta migliore in termini di comfort e inquinamento dell'aria, e se combinate con isolamento termico adeguato sono una delle soluzioni più economiche. Dato il loro basso costo e la loro affidabilità le caldaie a condensazione sono molto più convenienti degli altri sistemi, a meno che l'installazione non sia possibile per qualche ragione o richieda ristrutturazioni molto costose, come l'aggiunta di una canna fumaria. Lo svantaggio più grande è che il gas naturale non è una risorsa rinnovabile, oltre ad essere prodotto al di fuori dell'Europa. L'impronta di carbonio del gas è più alta dei sistemi a legna o pompa di calore. Molti stanno cambiando la caldaia a gas con una elettrica in vista dei futuri incrementi di prezzi del gas e per ragioni ambientali. Per quanto riguarda altri inquinanti, la combustione del gas è relativamente pulita rispetto al carbone o alla legna, dato che non produce grandi emissioni né di polveri sottili, né di ossido di nitrogeno o di solfuri.

Impatti ambientali durante il ciclo vita

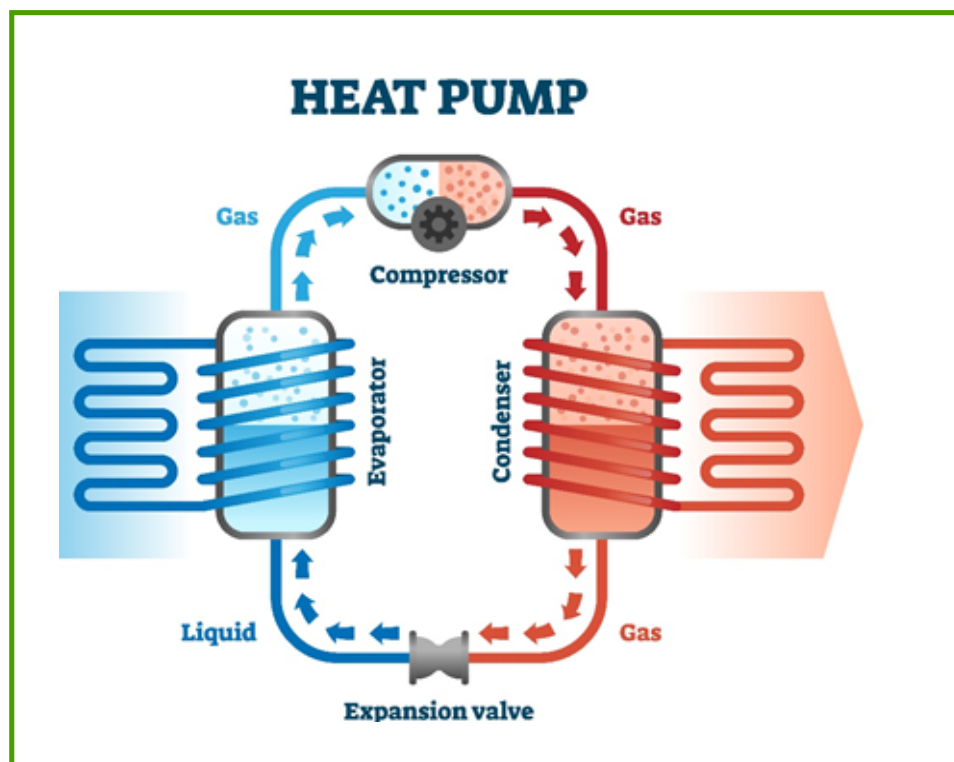
La produzione e l'installazione di questi sistemi non includono solamente la caldaia, ma anche gli altri elementi necessari per la sua funzione, come la canna fumaria, l'apporto di aria comburente ecc. Ma anche includendo questi fattori, l'impronta della produzione rappresenta solo una piccola parte dell'impatto che invece ha il riscaldamento quando viene operato. La fase operativa infatti include l'estrazione, il trasporto e la combustione di gas naturale, la manutenzione e la possibile sostituzione di pezzi. Dal punto di vista ambientale, la parte più importante è la combustione del gas naturale, dato che genera emissioni di CO₂. La combustione di un metro cubo di gas naturale rilascia circa 2 kg di diossido di carbonio. In aggiunta c'è bisogno che il gas arrivi alle case, e durante il processo di estrazione e trasporto parte di esso inevitabilmente viene rilasciato nell'atmosfera. Questo è un grande problema, dato che uno dei componenti principali del gas naturale è il metano, che è circa 30 volte più forte in termini di effetto serra rispetto al diossido di carbonio. A fine vita, lo smaltimento dei macchinari non comporta molti rischi per l'ambiente: la maggior parte delle caldaie e dei materiali accessori consiste di materiali facilmente riciclabili, come il metallo.

Pompa di calore / aria condizionata

Qualsiasi macchinario che estragga calore da un posto più caldo e lo trasporta ad un luogo con una temperatura più alta si chiama pompa di calore. Questa è la modalità in cui funzionano i frigoriferi e l'aria condizionata. Quando utilizzati per il riscaldamento, le pompe di calore funzionano come un frigorifero al contrario: raccolgono il calore esterno trasportandolo all'interno dell'edificio.

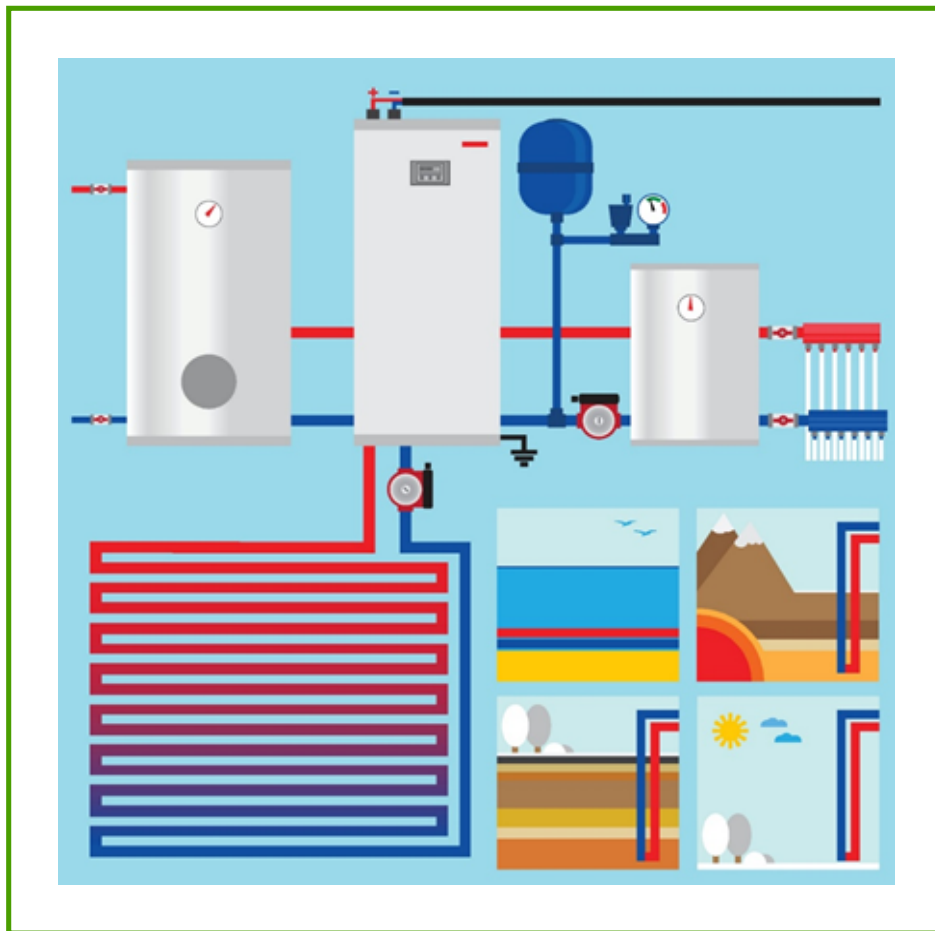
In base al progetto, alcune pompe di calore possono essere utilizzate esclusivamente per il riscaldamento ma vi sono anche tipologie disponibili che possono raffreddare durante l'estate o produrre l'acqua calda.

In una pompa di calore, il liquido refrigerante evapora in uno scambiatore di calore mentre assorbe il calore dell'ambiente (ad es. dall'acqua, dalle tubature nel terreno o dall'aria esterna) e successivamente lo rilascia mentre si condensa e torna allo stato liquido. Il ciclo poi ricomincia.



Si possono distinguere diverse tipologie di pompe di calore, sulla base del luogo dell'assorbimento del calore e del mezzo tramite cui ciò avviene. Vi sono tre diversi tipi di pompe di calore: aria-ad-aria, con fonte d'acqua e geotermica. Esse raccolgono il calore dall'aria, dall'acqua o dal terreno e lo concentrano all'interno dell'edificio. I tipi più comuni di pompe di calore sono quelli che utilizzano l'aria come fonte, che trasferiscono il calore tra la casa e l'aria esterna.

La fonte di calore può essere l'aria esterna, il terreno o, se possibile, anche le acque di superficie come i fiumi o i laghi. Un elemento delle pompe di calore acqua-acqua è che utilizzano il calore di acque di superficie o acque sotterranee e il mezzo che riscaldano è anche esso acqua. In modo simile, i sistemi terreno-ad-acqua estraggono il calore dal terreno e le pompe aria-ad-acqua estraggono il calore dall'aria esterna. Il mezzo riscaldato può essere l'acqua se l'acqua calda va poi nel sistema di riscaldamento centrale o si può gestire la temperatura anche semplicemente portando aria calda nelle stanze. In quest'ultimo caso, si parla di sistemi aria-ad-aria, acqua-ad-aria e terreno-ad-aria.



I sistemi aria- acqua sono quelli più comuni al giorno d'oggi, grazie al loro basso investimento iniziale. Per il funzionamento della pompa di calore è necessario l'utilizzo dell'elettricità. Tutte le pompe di calore sul mercato hanno un coefficiente di performance (COP) che rappresenta quanto calore è prodotto consumando una unità di energia. Il valore COP non è costante durante l'anno, di fatti la sua efficienza cambia sulla base del divario di temperatura da colmare. Ad esempio, i sistemi a sonda (terra) consumano meno in inverno rispetto ad una pompa di calore ad aria che abbia lo stesso risultato in termini di calore, perché gli strati più profondi del terreno non si riscaldano quando l'aria dell'ambiente. In modo simile, l'efficienza è maggiore se è sufficiente una temperatura più bassa per il riscaldamento, ad esempio nel caso del riscaldamento a pavimento.

DI conseguenza, è meglio utilizzare il valore SCOP, ovvero il coefficiente di performance stagionale (seasonal coefficient of performance) che descrive l'efficienza durante l'intera stagione di riscaldamento. Questo coefficiente si trova

sulle etichette energetiche delle pompe di calore insieme al SEER, ovvero al rapporto stagionale dell'efficienza energetica (seasonal energy efficiency ratio) se la pompa di calore può essere utilizzata anche per il raffreddamento. Entrambi i valori sono molto importanti quando si sceglie una pompa di calore, dato che più alti sono, più efficiente sarà la macchina. La produzione delle pompe di calore è anche la più rilevante in termini di utilizzo di risorse minerali, dato che queste macchine contengono un gran quantitativo di acciaio inossidabile, rame e altri materiali di valore.

Impatti ambientali delle pompe di calore

Produzione e installazione

La produzione delle pompe di calore e del liquido refrigerante è un processo che richiede molta energia e molti materiali, dunque può essere circa la metà degli impatti ambientali della pompa durante il suo ciclo vita. La produzione e installazione di sistemi di acque sotterranee che utilizzano più materiali e richiedono più lavori di installazione sono più pericolosi per l'ambiente rispetto alle pompe ad aria, ma durante la fase operativa richiedono meno energia elettrica.

Utilizzo

Anche se non viene prodotto alcun tipo di fumo, vi sono comunque emissioni indirette generate dalle pompe di calore che utilizzano l'energia elettrica. Sebbene queste emissioni non siano apparenti, l'energia va prodotta in un modo o nell'altro. Le emissioni indirette sono più alte nei paesi in cui la maggior parte dell'elettricità deriva dai combustibili fossili (come il carbone o il gas naturale). In questi casi, l'impatto ambientale complessivo di usare una caldaia a gas potrebbe essere minore rispetto ad una pompa di calore. Al contrario, ove una grossa proporzione dell'elettricità generate proviene da fonti rinnovabili, come l'energia solare, il vento o l'idroelettrico, le pompe di calore hanno meno emissioni di una caldaia a gas. È per questo che, se finanziariamente è possibile, le pompe di calore vanno abbinate a sistemi fotovoltaici che forniscano energia pulita per il

funzionamento della macchina. Dato che la proporzione di energie rinnovabili è in crescita, e dati i miglioramenti nell'efficienza delle pompe di calore, queste diventeranno sicuramente uno dei metodi di riscaldamento più ecoconsapevoli.

Perdite di refrigerante

Tutte le pompe di calore hanno circa 1-2 kg di un refrigerante particolare, le cui perdite avvengono molto lentamente negli anni, e potrebbero dunque richiedere di essere ricaricato. Sfortunatamente, questi refrigeranti sono gas ad effetto serra molto potenti, dunque una perdita anche di pochi kg equivale a centinaia o migliaia di kg di diossido di carbonio. Siccome in media, si perde circa la metà del refrigerante durante la vita utile del macchinario, questo comporta impatti ambientali abbastanza significativi, contribuendo fino ad un quarto dell'impronta di carbonio.

Demolizione e gestione dei rifiuti

Le apparecchiature principali delle pompe di calore sono quasi completamente riciclabili. Fanno eccezioni i tubi di plastica, gli accessori e altri componenti che vanno o ad incenerimento o che vengono scartati a fine del ciclo vita. Sfortunatamente, anche durante la fase di demolizione e smaltimento possono esserci perdite di refrigerante, dunque queste operazioni possono essere condotte solo da aziende certificate.

Fonte

1. Viral P. Shah, David Col DeBella, Robert J. Ries (2007): Life cycle assessment of residential heating and cooling systems in four regions in the United States.
2. Simona Marinelli, Francesco Lolli, Rita Gamberini, Bianca Rimini, Life Cycle Thinking (LCT) applied to residential heat pump systems: A critical review, Energy and Buildings, Volume 185, 2019, Pages 210-223, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.12.035>.

Caldaie a pellet

Le caldaie a pellet producono calore tramite la combustione di biomasse, il pellet, segatura o altri scarti del legno in base alla configurazione della caldaia. Rispetto ad altri sistemi di riscaldamento, il principale svantaggio è che la qualità dei pellet può variare ed è quindi difficile da controllare. In aggiunta, può essere scomodo dover riempire il macchinario costantemente con i pellet e rimuovere le ceneri che rimangono. Un importante vantaggio ambientale è che, il contenuto di carbonio dei combustibili non proviene da fonti fossili ma vegetali, ovvero emette esclusivamente il carbonio che la pianta ha raccolto durante la sua vita. Di conseguenza, la combustione di pellet contribuisce molto meno ai cambiamenti climatici rispetto alla combustione di gas naturale. Nonostante ciò, i pellet non possono comunque essere considerati climaticamente neutri, dato che vanno considerate anche le emissioni del taglio del legname, della produzione dei pellet e del loro trasporto. La combustione della biomassa comporta la rimozione di nutrienti dalle foreste e altre aree agricole, oltre a produrre inquinanti per l'aria: polveri di scarico, ossidi di zolfo, ossidi di azoto, gas cloridrico, ecc. Queste emissioni sono significative dato che avvengono in zone residenziali e dunque hanno effetti negativi sulla salute umana. Tuttavia, rispetto alla combustione della legna convenzionale, le caldaie a pellet sono più efficienti, hanno meno emissioni e sono un sistema più semplice da controllare e più conveniente.

Riscaldamento elettrico

Esistono anche sistemi di riscaldamento elettrico diretti, sebbene spesso siano installati solo in aggiunta ad altri sistemi di riscaldamento, dato che i costi operativi possono essere 3-4 volte più alti rispetto ad altri metodi di riscaldamento. Tuttavia, questi sistemi sono più semplici da regolare, convenienti, i costi di investimento sono minori e la costruzione è semplice se vi è abbastanza energia elettrica sulla griglia. Anche i requisiti di manutenzione sono minimi. Spesso vengono utilizzati al di là della stagione di riscaldamento, come nella tarda primavera quando è necessario solo un riscaldamento moderato. Nei climi miti e nelle case ben isolate possono anche provvedere a tutte le necessità di riscaldamento.

Vi sono molti tipi di riscaldamento elettrico, come i pannelli ad infrarossi, i termosifoni elettrici a petrolio, pellicole e cavi riscaldanti per il riscaldamento del pavimento e dei muri, ventilatori che producono aria calda, caldaie elettriche ecc.

Un evidente vantaggio del riscaldamento elettrico è che nel luogo in cui vengono utilizzate non sono generati inquinanti pericolosi. Le emissioni generate dalla produzione di energia elettrica, infatti, avvengono lontano dalle zone residenziali e sono rigorosamente controllate. Di conseguenza, gli impatti ambientali sono largamente determinati da come è prodotta l'energia elettrica, mentre gli impatti della produzione e della gestione a fine vita dei macchinari di riscaldamento non è di grande importanza. Generalmente non ha grande importanza neanche il tipo di sistema utilizzato (ad es. termosifoni, pannelli ad infrarossi, ecc.), dato che i fattori principali sono la quantità e la fonte di energia elettrica.

Teleriscaldamento

Il teleriscaldamento sembra essere una delle soluzioni più ecosostenibili negli ambienti urbani ad alta densità abitativa. I principali vantaggi ambientali derivano dal fatto che il calore può essere prodotto da una grande varietà di fonti di energia, come il calore residuo degli impianti di produzione di energia, dall'incenerimento dei rifiuti, dal gas naturale oppure anche tramite l'utilizzo di energia solare o geotermica.

Un altro importante vantaggio è che i grandi impianti di riscaldamento possono essere controllati e le loro emissioni ridotte in misura maggiore e più semplice rispetto alle singole caldaie.

Per questo motivo, molte città europee stanno sviluppando in maniera intensiva il teleriscaldamento. Come l'elettricità, gli impatti di questo tipo di riscaldamento sono dipendenti principalmente dalla fonte del calore.

Sintesi

La principale caratteristica dei sistemi di riscaldamento illustrati in questo capitolo è che la produzione dei sistemi che producono calore (caldaie, pompe di calore ecc.) è, dal punto di vista ambientale, quasi irrilevante. L'aspetto più importante è il quantitativo di calore che va prodotto durante l'utilizzo e da che fonte proviene. La combustione di legna da ardere e pellet, dal punto di vista della protezione climatica comportano maggiori benefici, ma contribuiscono

all'inquinamento dell'aria a livello locale. Sarebbe più appropriato utilizzarle per il teleriscaldamento, dato che è molto più semplice raccogliere i gas reflui nei grandi impianti di riscaldamento.

La combustione di gas naturale ha esattamente gli effetti opposti: brucia in maniera molto più pulita, non contribuendo all'inquinamento locale, ma non è una risorsa rinnovabile e il suo ciclo di vita comporta emissioni di CO₂ più importanti.

L'utilizzo del riscaldamento elettrico è più costoso e porta benefici ambientali solo se l'elettricità proviene da fonti rinnovabili. Le pompe di calore sono molto efficienti nel convertire l'elettricità in calore, ma sfortunatamente le perdite di refrigerante compensano parzialmente questi benefici, dunque le pompe di calore sono competitive solo nel momento in cui l'elettricità utilizzata proviene in larga misura da fonti rinnovabili.

È importante ricordare che il miglior tipo di energia è quella che non viene prodotta.

b. Ventilazione

Al giorno d'oggi, durante le ristrutturazioni degli edifici residenziali, solitamente vengono sostituite porte e finestre, vengono isolati il tetto e la facciata, e talvolta anche i vecchi sistemi di riscaldamento vengono aggiornati. Non si parla spesso di ventilazione, anzi essa viene spesso dimenticata.

Le vecchie porte di legno, anche se chiuse permettono il passaggio d'aria, portando ventilazione. Le nuove porte e finestre sono invece completamente ermetica, dunque nel caso di edifici rinnovati bisogna prestare più attenzione alla ventilazione.

In aggiunta, è ben noto che al giorno d'oggi si spende molto più tempo all'interno rispetto ai tempi antichi. Il 90% del tempo in cui lavoriamo, ci riposiamo e facciamo attività che ci piacciono è speso all'interno, in edifici chiusi. Di conseguenza, la qualità dell'aria che respiriamo è diventata molto importante. Se un

edificio non è ventilato correttamente, ad esempio se le finestre sono nuove ma non vengono aperte spesso, l'umidità dell'aria e la quantità di inquinanti può aumentare significativamente.

In base alle abitudini degli occupanti dell'edificio, gli inquinanti prodotti in un'abitazione media possono essere:

- ▶ Vapori causati da espirazione, attività da cucina, bagno, ecc.
- ▶ Diossido di carbonio da espirazione
- ▶ Altri gas e vapori (ad es. dal fumo)
- ▶ Altri prodotti da combustione (ad es. se si utilizzano fornelli a gas)
- ▶ Decomposizione di prodotti organici, evaporazione dei prodotti e materiali dell'edificio
- ▶ Polvere, pollini e materie in sospensione
- ▶ Virus, batteri, funghi e altre spore nell'aria
- ▶ Odori dalla cucina e dai bagni

L'umidità è un componente essenziale della qualità dell'aria. Per un adulto sano, è ottimale una percentuale di umidità tra il 40 e il 60%. Durante l'espirazione, in aggiunta al vapore, viene rilasciato in aria un grande quantitativo di diossido di carbonio. L'aria interna si può considerare buona se il diossido di carbonio rimane al di sotto di 1 ppm (parti per milione).

Spore fungine sono sempre presenti all'interno, indipendentemente dalle condizioni. Se vi sono altre condizioni, (assenza di ventilazione, angoli dei muri o altri ponti termici che si raffreddano al di sotto del dew point, vi è condensa, l'umidità relativa interna sale al di sopra del 75%, vi è alto sviluppo di umidità) allora inevitabilmente compariranno delle muffe. Con un'adeguata ventilazione si possono ridurre le possibilità che questo accada.

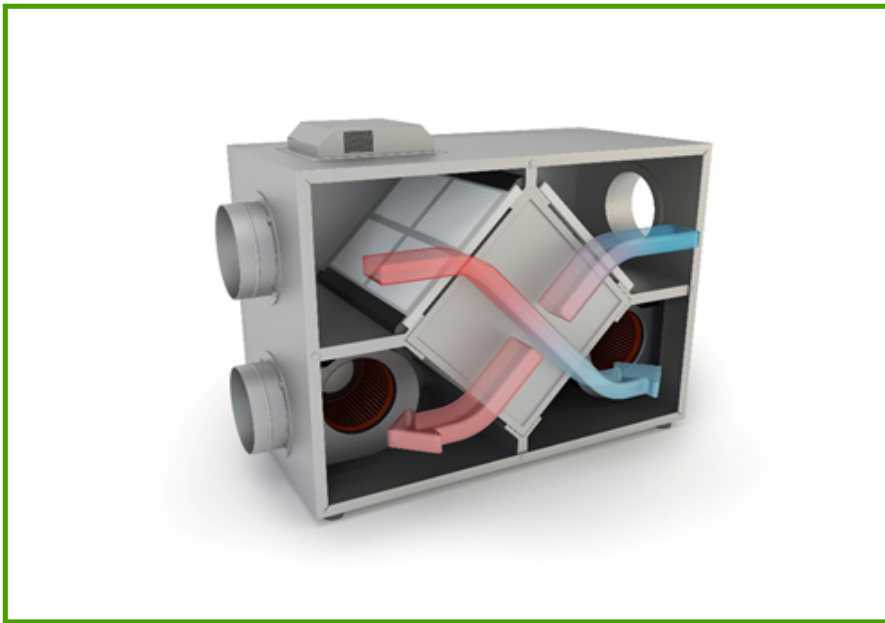
Secondo gli standard, i requisiti minimi di aria fresca per una persona a riposo, che stia facendo un lavoro sedentario o un lavoro fisico ma leggero, è di 30m³/ora per persona. Questo requisito può essere più alto nel caso di lavoro fisico medio o pesante. La ventilazione media data da una finestra che viene aperta due o tre volte al giorno, su una media di 24 ore, è di circa 4 m³/ora. È semplice notare che, se sono installate nuove porte e finestre non è possibile avere il giusto quantitativo di aria pulita semplicemente aprendo le finestre, in particolare se vi sono diverse persone nella stanza. Gli edifici nuovi o ristrutturati richiedono più ventilazione, dunque si sta diffondendo sempre di più la ventilazione meccanica controllata.

Un altro argomento a favore della ventilazione meccanica controllata è che, aprendo semplicemente le finestre, è difficile se non impossibile migliorare la qualità dell'aria, dato che l'aria esterna è spesso molto inquinata. In aggiunta, vi sono sempre più persone che convivono con malattie respiratorie come allergie, asma o altro, e che quindi rendono proibitiva la ventilazione con l'aria esterna.

Una modalità di ventilazione è quella di costruire i condotti d'aria con un sistema di ventilazione centrale. Se un'abitazione ha già un sistema di ventilazione o sta per essere costruita, è bene considerare questo sistema.

D'altro canto, le installazioni di condotti d'aria richiedono pochi lavori di costruzione, dato che è necessario solo un buco di 8 cm che connetta il ventilatore interno a quello esterno attraverso il muro. Quando è possibile creare ventilazione separatamente per ogni camera, è possibile installare sistemi di ventilazione senza condotti d'aria.

I sistemi meccanici di ventilazione forniscono solo lo scambio e la filtrazione d'aria necessari ma possono comportare perdite significative di calore in climi freddi. Per questa ragione, sono spesso utilizzati sistemi di ventilazione meccanica controllata a recupero di calore (ERV). Questi utilizzano uno scambiatore di calore che riscalda l'aria fredda esterna grazie all'aria calda interna, riducendo le perdite di calore date dalla ventilazione.



*Ventilatore a
recupero di calore*

Impatti ambientali della ventilazione

La produzione e lo smaltimento dei sistemi di ventilazione sono generalmente fattori trascurabili rispetto all'utilizzo dell'energia. L'unica eccezione sta nell'utilizzo delle risorse minerarie per i ventilatori che contengono metalli preziosi come il rame, l'alluminio e l'acciaio inossidabile.

Durante la fase d'uso, l'impatto più importante è dato dal consumo di energia. Il consumo di energia dipende da due fattori: il consumo da parte dei macchinari, e l'energia termica necessaria per compensare alle perdite di calore causate dalla ventilazione. Ad esempio, anche quando non viene utilizzata alcuna elettricità se si aprono le finestre, avvengono comunque delle perdite di calore o di freddo che vanno poi rimpiazzate. Nel caso di sistemi di ventilazione a recupero di energia, le perdite di calore sono minori ma è necessario, comunque, l'utilizzo di energia aggiuntiva per operare gli scambiatori di calore.

6.2 Illuminazione

La progettazione dell'illuminazione di un appartamento dipende molto dallo stile di vita degli occupanti. Molte persone vogliono infatti determinare lo stile e l'atmosfera degli ambienti, e non vogliamo togliere questo tipo di lavoro creativo a nessuno. Tuttavia, per ottenere un'illuminazione ottimale in tutti gli spazi della casa (niente di più, niente di meno) è valido chiedere consiglio ad un esperto di illuminazione o ad un interior designer. Se si vuole utilizzare illuminazione eco-consapevole, ecco alcuni consigli da seguire.

Il 14% dell'energia elettrica utilizzata in un'abitazione media europea è utilizzata per l'illuminazione, comportando un grosso impatto sull'ambiente. Questo può essere ridotto utilizzando fonti luce moderne e con una progettazione accurata, comportando anche benefici economici per i residenti.

Quantitativi utili nella scelta della fonte luminosa

Non vengono presentate in questo manuale le definizioni che si possono facilmente ricercare online. Piuttosto, cerchiamo di illustrare le informazioni utili per il consumatore, il significato dei dati che si trovano sul packaging in modo che al momento dell'acquisto si possa fare una decisione informata.

- Flusso luminoso
- Efficienza Luminosa
- Vita utile media
- Temperatura del colore
- Indice di resa cromatica (R_A)

Flusso luminoso: tutte le radiazioni emesse da una fonte luminosa per unità di tempo che si possono percepire come luce visibile. Il calcolo tiene in considerazione la sensibilità dell'occhio umano all'interno della media dello spettro visibile (giallo - verde). Unità: lumen [lm] (Una lampada incandescente da 75 watt emette circa 1000 lm) (Spettro: luce bianca calcolata da colore o lunghezza d'onda)

Efficienza Luminosa: la lampada converte energia elettrica in radiazioni luminose utili, e il rimanente in calore, talvolta in radiazioni invisibili come UV (Ultravioletto) o IR (infrarossi). L'efficacia mostra quanto flusso luminoso una lampada fornisce da 1 W di energia elettrica. Questa è la caratteristica più importante nella fase d'uso del ciclo di vita

Vita utile media: è importante da un punto di vista economico e ambientale. Qui viene considerato il concetto di vita in modo diverso: i LED non si rompono in modo ovvio, ma il loro flusso luminoso si riduce nel tempo. La vita attesa si conclude quando il flusso luminoso si riduce del 70% e si indica con L70. La vita utile dei LED può essere significativamente ridotta se vengono utilizzate in temperature molto alte.

Il confronto tra diverse lampade andrebbe fatto quantificandone la funzione, che implica anche il tempo per cui la lampada riesce a svolgere tale funzione. Ad esempio, se bisogna scegliere tra una lampada compatta fluorescente con 10.000 ore di vita o una lampada a LED con 20.000 ore di vita, bisogna fare un confronto tra due lampade fluorescenti e una lampada a LED. Se consideriamo la vita utile di una lampada a LED per 20.000 ore, avremmo bisogno di comprare due lampadine incandescenti da 10.000 per avere lo stesso tempo funzionale, e il loro consumo energetico è circa 10 volte più alto dei LED. Per questo le lampadine incandescenti non sono più in vendita nell'UE.

Temperatura del colore (T_{cc}):

in parole povere, quando un materiale viene riscaldato, esso emette luce a temperatura più alta, e il colore della luce cambia in base alla temperatura. Inizialmente la luce è rossa e più si aumenta la temperatura più la luce diventa blu. Di conseguenza, si può usare la temperatura per caratterizzare la sfumatura di luce da utilizzare.

- Bianco caldo ($T < 3300K$)
- Bianco neutro ($3300K < T < 5500K$)
- Bianco freddo ($T > 5500K$)

Anche chiamato "luce naturale", perché il colore della temperatura del sole è di circa 6000K.

Si raccomanda di utilizzare il bianco caldo in un appartamento, mentre il bianco neutro per il bagno e le zone di lavoro. È particolarmente fastidioso quando le fonti di luce con colori diversi sono mischiate all'interno della stessa stanza.

Indice di resa cromatica (R_A): mostra quanto una fonte di luce riproduca fedelmente o distorca i colori che sono percepibili con la luce naturale. Le lampade ad incandescenza sono le migliori in questo campo ($R_A = 100$), ma tutti i valori R_A al di sopra di 80 sono accettabili per un appartamento. Per le lampadine a LED, ottenere una resa cromatica migliore riduce l'efficacia.



	Incandescente	CFL (Compact Fluorescent Lamp)	LED (Light Emitting Diode)
Efficienza Luminosa [lm/W]	10-15	50-70	80-200
Vita utile media [ore]	1000	8-12000	10-50000

Figura 13: Confronto di fonti luminose⁵⁹

Le caratteristiche presentate vanno applicate alle fonti di luce come le lampadine, e si possono trovare come indicazioni sulla scatola. Per poter godere della luce giusta in ogni ambiente dell'appartamento, bisogna che siano ben posizionate e bisogna progettare l'illuminazione generale, locale, diretta, indiretta e la possibilità di regolare e affievolire le luci. In altre parole, bisogna soddisfare i bisogni di illuminazione. Si consiglia l'aiuto di uno specialista, dato che un'illuminazione povera stanca molto gli occhi e riduce la sensazione di comfort. Anche una luce eccessiva può dare fastidio, oltre che ad essere uno spreco di energia e un aggravio per l'ambiente.

*Informazioni sulla confezione. (L'efficienza luminosa è:
1100lm/12W=91lm/W)*



59 Fonte: György Gröller

Illuminamento

Siamo capaci di vedere con gli occhi la densità della luce, ovvero i raggi di luce che si proiettano da un oggetto nella direzione dell'occhio che la percepisce. Misurare e controllare la densità di luce in uno spazio limitato è abbastanza difficile, dunque le condizioni di illuminazione all'interno vengono determinate misurando il quantitativo di luce che cade sugli oggetti. Questo fattore è chiamato illuminamento, ovvero il flusso luminoso per unità di area ($\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lux [lx]}$). Gli standard e le raccomandazioni di illuminazione – in parallelo con altri quantitativi di illuminazione – indicano questo fattore per diversi ambienti. All'interno di un appartamento, per il salotto sarebbero necessari 100-300 lux, 300-500 lux per leggere, 750-1000 lux per il piano da cucina o per i lavori più meticolosi. In aggiunta ai livelli indicati, è importante che la luce sia uniforme. Una luce buona ed economica si può combinare con un mix di luce generale e locale: ad esempio, nel salotto utilizzando una luce generale a cui si può aggiungere una lampada da lettura, in cucina con luce per il piano di lavoro, una lampada da tavolo sulla scrivania ecc. è più semplice avere una luce uniforme utilizzando luce indiretta, con più fonti di luce ma meno energia, e se il riflesso sui muri è alto. In aree ben illuminate, è possibile vedere i dettagli degli oggetti in modo più accurato, lavorare in modo più efficiente, e stancare meno gli occhi. L'illuminamento non è automatico, dipende dal flusso luminoso delle lampade, dalla distribuzione della luce dalle fonti di luce, dal riflesso delle superfici e dalla luce naturale. Di conseguenza, si consiglia di cercare l'aiuto di uno specialista per pianificare l'illuminazione, dato che avere un'illuminazione povera porta occhi molto stanchi e riduce la sensazione di comfort. Anche una luce eccessiva può dare fastidio, oltre che ad essere uno spreco di energia e un aggravio per l'ambiente.

Illuminazione 101

Luce naturale

La luce naturale è sicuramente la fonte più economica e che porta meno danni ambientali. Se è possibile lasciar entrare luce dalle finestre, grazie ad una corretta esposizione dell'edificio e l'utilizzo di superfici riflettenti e ombreggianti, si pos-

sono ottenere risparmi significativi di energia per l'illuminazione. Un appartamento soleggiato e luminoso ha un effetto positivo sul nostro umore ma anche sulla nostra abilità di lavorare. Certamente, se diventa troppo comporta dei bagliori ed è quindi importante pensare anche ai modi di regolare e schermare la luce. Sicuramente va tenuto in considerazione anche il fatto che l'isolamento termico delle finestre è 2-3 volte minore rispetto a quello dei muri, dunque quello che otteniamo da finestre più grandi può essere perso per il riscaldamento.

La soluzione illustrata in figura permette di lasciar entrare luce naturale negli spazi meno illuminati di un edificio, persino ai piani più bassi. Attraverso il camino con pareti interne riflettenti, la luce del sole raggiunge l'appartamento con poche perdite. Dato il costo di questa soluzione, essa viene spesso utilizzata negli edifici pubblici, ma in un appartamento di recente costruzione può essere d'aiuto se uno studio o una cucina sono posizionati sul lato nord, più scuro, della casa. Con i prezzi del momento, un investimento di 500-1000 € non porteranno



dei risparmi significativi sulla bolletta ma possono presentare un'alternativa interessante grazie al ridotto impatto ambientale e alla libertà di installazione.

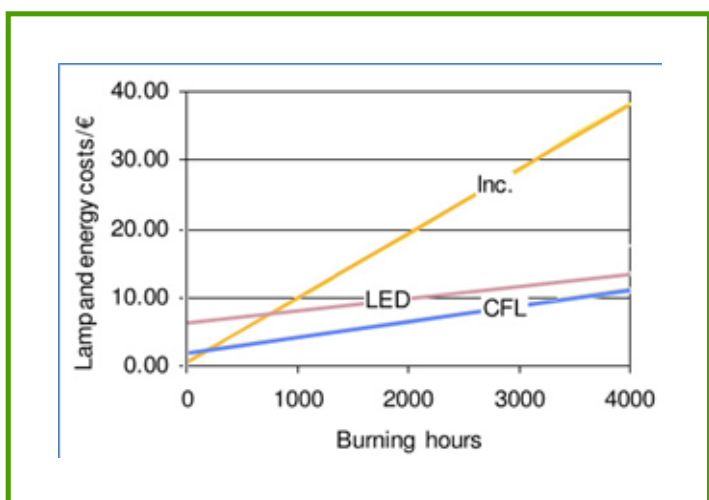
*Tubo solare,
parte del tetto*

Fonti luminose

Vi sono tre tipi di lampadine per l'illuminazione della casa: incandescenti, fluorescenti compatte e LED. Di questi tre, le lampade incandescenti sono state rimosse dal mercato europeo a causa dei loro parametri economici, tecnici e ambientali. L'efficacia delle lampade fluorescenti compatte è già di gran lunga più significativa ma non sono attesi altri sviluppi o miglioramenti in futuro e la sua vendita verrà vietata a breve a causa del contenuto di mercurio (Hg). Dunque l'unica opzione rimasta sono i LED, e la pianificazione dell'illuminazione di una casa al giorno d'oggi non dovrebbe tenere conto di altre alternative. La soluzione, molto conveniente quanto rara, è che non vi è bisogno di scendere a compromessi per i nostri obiettivi ambientali, dato che i LED non solo sono le migliori in termini di performance ambientali ma anche dal punto di vista tecnico ed economico.

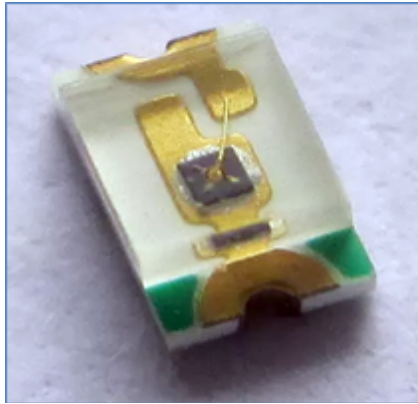
I LED lasciano anche ai designer più libertà di implementare soluzioni belle, interessanti ed uniche.

Figura 14: Il costo d'acquisto e costo operativo di una fonte luminosa di 500 lm in funzione del tempo (1 kWh » 0,2€)⁶⁰



A conferma di quanto illustrato sopra, il diagramma mostra l'evoluzione dei costi di illuminazione nel tempo. Le lampadine incandescenti portano la bolletta ad aumentare, sebbene siano meno costose. I prezzi d'acquisto delle altre due fonti di luce sono più alti, ma dato il consumo ridotto di energia, il costo totale dopo un paio di centinaia di ore è minore delle lampadine a incandescenza. Il tempo di scambio tra un LED e una lampadina fluorescente dipende dall'efficacia del LED. Con le lampade moderne da 150 lm/W, questo si raggiunge solo dopo qualche migliaio di ore.

⁶⁰ Fonte: György Gröller



I LED sono composti da diversi mm di diode connessi, che producono una fonte di luce efficace, I diodi operano a basso voltaggio (12 -24 – 48V) DC. Possono essere connessi alla fonte di voltaggio tramite un alimentatore. Vi sono alimentatori separati o integrati. Quando si calcolano gli impatti ambientali dei LED, va incluso anche il relativo alimentatore.

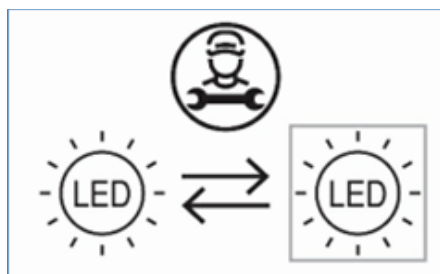


Lampade retrofit

Queste lampadine sono simili nell'aspetto e nella funzione alle lampadine incandescenti tradizionali, possono essere avvitate e hanno un flusso luminoso simile ai 25-100 W delle lampadine incandescenti. L'alimentatore è anche ancorato nella presa. Queste sono una soluzione più debole in termini di dissipazione del calore e dei circuiti, e l'efficienza e la vita utile di queste lampadine sono minori rispetto a quelle delle lampadine a LED. In pratica, hanno un'efficacia di 80-110 lm/W e una vita utile di 10-20.000 ore. Il vantaggio è che possono essere avvitate nei vecchi lampadari e non richiedono ulteriori investimenti.

LED Integrata

Il potenziale di una nuova fonte di luce può essere sfruttato al meglio se il pannello LED, il lampadario, i dispositivi elettronici e il raffreddamento sono progettati insieme e costruiti in un'unità singola. Qui ci si riferisce alla progettazione, e esistono molte soluzioni che sono sia eleganti che efficienti, 130-180 lm/W e hanno una vita di 50.000 ore. Dunque, vengono progettate per durate dai 20 ai 30 anni, e per questo richiedono materiali nobili, che siano più resistenti al tempo e alla corrosione. Lo svantaggio è che sono difficili da riparare e i componenti vengono sostituiti raramente. Sfortunatamente, i consumatori non sanno come gestirne i guasti. Molte lampade di questo genere, progettate e utilizzate male, si rompono dopo poche settimane o mesi e non possono essere riparate e finiscono dunque in discarica. In principio, sarebbe possibile riparare il pannello o l'alimentatore, ma è molto difficile convincere i produttori a utilizzare componenti standardizzati. L'unione europea raccomanda l'utilizzo di pittogrammi o simili sull'imballaggio per indicare l'interscambiabilità dei componenti.



Strisce a LED

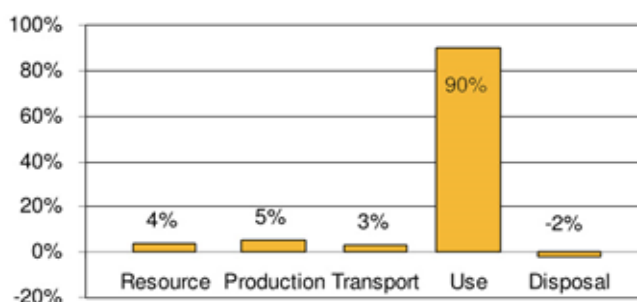
Ideali per l'illuminazione indiretta delle stanze e l'illuminazione aggiuntiva degli spazi da lavoro. Fiocchi colorati portano decorazioni uniche. Possono anche presentare una sfida per chi considera l'elettricità come un hobby. Per l'utilizzo nel lungo termine, è necessario una traccia in alluminio ricoperta con la plastica, dunque gli effetti ambientali di questi materiali vanno considerati in aggiunta agli impatti dell'energia usata e della striscia a LED.



L'illuminazione e l'ambiente

Gli impatti ambientali della maggior parte delle fonti luminose sono più consistenti durante la fase d'uso del loro ciclo di vita. Grazie al peso minimo delle lampadine, la produzione, il trasporto e il fine vita (considerando sia uno scenario di rifiuto che di riciclo) sono solo il 10% del totale degli impatti ambientali.

*Figura 15:
Emissioni di gas serra di una lampada retrofit a LED nelle fasi principali del suo ciclo di vita. Le altre categorie d'impatto (ad es. Eutrofizzazione, Ecotossicità, Consumo di risorse, ecc.) portano a risultati simili.⁶¹*



Cosa possono fare i consumatori per ridurre gli impatti ambientali dell'illuminazione?

Scelta della fonte luminosa

La tecnologia LED è ancora nelle fasi di sviluppo più veloci, la sua efficacia, vita utile e stabilità stanno ancora migliorando in modo crescente. Di conseguenza, è importante sapere che i prodotti nuovi non sono solo più costosi ma sono migliori in questi aspetti. Quando si acquista una lampadina, è importante notarne il flusso luminoso, l'efficacia, la temperatura del colore e la vita utile. I parametri menzionati sono indicati sulla scatola delle lampade retrofit, ma non sempre sui LED integrati.

Fase d'uso

Vanno pianificate sia l'illuminazione generale che quella locale per gli ambienti della casa. Non è un problema se vi sono anche fonti luminose che non vengono utilizzate spesso, dato che non è la loro produzione ma è l'uso che comporta i maggiori impatti sull'ambiente. La luce generale dovrebbe essere regolabile. La possibilità di controllare la luce è importante, da un lato perché diversi compiti hanno bisogno di diversi livelli di luminosità, dall'altro perché gli individui

⁶¹ Fonte: György Gröller

hanno necessità diverse. Nell'età avanzata, gli stessi livelli di comfort visivo si raggiungono con una luminosità più alta. Intorno all'età di 40 abbiamo bisogno di un livello di illuminazione doppia rispetto all'età giovane, e intorno all'età di 60 un livello triplo.

Il controllo del flusso luminoso si può risolvere con delle lampadine che possono essere regolate singolarmente (ad es. con delle manopole rotanti) ma vi sono anche sistemi di controllo che aggiustano la luminosità automaticamente sulla base delle condizioni di luce. Il sistema più conosciuto è il DALI (Digital Addressable Lighting Interface). Questo può far parte delle soluzioni Smart Home. Con sistemi come questo, si può controllare l'illuminazione della casa anche in maniera remota, o in base alla luce naturale o ad un programma specifico. L'installazione richiede dei cavi aggiuntivi e delle fonti luminose che possono essere regolate, generalmente indicato sulla scatola.

Se non si surriscalda la lampadina a LED, è garantita una sua lunga vita utile. Di conseguenza, i chip LED vengono montati su superfici che hanno una buona conduzione termica, e non vanno posizionate in spazi stretti e non ventilati.

Gli impatti ambientali della fase d'uso dipendono in larga misura dalle fonti di elettricità utilizzate. Dove la proporzione di combustibili fossili è alta, l'impatto sarà maggiore anche se il consumo è lo stesso. Per questo è importante che la maggior parte dei nostri bisogni energetici siano coperti da energia solare o altre fonti verdi.

Effetto di rimbalzo

Cambiare le lampadine con i LED può ridurre gli impatti e i costi dell'illuminazione del 30-50%. Costi operativi minori possono portare ad un uso più sconsiderato, portando il consumatore a lasciare la luce accesa più spesso nelle stanze vuote, o illuminare le stanze eccessivamente, riducendo i benefici ambientali di utilizzare fonti migliori. In aggiunta all'utilizzo consapevole, è necessaria una pianificazione accurata e un controllo automatico. Bisogna anche prestare attenzione ai risparmi di costo, che non vanno spesi in hobby che non siano ecologici (effetto di rimbalzo indiretto).

Fine vita

Secondo la direttiva UE WEEE (sui RAEE), le fonti di luce usate sono classificate come rifiuti elettronici che vanno raccolti separatamente (ad eccezione delle lampadine incandescenti). È essenziale quindi restituire le lampadine ai punti di raccolta. Con le tecnologie moderne, si possono recuperare i contenuti metallici dei LED, come l'alluminio, ma anche il vetro e i componenti plastici. Al momento, si scartano solo il fosforo e i materiali semiconduttori. Le lampadine fluorescenti compatte saranno in uso ancora per qualche anno, ma non verranno più vendute in UE dal 2021. A causa del loro contenuto di mercurio, è importante che vengano smaltite in modo corretto a fine vita.



Effetto di rimbalzo globale

6.3 Fonti di energia rinnovabile

Il mix nazionale o europeo di energia include sia fonti rinnovabili che non rinnovabili. In molti paesi, la proporzione di gas naturale, petrolio e carbone è ancora intorno al 50%. Come si può vedere nel diagramma di sotto, e come è ben noto, il loro impatto sul clima è di gran lunga più grande rispetto a quello delle fonti rinnovabili, e questo è un trend che si ripete in altre categorie d'impatto. Se si riuscisse a dissociare l'abitazione da questi impatti si farebbero dei passi enormi verso le case più ecologiche e neutrali al carbonio.

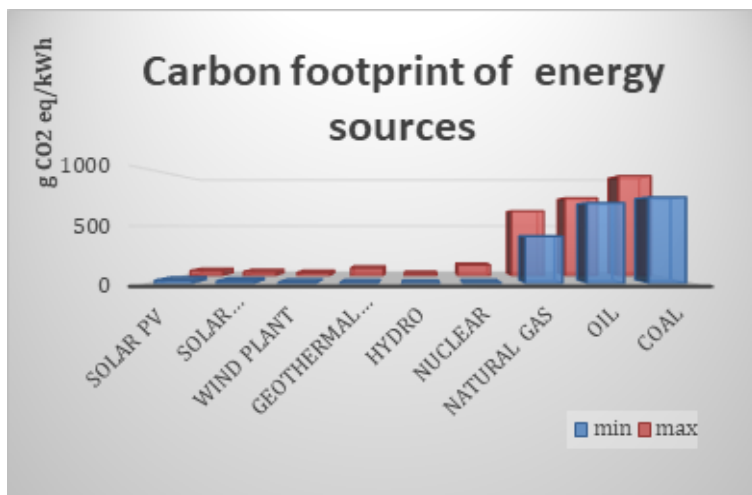


Tabella 16: Impronta di carbonio di fonti di energia⁶²

Negli edifici residenziali di certe dimensioni è possibile l'utilizzo dei pannelli solari, dei raccoglitori solari e delle pompe di calore che utilizzano energia geotermica.

a. Collettori solari termici

I collettori/pannelli solari convertono l'energia radiante del sole in energia termica che può essere utilizzata per la produzione di acqua calda e calore nelle case. In un'installazione semplice, si può ottenere energia calda in modo economicamente conveniente e con una buona efficienza. Il lato negativo è che producono meno energia durante l'inverno, il periodo in cui vorremmo utilizzare questi sistemi per riscaldare le case, e il surplus generato durante l'estate non può essere immagazzinato. Questo è un problema di dimensionamento: non val la pena installare pannelli che produrrebbero più della domanda di acqua calda in estate dato che il calore prodotto non verrebbe utilizzato. Di conseguenza, in inverno non ci si può aspettare calore aggiuntivo. Si potrebbe anche equilibrare la variazione di energia riscaldando ad esempio la piscina, ma non è di competenza di questo manuale calcolarne gli impatti ambientali.

L'essenza delle costruzioni è che l'energia radiante è trasferita ad un liquido anti-gelo che circola nelle tubature tramite una superficie (assorbitore) con una buona capacità di assorbimento. Questo riscalda l'acqua calda domestica attraverso uno scambiatore di calore nella caldaia. L'acqua per il riscaldamento può essere riscal-

62 Fonte: György Gröller

data nello stesso modo. Essenzialmente, in entrambi i casi sarà necessario un sistema aggiuntivo di riscaldamento per compensare ai lunghi periodi senza sole. L'efficienza del sistema dipende in larga misura da quante perdite calore entrano

il sistema di una casa insieme all'energia assorbita. La differenza tra i due tipi di collettori sta nella loro capacità di isolamento termico.

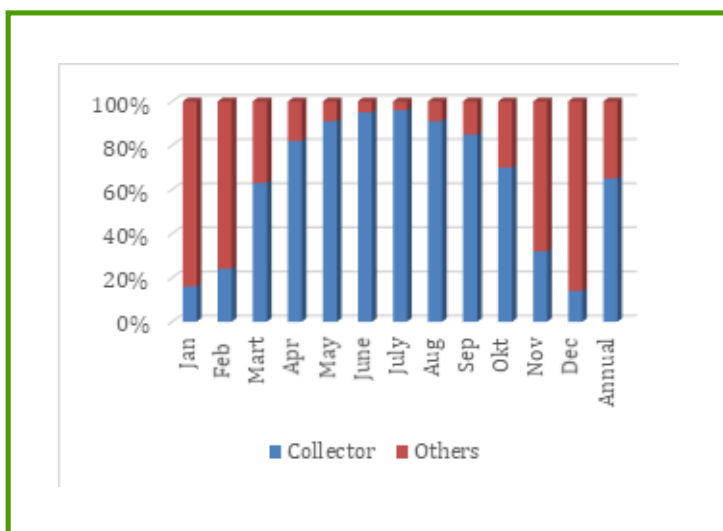


Figura 17: Distribuzione di fonti di energia necessarie per la produzione di acqua calda ad uso domestico in un anno⁶³

Collettori piani

Al di sotto di una copertura di vetro vi sono diversi tubi all'interno di cui passa il liquido che è a stretto contatto con l'assorbitore, che è una superficie metallica scura (rame o alluminio) per la buona conduzione del calore. Al di sotto di questo pannello vi è uno strato di isolante termico più spesso che impedisce al liquido di raffreddarsi.

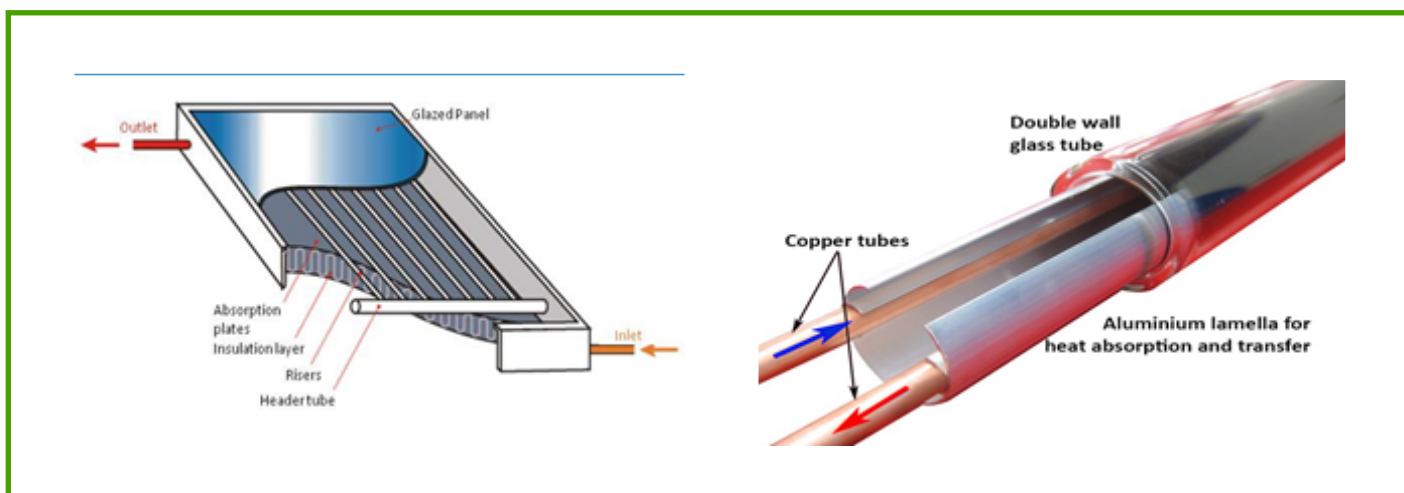
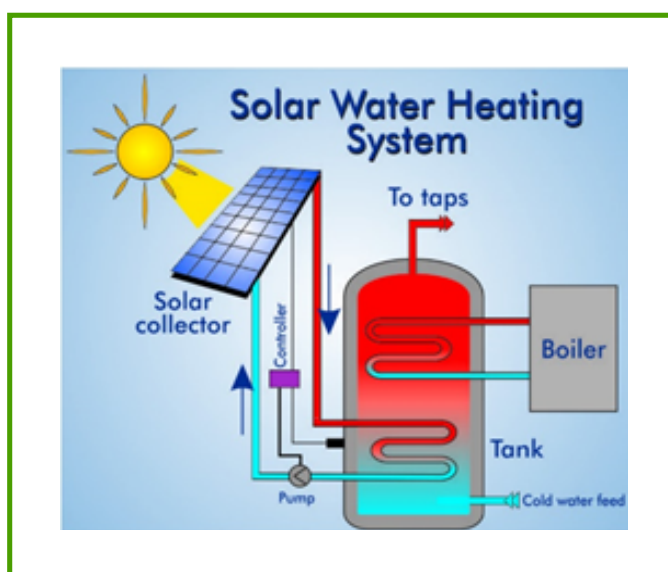


Figura 18: struttura del collettore piano e dei tubi interni sottovuoto

Collettore a tubo sottovuoto

Il liquido che trasferisce il calore passa attraverso un tubo con una doppia parete di vetro (tubo rivestito), all'interno del quale vi è l'assorbitore. L'isolamento termico di questa costruzione è migliore rispetto ai collettori piani e può riscaldare l'acqua in modo efficace anche negli inverni freddi. Il prezzo di questi collettori è più alto, richiedendo un investimento di circa una volta e mezzo più alto ma dipende anche dall'edificio in particolare.

In entrambi i tipi, lo strato più esterno è in vetro borosilicato duro, che ha una resistenza meccanica forte, buona trasmissione della luce, resistenza eccellente al calore e alle radiazioni e ha dunque una buona probabilità di proteggere il collettore per la sua vita utile di 20-30 anni.



Entrambi i tipi di collettori raccolgono energia solare in modo efficiente, anche se l'efficienza in questo caso non può essere calcolata in maniera esatta come invece per i pannelli solari, perché dipende dalla temperatura esterna, dall'angolo di irradiazione ecc. Alcuni produttori promettono un'efficienza dell' 80-90%, e questo è valido in condizioni ottimali, ma in base alla stagione e all'orario l'efficienza si può ridurre fino al 30% (sfortunatamente, funziona ancora meno efficientemente in inverno, quando l'energia è più richiesta).

Una persona utilizza circa 50-60 litri di acqua calda al giorno, il che richiede 2.5kWh di energia termica. Con un collettore solare di 1 metro quadro si possono produrre 2-3 kWh di energia solare in estate e 0.-1.5 in inverno. Dunque, con un collettore solare di 1-1.5 metri quadri a persona si possono produrre i quantitativi necessari di acqua calda.

Per le case singole, si consiglia di installare 2-3 collettori solari per la produzione di acqua calda e 4-5 per un più grande consumo di acqua calda. Se integrato con il riscaldamento, può essere sufficiente un collettore di 2-3 m²/persona. Vi sarà anche la necessità di un serbatoio d'acqua abbastanza grande, per circa 200-500 litri. Un serbatoio d'acqua abbastanza grande e ben isolato sarà sufficiente per immagazzinare l'acqua riscaldata durante il giorno dai collettori per essere utilizzata alla sera e alla mattina.

Il prezzo medio dei collettori per l'abitazione va dai 300 ai 900 € in base alla taglia e al produttore. L'intero sistema costa 900 – 1800€ senza includere i costi di installazione.

Valutazione ambientale

The environmental balance of the collectors is clearly positive.

Following the life cycle:

Il bilancio ambientale dei collettori è chiaramente positivo, seguendo il ciclo di vita infatti:

- ▶ Materie prime: ferro/acciaio, rame, alluminio, vetro. La loro produzione ha un impatto significativo sull'ambiente ma non più alto di altri prodotti industriali ordinari. Fortunatamente non sono necessari materiali rari, metalli preziosi o sostanze tossiche. Tuttavia non vi è la possibilità di trovare altre materie prime più ecologiche.
- ▶ Produzione: le tecnologie di produzione dei diversi componenti non richiedono step speciali che abbiano grossi impatti sull'ambiente. Gli elementi contribuiscono agli impatti sul sistema in maniera proporzionale rispetto al loro peso, e i due effetti più significativi sono i pannelli solari e il serbatoio per l'acqua, e in maniera minore l'elettronica di controllo, le tubature, le pompe e gli allacciatori meccanici.
- ▶ Trasporto ed imballaggio: la maggior parte del trasporto viene dal lontano est, ed è quindi vantaggioso scegliere un prodotto Europeo.

- ▶ Fase d'uso: bisogna considerare il consumo di energia della pompa di circolazione, che si aggira intorno ai 10-45W in base al carico.
- ▶ Fine vita: tutti i componenti possono essere riciclati se vengono separati. Non vi sono sostanze pericolose, ad eccezione dei controlli e della pompa che vanno raccolti separatamente come rifiuti elettronici, ma anche la maggior parte di questi può essere recuperata.

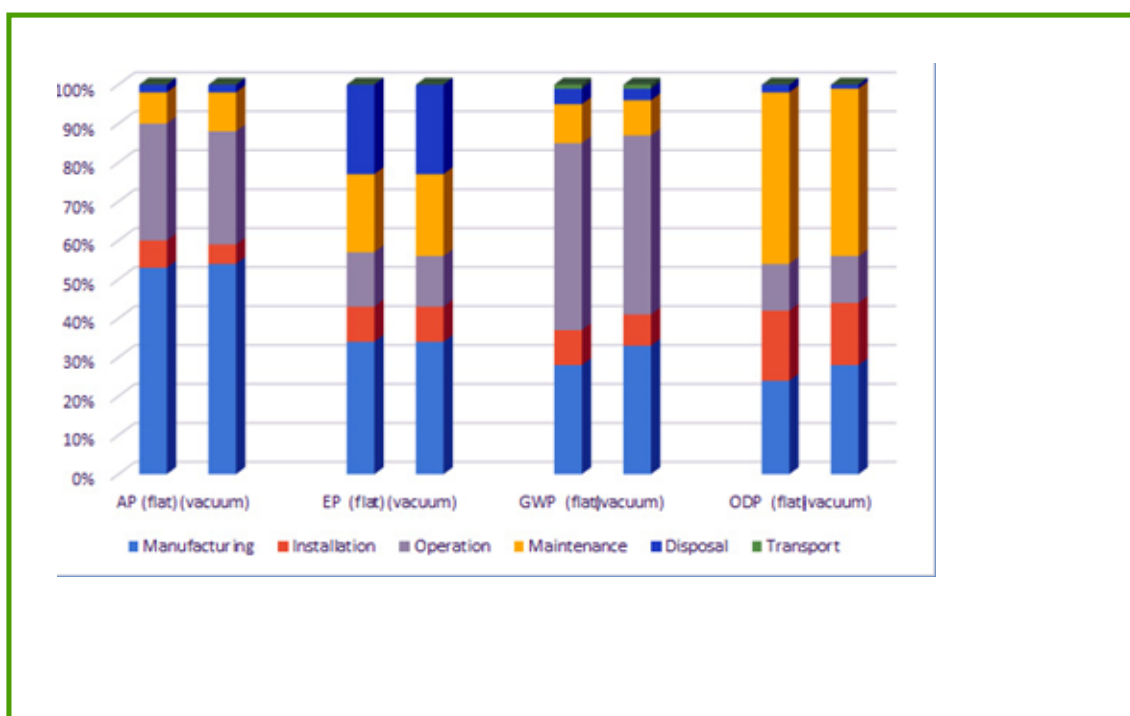


Figura 19: Impatti ambientali nelle diverse fasi del ciclo di vita considerando quattro categorie di impatto. Il confronto può essere effettuato esclusivamente nella coppia di colonne. In questo grafico si possono leggere i contributi di ogni fase agli impatti ambientali complessivi.

AP: Potenziale di acidificazione

EP: Potenziale di eutrofizzazione

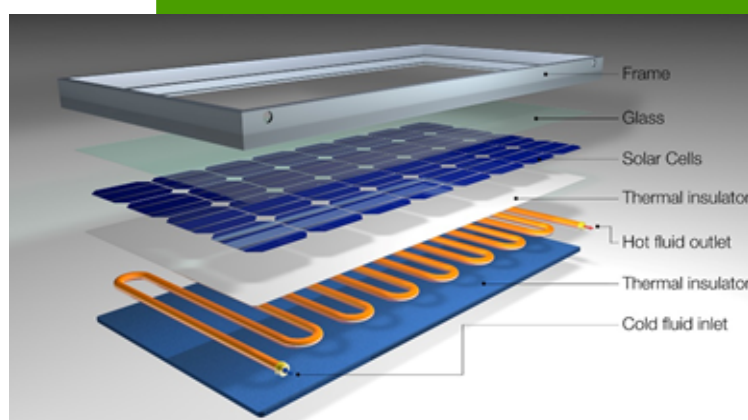
GWP: Riduzione dello strato di ozono

ODP: Cambiamento climatico

Indicazioni per lo sviluppo

Si presentano due soluzioni per migliorare l'usabilità e i valori ambientali dei collettori

Sistemi di collettori solari ibridi: i pannelli solari possono utilizzare solamente una certa gamma di radiazioni solari, riflettendone una piccola parte e trasferendone una significativa. Questa seconda parte si può recuperare con un collettore solare, che ha un doppio vantaggio. Da un lato, si può produrre più energia occupando la stessa superficie, e produrre sia elettricità che



calore, evitando le perdite di conversione. Dall'altro lato, il collettore raffredda il pannello solare che, essendo un dispositivo semiconduttore, funziona meglio a temperature più basse. Questi dispositivi sono disponibili sul mercato ma hanno ancora prezzi alti.

Funzionamento di un sistema di raffreddamento da un collettore solare:

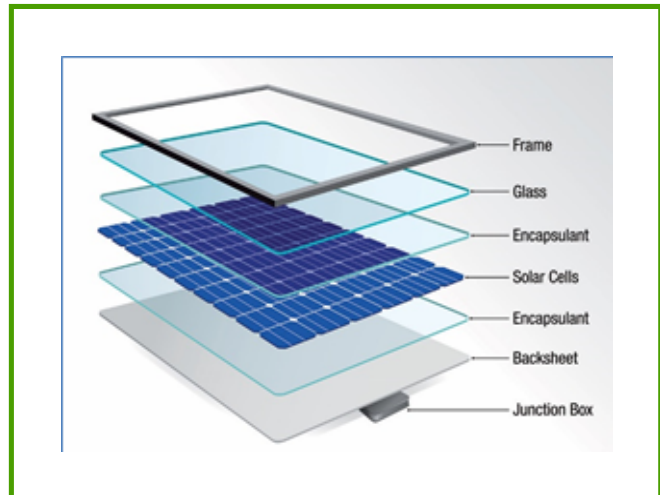
è noto che l'aumento rapido di consumo di energia in estate è causato dall'utilizzo dell'aria condizionata. Il liquido raffreddante nell'unità esterna si riscalda, utilizzando l'energia elettrica. Questo processo si può riprodurre con uno scambiatore di calore nella stessa maniera da un collettore solare, riducendo di molto il consumo di energia elettrica. Un altro vantaggio è che l'energia prodotta è quasi in sintonia con la necessità di aria condizionata. Di conseguenza, non solo utilizziamo il collettore per produrre l'aria calda ma possiamo anche raffreddare con una capacità più alta in estate, e questa capacità può riscaldare di più in inverno. Queste tecnologie non si trovano ancora spesso sul mercato ma si possono anche produrre a casa.

https://www.youtube.com/watch?v=wzcfYVZ7G3w&pp=wgIECgIIAQ%-3D%3D&feature=push-fr&attr_tag=0GqRi6YEmvqgXHLX%3A6

b. Pannelli solari

I pannelli solari producono energia elettrica direttamente, rendendolo il dispositivo di produzione di energia rinnovabile più popolare. Diversi materiali semiconduttori sono capaci di ottenere l'effetto fotovoltaico (PV). Molti di essi sono anche disponibili sul mercato come prodotti, ma in pratica sono quattro le varietà presenti più comuni.

Figura 20: Struttura di un pannello solare fotovoltaico (PV) a Silicio Cristallino



Le tipologie più importanti:

- ▶ **Silicio monocristallino** (monocristallino, mc Si), il più efficiente (18-20%) ma anche il più costoso. Adatto all'uso per gli edifici residenziali.
- ▶ **Silicio policristallino** (poly Si), efficiente solo qualche punto percentuale in meno, ma proporzionalmente meno costoso.
- ▶ **Pannelli solari a film sottile:** possono essere fatti di diversi materiali
 - ▶ **Silicio amorfo (a Si), microcristallino (μ -Si)**
 - ▶ **Altri composti semiconduttori:** Cadmio Telluride (Cdte), diselenide di rame-indio (CIS) e diselenide di rame-indio-gallio (CIGS). La loro efficienza può essere tra l'8 e il 16%, ma il μ -Si può raggiungere anche il 20%, tuttavia la sua vita utile è più corta rispetto a quella dei pannelli cristallini. Di conseguenza, questi si trovano nei parchi solari più grandi.

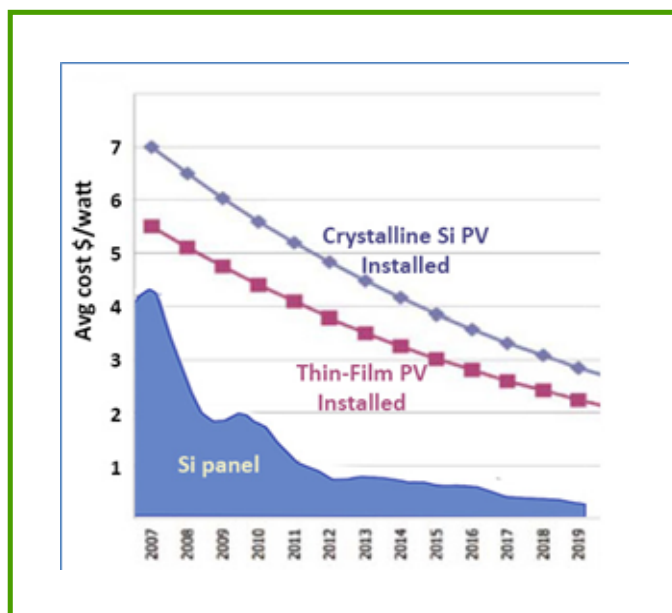


Figura 21:
Declino nei prezzi di pannelli solari nell'ultimo decennio⁶⁴

Negli ultimi decenni, vi sono state due direzioni di sviluppo. Una di esse è il miglioramento e la semplificazione delle tecnologie al silicio, e di conseguenza il prezzo dei pannelli solari si è ridotto in larga misura, la vita utile è aumentata e la loro efficienza è migliorata. L'altra direzione è quella di sviluppare materiali nuovi, più economici o più efficienti. Per la maggior parte, il successo della prima direzione ha rallentato la seconda. Vi sono candidati promettenti, ma questi prodotti non sono competitivi per il mercato. Le direzioni più interessanti in termini di sviluppo che sono già sul mercato sono:

Pannelli solari sensibili al colore: si può selezionare la gamma di lunghezze d'onda utilizzate, inclusi gli infrarossi, in modo che trasmetta la maggior parte della luce visibile e si possa montare su una finestra.

Pannelli solari organici/polimerici: leggeri, flessibili, portati, la cui efficienza è abbastanza bassa (5-10%) ma i pannelli non sono proporzionalmente più economici.

Perovskite: con solo pochi anni di studi e sviluppo, ha risultati in miglioramento costante e efficienza già al di sopra del 20% (misurata in laboratorio).

Tutti e tre questi materiali possono essere utilizzati con sottostrati flessibili, i loro strati possono essere posizionati con metodi di stampa più economici, fornendo più flessibilità sia in termini di tecnologia che di uso. Per adesso, essi sono solo una piccola percentuale del mercato.

64 Fonte: György Gröller

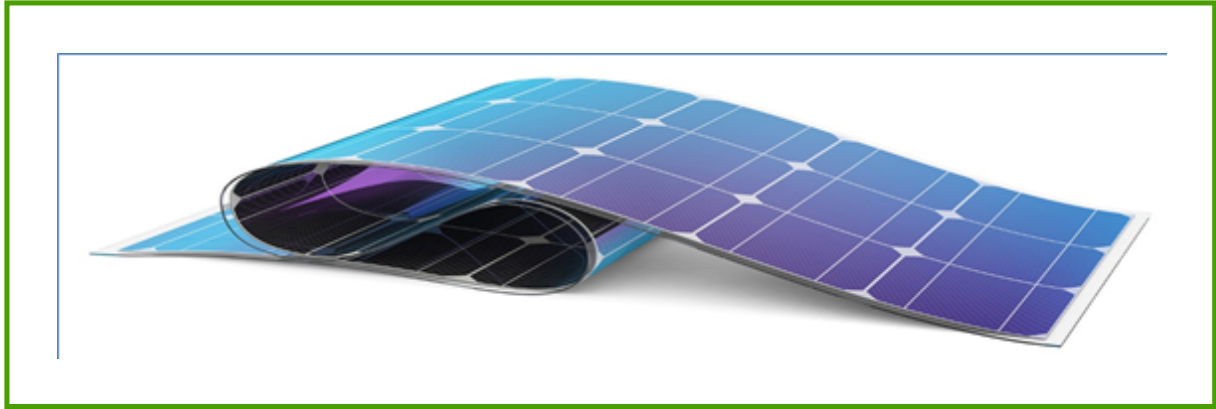


Figura 22: Pannello solare su un sottostrato flessibile

Elementi di un sistema a energia solare per le abitazioni

In una lista un po' più allargata, presentiamo gli elementi supplementari che sono necessari per la funzione del sistema, principalmente per capire cosa altro è necessario prendere in considerazione nella nostra valutazione ambientale dei pannelli solari. Per maggiori informazioni sugli elementi del sistema clicca [qui](#).

Pannelli: il voltaggio e la corrente che si può ottenere da un pannello elementare sono molto pochi. Di conseguenza vi sono diversi pannelli connessi in serie (stringhe) e le stringhe sono connesse in parallelo, da cui poi viene costruita un'unità di montaggio separata, ovvero il pannello. La dimensione standard di un pannello è di 1.5-2 m² e pesa circa 17-20 kg. Il peso dipende principalmente dalla cornice di vetro e metallo, il silicio pesa solo poche decine di grammi.

Convertitore: i pannelli solari forniscono una corrente diretta (DC) di circa 30 – 70 V, che viene poi convertita dal convertitore allo standard 230 V corrente alternata (AV). In questo modo è resa utilizzabile per i dispositivi all'interno delle case, gli elettrodomestici, ed essere esportata alla griglia comune in caso di surplus. La dimensione e la performance devono corrispondere alla performance di tutto il sistema. Il convertitore è l'unità centrale del sistema, e solitamente include l'unità di misurazione e dà la possibilità di accedere a questi dati in maniera remota.

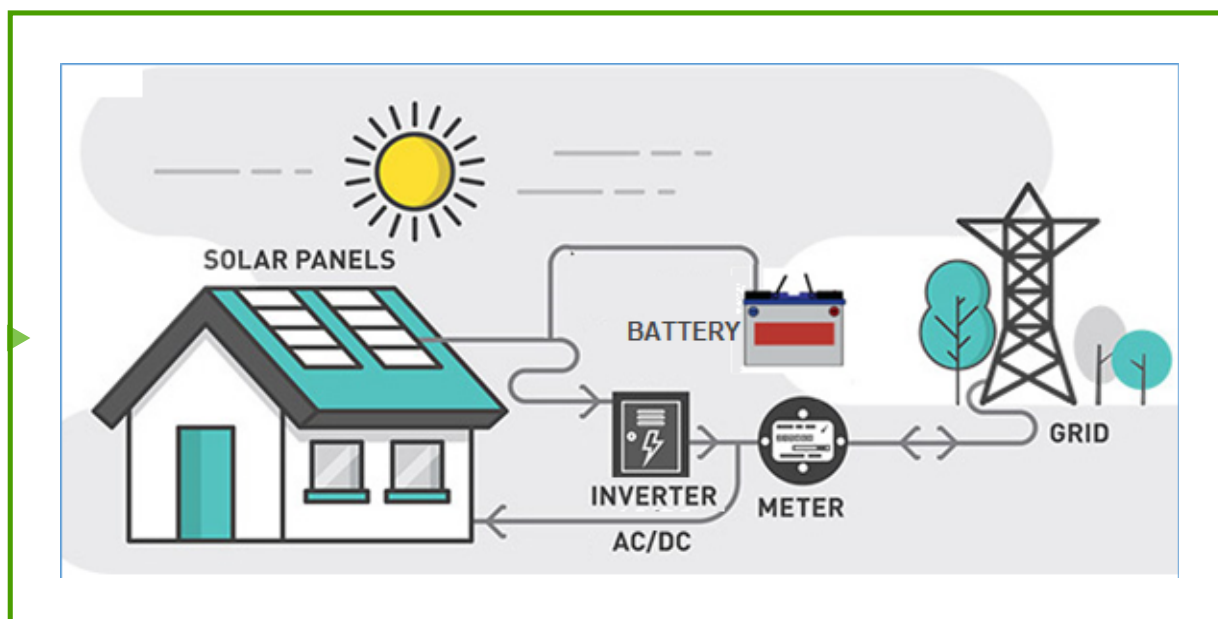


Figura 23: Elementi di un sistema ad energia solare domestico

Metro di misura: se il sistema solare è connesso alla griglia, c'è bisogno di misurare la corrente importata ed esportata. In molti casi, è necessario anche inserire l'orario della giornata cui lo scambio avviene.

Batteria: l'elettricità inutilizzata può essere raccolta in batterie. In un sistema a rete, questa è un'opzione, ma in luoghi come le isole è essenziale.

Fissaggio/Allacciatori: elementi meccanici in ferro o alluminio necessario per allacciare i pannelli al tetto. Su di un tetto piatto vanno aggiunti un ponteggio inclinato e calcestruzzo per il peso. Tutti questi elementi andrebbero costruiti con materiali che possano servire i pannelli solari per la loro vita utile di circa 30 anni.

Valutazione ambientale dei pannelli solari

Ad ogni fase del ciclo vita, valutiamo l'impatto ambientale dei pannelli solari.

- ▶ **Produzione delle materie prime:** il silicio è prodotto a partire dalla sabbia di quarzo. È presente in abbondanza, ma la produzione di silicio ad alta purezza richiede molta energia e delle sostanze chimiche speciali, spesso dannose. Dei materiali sottili che compongono la pellicola del pannello solare, il cadmio (Cd) è altamente tossico, e il tellurio (Te) e l'Indio (In) hanno riserve limitate sulla terra. Questi fattori comportano un

carico ambientale alto in diverse categorie d'impatto. Sebbene la massa delle celle sia solo una piccola percentuale del totale, è la parte che ha un impatto più serio di tutto il sistema. In aggiunta, la maggior parte dei pannelli solari sono prodotti in Cina, dove la fonte di energia utilizzata per la produzione è per la maggior parte petrolio e carbone.

- ▶ **Rame e argento** vengono utilizzati per le **interconnessioni elettroniche**, stagno e piombo per la saldatura. (L'utilizzo di saldature è permesso in maniera eccezionale in questa area per un funzionamento affidabile nel lungo termine). Nel caso dei metalli, in particolare quelli preziosi, i danni ambientali sono causati dalle miniere e dalla metallurgia. Il piombo è pericoloso per la salute umana e per gli ecosistemi, e il suo utilizzo nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche è proibito.
- ▶ **Convertitore e altri componenti elettronici**: I principali impatti ambientali derivano dalle schede elettroniche (PCB), dai conduttori in rame, dai metalli preziosi e dalle terre rare contenute nel nucleo del convertitore.

La maggior parte delle strutture meccaniche sono in alluminio, la cui produzione ha un impatto ambientale significativo, ma è riciclabile.

- ▶ **Trasporto, imballaggio, distribuzione**: questi tre fattori insieme sono solo una piccola parte dell'impatto totale, quasi insignificante. Da un altro punto di vista non è trascurabile, dato che sono milioni i pannelli solari in arrivo in Europa ogni anno, e il loro trasporto richiede un grande consumo di carburanti, emissioni di CO₂ e inquinamento delle acque marine. Non è un problema specifico dei pannelli solari, ma sfocia dalla struttura dell'economia mondiale
- ▶ **Fase d'uso**: la vita utile è di circa 30 anni, e non si può fare manutenzione che non sia la pulizia delle superficie esterne, ma essenzialmente in questa fase non vi sono impatti.

- ▶ **Fine vita, riciclo, smaltimento:** La vita utile dei pannelli solari a silicio è di 25-30 anni e quella dei pannelli a film sottile è di 10-15 anni. Per i due tipi di pannelli sono state sviluppate due soluzioni di riciclo differenti. In entrambe, la parte più semplice è il riciclo delle parti metalliche e della struttura portante. È molto più complicato smaltire il pannello stesso, dato che va smontata una struttura a sandwich che è stata incollata per 30-40 anni. Il vetro è quasi completamente riciclabile, il conduttore, i contatti e i metalli da saldatura (Al, Cu, Ag, Pb, Sn) si possono separare. Non vi sono tecnologie a scala industriale per un processo di recupero del silicio che sia economicamente e ambientalmente conveniente, ma lo smontaggio dei pannelli è solamente l'inizio. Vi sono diverse possibilità di riciclo, e dipendono dalla purezza del Si. Al giorno d'oggi, questo è un importante oggetto di ricerca. Una soluzione interessante potrebbe essere che migliori la capacità di una batteria dato l'anodo delle celle di Litio (Li). Esistono tecnologie anche per il riciclo dei semiconduttori dei pannelli a film sottile.

<https://www.pv-magazine.com/2020/05/27/solar-panel-recycling-turning-ticking-time-bombs-into-opportunities/>

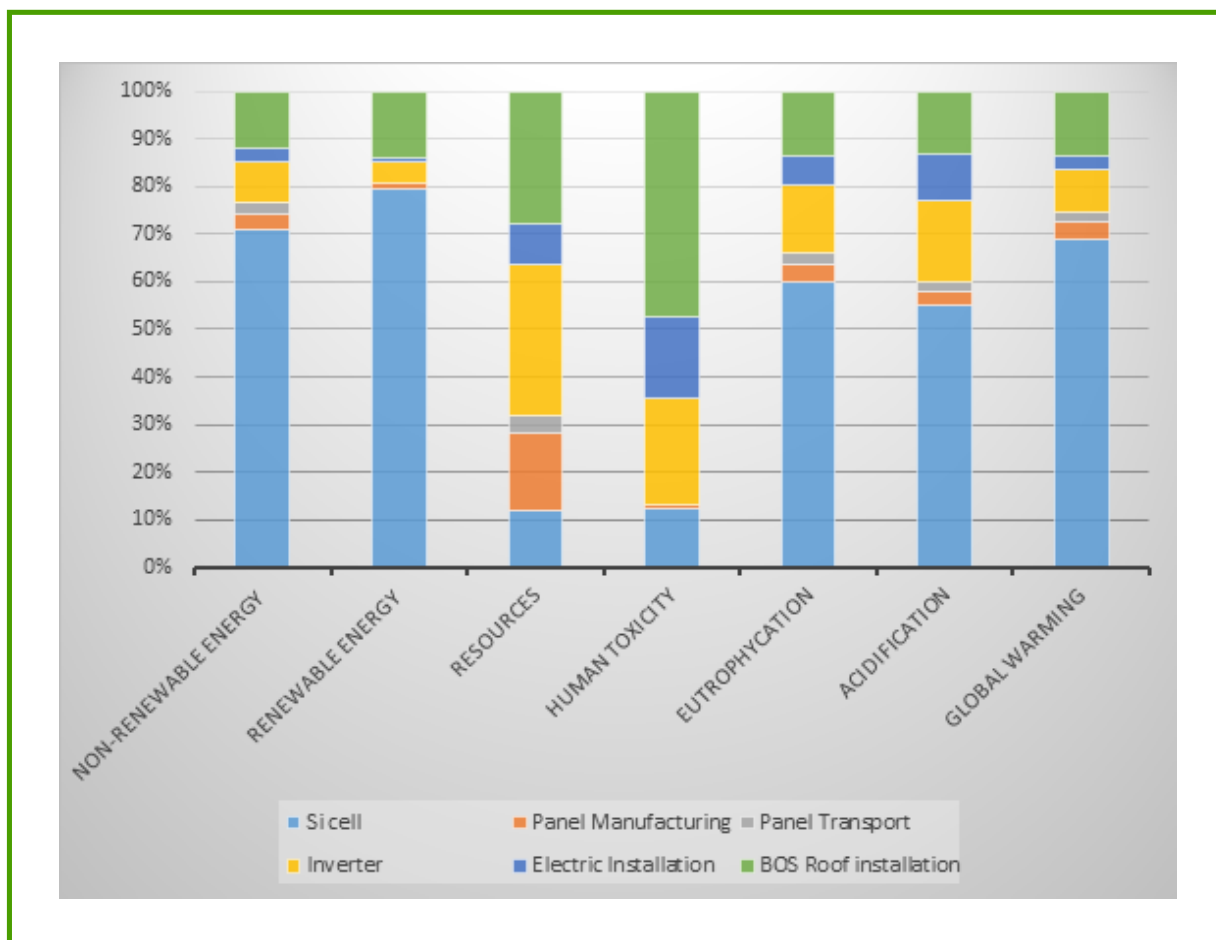


Figura 24: Impatti ambientali di un sistema solare a Silicio cristallino in diverse categorie d'impatto. L'effetto maggiore è durante la produzione delle celle a silicio, seguito dal convertitore e dalla struttura di supporto. (BOS: Bilancio di Sistema) In questa modalità di rappresentazione, si possono operare confronti solo all'interno della stessa categoria e non fra categorie, dato che ognuna è normalizzata al 100%.⁶⁵

Caratteristiche ambientali, economiche e tecniche importanti

- Potenza, efficienza
- Sensibilità allo spettro
- Vita utile
- Tempo di recupero energetico, tempo di recupero dei costi

⁶⁵ Fonte: György Gröller

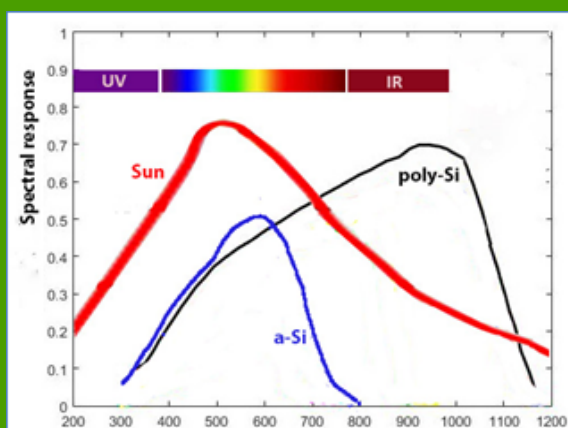
Potenza, efficienza: la performance dei pannelli è misurata alle condizioni standard e il picco di potenza (Wp) varia tra i 260 e i 400 Wp che non sono sufficienti a produrre energia per un appartamento. Di conseguenza, in un sistema sono connessi più pannelli (sia tramite una connessione di serie che parallela, e la potenza viene sommata). L'output del sistema corrente dipende dai seguenti fattori:

- Il materiale dei pannelli, che ne determina l'efficienza
- L'intensità delle radiazioni e il loro angolo di incidenza
- Temperatura (efficienza più alta a temperature più basse)
- Successo delle soluzioni tecnologiche che migliorano l'efficienza.

Si può ingrandire un sistema che va installato in base alla performance e alle radiazioni medie giornaliere. Vale la pena calcolare questi valori per assicurare il consumo atteso di energia tramite i pannelli solari. Quindi, produrre surplus durante i giorni soleggiati e prendere energia dalla griglia negli altri momenti sarà più o meno la stessa cosa. Si suggerisce di rendere il convertitore più grande del 30-50% se si vuole ampliare la capacità del sistema in futuro, in modo da non dover sostituire il convertitore.

Efficienza è calcolata nella solita maniera: potenza elettrica trasmessa / potenza radiante assorbita. Il fattore speciale in questo caso è di assorbire energia utile da una fonte gratuita e illimitata, dunque è la superficie a decidere quanto si può assorbire. Se il pannello è più economico (e la sua produzione non è molto nociva per l'ambiente) non sarà un problema se la sua efficienza sarà leggermente

minore, e possiamo tranquillamente scegliere anche questo pannello. In altre parole, questo spiega la direzione di sviluppo degli ultimi 10 anni, che aveva come obiettivo la riduzione del prezzo. Il prezzo di fatti è stato ridotto ad un terzo, mentre l'efficienza è aumentata solo di pochi punti percentuali (e non vi sono chance realistiche di un aumento di efficienza di tre volte tanto).



Sensibilità allo spettro: i materiali semiconduttori utilizzati possono captare solo una certa gamma di lunghezze d'onda (ovvero lo spettro) della luce che vi si posa e convertirla in energia elettrica. La figura mostra le curve di sensibilità per i pannelli a silicio amorfo e cristallino. Secondo questa figura, l'utilizzo (sensibilità) dei pannelli a silicio cristallino è migliore tra i 700 e 1000 nm e sta già diminuendo. La sensibilità dei pannelli a silicio amorfo nei pannelli a film sottile è minore, ma copre meglio lo spettro di luce visibile e ha migliori performance quando il cielo è nuvoloso. Se si vuole espandere lo spettro utilizzato, si può utilizzare un pannello tandem con due strati attivi di diversi materiali con diverse sensibilità. Con questi, in laboratorio si è arrivati ad un'efficienza del 45%.

Vita utile: la vita utile di questi dispositivi generalmente non si ferma con un guasto, ma decresce in modo lento in termini di efficienza, circa 0,5% ogni anno. Quando la performance si è ridotta del 70-80% si può iniziare a pensare di sostituire i pannelli, oppure espanderli. Essenzialmente, succede abbastanza raramente che i pannelli solari vengano danneggiati prima o smettano di funzionare a causa di difetti o indidenti. I pannelli a silicio cristallino hanno una vita utile di 25 – 30 anni, mentre i pannelli a film sottile hanno una vita utile di solo 10-15 anni. Se nel sistema è inclusa una batteria, essa andrà sostituita dopo 5-15 anni.

Tempo di recupero energetico (EPBT): misura utile per esprimere i guadagni di energia. Calcola in quanto tempo l'energia utilizzata negli stadi di pre-utilizzo del ciclo vita ripaga il pannello solare (e viene incluso anche il consumo di energia aggiuntiva). Questo è un numero abbastanza rassicurante: dopo circa un anno e mezzo di utilizzo, il debito del pannello solare è già ripagato. Seguendo un principio simile, si può calcolare il tempo di recupero dei costi, ovvero dopo quanto tempo il costo del possesso si può recuperare dalle bollette che non sono più pagate. Dipende da diversi fattori, ad esempio il supporto dello stato, il prezzo dell'energia elettrica residenziale, il numero di ore di sole al giorno in una data zona, l'orientamento del tetto, la quantità di energia elettrica importata ed esportata dalla rete. Questa stima può essere generalmente ottenuta dall'azienda che installa i pannelli solari o tramite dei calcolatori automatici, e di solito è tra i 5 e i 10 anni. L'incertezza è causata dalle variabili già menzionate.

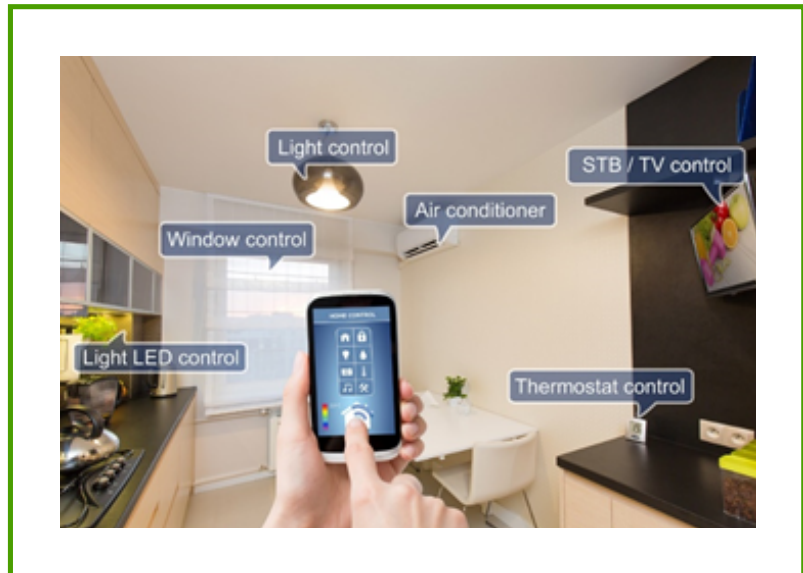
Ulteriori approfondimenti:

<https://www.solarguide.co.uk/solar-panel-payback-time#/> (last visited: 2021 April)

<https://energyinformative.org/solar-energy-pros-and-cons/> (last visited: 2021 April)

6.4 Smart home

Oggi, è inimmaginabile avere un'abitazione nuova o ristrutturata senza alcun livello di automazione o di monitoraggio elettronico. Quasi tutte le funzioni dell'appartamento hanno un sistema di controllo esistente, che può essere controllato da un sistema IT integrato



e da un sistema di monitoraggio remoto. Uno studio ambientale dettagliato di questi sistemi è oltre l'obiettivo di questo manuale. Vi sono pochi studi LCA nella letteratura e anche questi non prendono in considerazione l'intero sistema, solo alcuni dettagli.

In modo quasi arbitrario, si dividono i dispositivi utilizzati nelle smart homes in tre gruppi:

- Elementi per il sistema di misurazione e controllo utilizzati per la gestione dell'energia dell'appartamento
- Sistemi di sicurezza
- Soluzioni di comfort e lusso

Sistemi di gestione dell'energia

A questa categoria appartengono:

- ▶ Termometri, termostati, interruttori per il controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento
- ▶ Operazione delle fonti rinnovabili di energia che fanno parte della casa, il loro immagazzinamento e ricarica
- ▶ Connettori smart per diversi consumatori, che misurano il livello di consumo dei diversi dispositivi e li accendono e spengono in base ai diversi segnali
- ▶ Misuratori di luce, rilevatori di presenza e di flusso luminoso necessari per il funzionamento del sistema di illuminazione

Essenzialmente ognuno di questi sistemi può essere implementato in fasi diverse, dall'installazione di un paio di termometri che controllino il riscaldamento, all'utilizzo dei misuratori smart che tramettono i dati che raccolgono al computer che li processa per controllare le funzioni di riscaldamento, raffreddamento, ventilazione, illuminazione, schermo ecc. Risolvendo tutto ciò grazie all'aiuto di interne, ci si assicura che i residenti possano decidere di questi sistemi anche dai loro smartphone, adattandoli alle proprie esigenze.

Guardando gli impatti ambientali, ci si aspetta che la produzione, l'operazione continua ed infine la gestione dei rifiuti di molti dispositivi elettronici e computer, richiedano un grande consumo di energia e dunque un grande impatto ambientale. In contrasto, i risparmi energetici che si ottengono nell'abitazione tramite questi sistemi bilanciano gli impatti. Gli studi di ciclo vita che hanno analizzato questi sistemi mostrano che solo nel caso della costruzione più semplice si può ottenere la riduzione degli impatti già del 2-3% in diverse categorie d'impatto. Se si costruisce un sensore completo, con un sistema automatico di controllo e monitoraggio, ci si può aspettare un aumento degli impatti ambientali tra il 6 e il 16%. Questo peggiora il quadro generale, e bisogna considerare anche che siamo

in grado di gestire il tempo operativo di molti consumatori con i sistemi smart e quindi gestire le fluttuazioni nel carico delle griglie elettriche. Questo significa che durante i periodi più bassi del giorno, operano solo centrali elettriche più semplici (ad es. nucleari) con un impatto ambientale minimo, mentre durante le ore di picco è necessario utilizzare anche le centrali alimentate a petrolio, carbone o gas. In questo caso, se possiamo divergere il riscaldamento dell'acqua, l'immagazzinamento del calore, la carica delle batterie delle auto, il lavaggio della lavatrice e lavastoviglie al periodo più basso del giorno, si avrà una convenienza economica e ambientale. I sistemi smart possono risolvere questi problemi anche tramite piccoli miglioramenti, sfruttando momenti poco utilizzati durante la giornata.

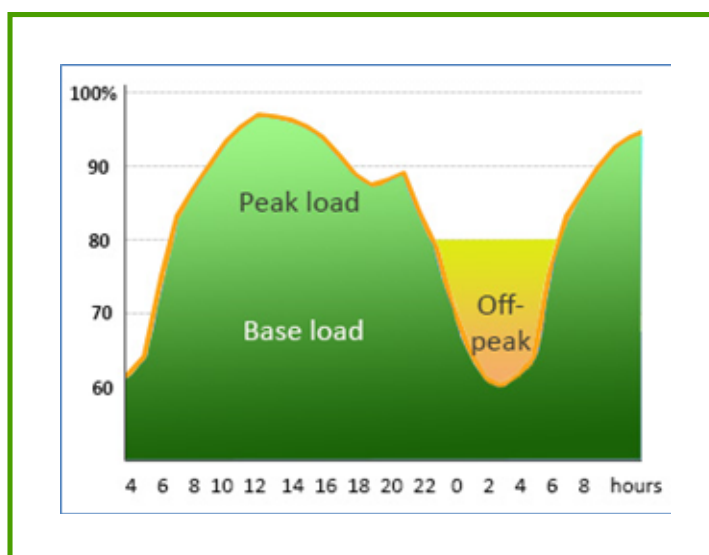


Figura 25:
Fluttuazioni giornaliere nel consumo di energia⁶⁶

Un altro beneficio inestimabile di questi strumenti che supportano la gestione dei nostri consumi di energia è di concentrare le nostre attenzioni sulla conservazione dell'energia. Invece di bollette del gas e dell'elettricità ogni anno, si possono ottenere centinaia di dati sul consumo ogni giorno. È valido analizzare questi dati di tanto in tanto, e sulla base di questo, pensare a come si può operare la casa in maniera più ecologica, sulla base del nostro stile di vita e delle caratteristiche della casa. Uno di questi modelli preimpostati può non essere il migliore: bisogna prendere in considerazione le opinioni di tutta la famiglia, anche dei bambini che sono più attenti all'ambiente.

⁶⁶ Fonte: Mavir, Portfolio.hu

Sistemi di sicurezza

Questo include impianti di sicurezza, allarmi, videocamera, alimentatori di sicurezza, ecc., e anche in termini di costi e impatti ambientali, le aziende di sicurezza che operano i sistemi delle nostre case spesso forniscono anche il monitoraggio da remoto. In aggiunta a queste, può essere valido installare anche rilevatori di fumo, fiamme e monossido di carbonio, luci di sicurezza per la notte.

In quest'area, sono considerate prioritarie le considerazioni di sicurezza, le considerazioni ambientali si possono fare scegliendo tra diversi sistemi con le stesse funzioni.

Convenienza e strumenti di lusso

Questi non sono dispositivi necessariamente ecologici. Per quelli che hanno la necessità e opportunità e desiderano riconciliare l'utilizzo con un approccio ecologico, ci sono due suggerimenti: assicurarsi energia rinnovabile da fonti proprie e assicurarsi il riciclo professionale dei dispositivi al fine vita.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

7

**Regolamentazione
giuridica**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

7

Regolamentazione giuridica

Lo scopo di questo capitolo è di delineare il quadro legale relativo alle costruzioni e alle ristrutturazioni in tutti i paesi che hanno contribuito alla stesura del presente manuale (Ungheria, Italia e Finlandia). Sebbene siano già state menzionate alcune leggi, regolamenti e autorità, non sono risorse esaustive del framework in vigore al momento della stesura del presente manuale.

7.1

Regolamentazione giuridica in Ungheria

a. Un framework giuridico generale per le costruzioni in Ungheria

In **Ungheria** il cosiddetto **Building Act**⁶⁷ definisce i requisiti minimi, gli strumenti, i diritti e gli obblighi relativi alla formazione e protezione dell'ambiente edificato, così come gli obblighi relativi e le autorità. Esso contiene, tra le altre cose, i doveri e le competenze dello stato e delle autorità municipali relative alle costruzioni, alla pianificazione degli ambienti urbani, così come le regole minimi per i processi di costruzione (ad es. i requisiti generali per i lavori di costruzioni, le approvazioni delle autorità, le ispezioni, e le multe). Descrive anche le regole per la protezione del patrimonio edilizio.

L'altra legislazione importante è l' **OTÉK**⁶⁸ che contiene, tra le altre cose, la gamma di edifici e strutture che possono essere posizionate in certe aree, le condizioni per la costruzione e il posizionamento degli edifici, i requisiti per il posizionamento degli edifici e per le strutture pubbliche e le condizioni per gli edifici esistenti⁶⁹.

67 1997 LXXVIII. Act on the Shaping and Protection of the Built Environment

68 253/1997. (XII. 20.) on the national settlement planning and construction requirements

69 Fonte: <https://epitesijog.hu/magyarazatok/epitesugyiengedelyezes/140-az-epitesugyi-igazgatas-jogszabalyai>

Il governo centrale e della regione esegue i compiti che spettano all'autorità generale delle costruzioni, come la supervisione delle costruzioni e la protezione del patrimonio. Il governo locale e le municipalità svolgono le funzioni di sviluppo degli insediamenti e pianificazione degli insediamenti per creare e proteggere l'ambiente edificato.

Permessi edilizi

Il nuovo sistema di autorità delle costruzioni è entrato in vigore nel 2013 allo stesso tempo del codice di condotta per le procedure di costruzione e supervisione degli edifici. Sulla base di questi, i lavori di costruzioni si possono portare avanti nei seguenti casi:

- a) Senza un permesso (legalmente),
- b) Sulla base di una semplice notifica,
- c) Sulla base di un permesso di costruzione,
- d) Sulla base di una notifica verificata (norme sul coronavirus nel 2020)

Costruzione senza un permesso

Dal primo gennaio 2017, la gamma di lavori di costruzione che possono essere eseguiti senza un permesso è aumentata. Di questi, quelli rilevanti per il nostro manuale sono:

- Modifica, rinnovo, ristrutturazione, modernizzazione, cambio di facciata di un edificio (ad eccezione di edifici chiusi o gemellari, se queste attività coinvolgono le fondamenta o la struttura portante degli edifici adiacenti)
 - Isolamento termico aggiuntivo di un edificio esistente, sostituzione di porte e finestre delle facciate, pittura della facciata, modifica della superficie della facciata
 - Costruzione di un nuovo camino in un edificio esistente
 - Costruzione di un nuovo camino indipendente (fissato alla facciata o autoportante) con un'altezza che non superi i 6.0 m
 - Costruzione di tettoie, tetto protettivo, struttura ad ombrello connesse alla facciata di un edificio, o rinnovo o trasformazione di una esistente
 - Cambiamento nel numero di unità abitative di un edificio
 - Costruzione di fonti d'acqua, piscina o stagno nei giardini privati
 - Recinzione, struttura del giardino, scala da terreno, marciapiede e pendio, forno a legna, incenso di carne, pila per il ghiaccio o per le verdure, supporto per le piante qualificabile come struttura, costruzione di una rete di sollevamento di piante, o ristrutturazione, trasformazione di quella esistente
 - Raccogliatore solare, ventilatore, aria condizionata, sistemi di allarme, sistemi di protezione dalla luce
 - Costruzione di connessione di servizio e struttura di sostituzione di utilità all'interno del posto di osservazione
 - Costruzione, rinnovamento, ristrutturazione, conversione di una cantina con una profondità fino a 2.0 m e uno spazio d'aria fino ai 20 m³

Costruzioni con notifica semplice

La costruzione di edifici residenziali che non superino i 300 m² di piano utilizzabile è possibile dal 2016 con una semplice notifica. L'autorità di supervisione delle costruzioni rimane responsabile per la gestione e verifica delle notifiche semplici, che vengono controllate e nel caso di documentazione incompleta il costruttore e la camera degli architetti e degli ingegneri verranno informati entro 8 giorni. Bisogna tenere nota che l'autorità manda una notifica solo sull'incompletezza dei documenti, non controllando il loro contenuto.

Permesso di costruzione

Dove una costruzione non può essere oggetto di notifica semplice, la costruzione o espansione può iniziare solo nel caso di un permesso definitivo di costruzione. La regola principale è che il permesso debba coprire tutte le attività di costruzione che sono svolte sul sito allo stesso tempo. Alla richiesta del permesso vanno allegati diversi documenti.

Durante un'ispezione del sito, l'autorità delle costruzioni controlla se la costruzione sia in linea con i requisiti professionali e legali e i documenti inviati.

Fonti:

<https://epitesijog.hu/8874-2014-oktober-24-teljes-atalakulason-esett-at-az-e-gyszeru-bejelentes>

<https://epitesijog.hu/8874-2014-oktober-24-teljes-atalakulason-esett-at-az-e-gyszeru-bejelentes>

b. Requisiti di efficienza energetica

In Ungheria, i requisiti minimi di efficienza energetica degli edifici sono regolati dal regolamento 7/2006 (V.24.) TNM⁷⁰. I requisiti sono obbligatori per tutte le nuove costruzioni e vi sono anche requisiti per ristrutturazioni con l'obiettivo di risparmiare energia. I regolamenti sono stati man mano rafforzati negli ultimi anni, adesso quasi tutte le nuove costruzioni devono essere "edifici quasi a zero energia". Esistono sei tipologie di requisiti:

1. La *trasmissione termica* massima del cappotto dell'edificio determina quanto isolante va utilizzato per le mura esterne, i tetti, i pavimenti del sotterraneo ecc. I requisiti sono di circa 0.17 -0.24 W/m²K, ovvero sono necessari circa 16-24 di isolante (vedi Capitolo 5.2).

70 7/2006. (V. 24.) Ministerial decree about the determination of the energy performance of buildings

2. Il *coefficiente specifico di perdite di calore* mostra la qualità dell'energia dell'edificio in assenza di sistemi tecnici. Questo include le perdite di calore di tutto il cappotto dell'edificio, ma anche dei guadagni solari in inverno. La forma, la dimensione e l'esposizione dell'edificio sono i fattori importanti. In media, un edificio relativamente compatto e ben esposto soddisfa questi requisiti con lo spessore minimo di isolante. Tuttavia, un edificio molto complesso con un'esposizione non favorevole potrebbe aver bisogno di ulteriore isolamento termico.

3. Il *consumo primario totale di energia* dell'edificio include l'utilizzo dell'energia dello spazio e dei sistemi di acqua calda, di raffreddamento e di ventilazione meccanica se presente, ma non prende in considerazione gli elettrodomestici o il sistema di illuminazione. Questo indicatore è espresso come energia primaria non rinnovabile, che è diversa dall'energia consegnata o finale indicata sulle bollette dell'elettricità o del gas. L'energia primaria considera anche l'efficienza della trasformazione dell'energia, ad esempio il peso dell'elettricità in Ungheria è 2.5 e del gas è pari a 1. Per gli edifici "quasi a zero energia" l'utilizzo massimo consentito di energia primaria è di 100 kWh/m²/anno.

4. L'indicatore *surriscaldamento estivo* indica il rischio dell'edificio di surriscaldarsi. Il requisito può essere solitamente soddisfatto se l'edificio ha soluzioni efficaci per l'ombra. Anche la ventilazione notturna ha un effetto benefico.

5. I requisiti sui *sistemi tecnici degli edifici* definiscono la qualità delle caldaie, dei sistemi di controllo, ecc.

6. La *percentuale minima di energia rinnovabile* è il 25%. Questo requisito è solitamente soddisfatto se il riscaldamento è fornito da una pompa di calore o una caldaia a biomassa, e in alcune zone anche con il riscaldamento di quartiere. Nel caso del riscaldamento a gas, l'installazione di impianti fotovoltaici o collettori solari è necessaria. Un percorso alternativo per rispettare i requisiti è migliorare l'efficienza energetica se vi sono possibilità limitate per l'utilizzo di fonti rinnovabili. In questo caso, è consentito l'utilizzo massimo di energia primaria di 76 kWh/m²anno. Ad esempio, in una città ad alta densità abitativa, l'utilizzo di energia solare o riscaldamento a biomassa è limitato o impossibile, ma l'efficienza energetica si può aumentare con ventilazione che recuperi il calore o miglioramento nell'isolamento termico.

L'architetto o il progettista dei sistemi di servizio si deve assicurare che l'edificio sia in linea con i requisiti energetici e provarlo con dei calcoli. Il certificato energetico dell'edificio va emesso sulla base di questi calcoli prima che l'edificio ottenga il permesso abitativo. Gli edifici "quasi a zero energia" appartengono alla categoria BB o superiore.

Quando edifici esistenti vengono rinnovati o estesi, i requisiti dipendono dalle dimensioni dell'intervento. In caso di grandi ristrutturazioni, quando più del 25% della superficie viene ristrutturata, e in caso di grandi ampliamenti quando l'aria calpestabile eccede l'area calpestabile esistente, vi sono diversi requisiti da soddisfare. Ovviamente, i componenti che vengono ristrutturati devono rispettare i nuovi regolamenti (ad es. parte del cappotto di un edificio dove viene aggiunto isolante o parte del sistema tecnico che viene modificato). Oltre a questo, anche i requisiti riguardanti il coefficiente specifico delle perdite di calore e la domanda di energia primaria vanno soddisfatti, ma l'ultimo è più rilassato rispetto agli edifici nuovi. Queste regole incoraggiano ristrutturazioni più approfondite con svariati interventi allo stesso momento e alti risparmi energetici. L'utilizzo di energia rinnovabile non è obbligatorio per le ristrutturazioni ma ci si attende che i regimi di finanziamento preferiscano edifici ristrutturati che raggiungano i livelli degli edifici "quasi a zero energia".

Ulteriori approfondimenti

<https://epitesijog.hu/magyarazatok/epitesugyiengedelyezes/140-az-epitesugyi-i-gazgatas-jogszabalyai>

<https://epitesijog.hu/8874-2014-oktober-24-teljes-atalakulason-esett-at-az-egyszeru-bejelentes>

<https://epitesijog.hu/185-az-epitesi-es-egyszer-sitett-epitesi-engedelyezesi-eljaras>

7.2 Regolamentazione giuridica in Italia

In Italia, per poter procedere con i lavori di costruzione, per assicurarsi che i lavori di costruzione sono svolti in ottemperanza con i regolamenti nazionali e locali e per fornire alle autorità locali informazioni dettagliate o di riferimento per il controllo di conformità, esistono diverse procedure amministrative. Le procedure da seguire variano sulla base dei lavori di costruzione da svolgere. Più nel dettaglio, per svolgere i lavori di costruzione ci può essere bisogno di:

1. Permesso di costruzione
2. SCIA (segnalazione certificata di inizio attività)
3. CILA (comunicazione inizio lavori asseverata) o senza notifica

Questo capitolo fornisce una breve descrizione delle procedure presenti in Italia e i relativi passi da seguire per ognuno di essi. Sono descritte anche la tipologia, il costo e le tempistiche della procedura. Si fornisce una guida su quali procedure da seguire in base alla tipologia di lavori.

NOTA: questa sezione intende fornire un quadro generale, dunque non in modo esaustivo. Perciò si suggerisce rivolgersi alle amministrazioni locali e/o professionisti per una guida più completa e aggiornata.

a. Permesso di costruzione

Quando è necessario:

- Nuovo edificio
- Ristrutturazioni di un edificio che modificano:
 - o Volumi e/o forme
 - o Funzione (solo per gli edifici nei centri storici)
 - o Elevazione, nei casi degli edifici “protetti” secondo il codice di protezione della cultura e del paesaggio
- Recupero di un attico

Il richiedente e la persona che presenta i documenti:

Il permesso di costruzione è rilasciato al proprietario dell'edificio o a chi è autorizzato a riceverlo. Può essere presentato anche dal rappresentante dell'azienda dei professionisti (architetto, ingegnere) se quella persona ottiene la delega dal proprietario.

In pratica, il proprietario o la persona da egli delegata costituiscono il richiedente formale, mentre la presentazione fisica dei documenti è sempre fatta dai professionisti.

Contenuto e validità

Il permesso di costruzione è rilasciato massimo 60 giorni dopo il giorno della richiesta. Nel caso in cui non vi sia risposta dall'amministrazione locale, esso è considerato approvato.

Deve includere la data di inizio e di fine dei lavori di costruzione. La data di inizio deve essere non più tardi di un anno dal rilascio del permesso, e la data di fine non più tardi di 3 anni dopo. Dopo 3 anni dal rilascio del permesso, esso scade a meno che non si richieda un'estensione. L'estensione può durare un anno e deve essere motivata.

Costi

Il permesso di costruzione non è gratuito. Infatti, richiede il pagamento dei seguenti:

- ▶ Costo dell'infrastruttura
- ▶ Contributo alla costruzione

Il costo dell'infrastruttura è inteso come contributo al costo della costruzione e manutenzione che deve pagare l'amministrazione locale. Esso dipende dal luogo specifico e si calcola sulla base dei m2 costruiti.

Il contributo alla costruzione è calcolato come percentuale del lavoro di costruzione, in un range del 5 – 20%.

Le informazioni e le fonti per il calcolo dei costi sono solitamente accessibili dal sito delle amministrazioni locali, nella sezione sugli edifici e sulle costruzioni.

Il pagamento va fatto dal richiedente.

Altri costi associati ai lavori di costruzione sotto un permesso di costruzione sono:

- ▶ Costo dei professionisti
- ▶ Costo delle aziende di costruzione, dei materiali, e del lavoro
- ▶ Costo delle tariffe amministrative e di segreteria

b. SCIA segnalazione certificata di inizio attività

Quando:

- Lavori di manutenzione straordinaria che modifichino parti strutturali dell'edificio o elevazioni
- Restaurazione
- Rinnovi e restauri diversi da quelli che richiedono un permesso di costruzione
- Variazioni al permesso di costruzioni, entro certi limiti e in regola con quello dichiarato nel permesso di costruzione

Esempi di lavori che possono essere fatti con una SCIA: rinnovamento del tetto, sostituzione dei pavimenti, inserimento di nuove finestre, nuove porte esterne o lucernari esterni.

Il richiedente e la persona che presenta i documenti:

Così come per il permesso di costruzione, la scia è rilasciata al proprietario dell'edificio o chi ha diritto a riceverla.

Può essere presentato anche dal rappresentante dell'azienda di professionisti (architetto, ingegnere) se quella persona ottiene la delega dal proprietario.

In pratica, il proprietario o la persona da egli delegata costituiscono il richiedente formale, mentre la presentazione fisica dei documenti è sempre fatta dai professionisti. La SCIA va richiesta su carta e non può essere richiesta online.

Contenuto e validità

La SCIA non richiede la risposta dell'amministrazione locale, infatti, richiede solo la notifica. L'invio della notifica dà il diritto a iniziare i lavori. Tuttavia, l'amministrazione locale ha diritto a 60 giorni per verificare l'ottemperanza dei lavori ai regolamenti locali e nazionali e nel caso in cui questa non si verifichi o vi siano informazioni

mancanti, l'amministrazione può fermare i lavori. Se l'edificio interessato è soggetto a protezioni speciali, come il codice di protezione dei beni culturali e del paesaggio, il proprietario o chi delegato deve ottenere l'autorizzazione dall'organismo responsabile per il programma di protezione.

La SCIA ha una validità di 3 anni. Se i lavori di costruzione non si concludono in questo tratto di tempo bisogna fornire una nuova SCIA elencando le giustificazioni.

Costi

I costi associati alla SCIA possono o meno includere i costi dell'infrastruttura. Infatti, non sono necessari per tutti i tipi di costruzioni che possono essere fatti sotto la SCIA.

Altri costi associati ai lavori di costruzioni possibili con la SCIA, come nel caso del permesso di costruzione, sono:

- ▶ Costo dei professionisti
- ▶ Costo delle aziende di costruzione, dei materiali, e del lavoro
- ▶ Costo delle tariffe amministrative e di segreteria

c. CILA comunicazione inizio lavori asseverata o senza notifica

Quando:

CILA

- Lavori di manutenzione straordinaria che non modificano parti strutturali dell'edificio o elevazioni
- Ristrutturazioni che non includono lavori strutturali
- Lavori per soddisfare bisogni temporanei, ma che vanno rimossi quando questi bisogni svaniscono e in ogni caso entro 90 giorni

Lavori senza notifica:

- Manutenzione ordinaria, che indica tutti i lavori di costruzione che riguardano solo riparazioni, rinnovamento e sostituzione delle finiture, o il bisogno di integrare e mantenere l'efficienza dei sistemi tecnici già esistenti (ad es. riscaldamento)
- Installazione di pompe di calore con potenza al di sotto dei 12 kW
- Lavori per eliminare barriere architettoniche (ad es. installazione di un ascensore) se non modificano la forma o volume dell'edificio
- Finiture dell'area esterna (ad es. mattonelle)
- Installazione di pannelli solari o fotovoltaici, se al di fuori del centro storico.

Per la CILA, il proprietario o chi da lui delegato fa da richiedente formale. La richiesta può essere fatta online da un professionista, è valida dalla data di richiesta e non scade. Come per la SCIA, l'amministrazione locale ha diritto a 60 giorni per verificare l'ottemperanza dei lavori ai regolamenti locali e nazionali e nel caso in cui questa non si verifichi o vi siano informazioni mancanti, l'amministrazione può fermare i lavori.

Costi

La CILA richiede il pagamento di oneri amministrativi e di segreteria, mentre per i lavori senza notifica non vi sono oneri da pagare. Così come per la SCIA e il permesso di costruzione, i costi dei lavori vanno considerati dal proprietario:

- ▶ Costo dei professionisti
- ▶ Costo delle aziende di costruzione, dei materiali, e del lavoro

d. Requisiti legali - classi energetiche

In Italia, nel rispetto delle direttive UE (2002/91/CE e 2010/31/UE riguardanti la performance energetica degli edifici), va sviluppato e fornito un certificato energetico per ogni operazione di vendita/acquisto così come per l'affitto.

L'Attestato Prestazione Energetica (APE), in passato denominato Attestato di Certificazione Energetica (ACE), raccoglie le informazioni sulla performance dell'edificio, dal suo consumo di energia durante la fase operativa e l'efficienza energetica dei sistemi e dei possibili miglioramenti per risparmiare ulteriore energia. Le guide nazionali sull'APE sono state rivisitate di recente, con obiettivi più stringenti, come stabilito al livello europeo (Direttiva 2010/31/UE e i suoi emendamenti) e per incoraggiare un'applicazione e attuazione più omogenee sul territorio nazionale.

Nelle righe seguenti, si illustra la classificazione e i contenuti principali dell'APE utilizzata in Italia.

In generale, la performance energetica degli edifici è definita su una scala che va da G (meno performante) a A4 (altamente performante) come rappresentato in figura.



Figura 26:
Scala di prestazioni energetiche per la classificazione degli edifici in Italia
(dalle Linee Guida Nazionali per le Certificazioni Energetiche degli edifici, Allegato I)

Questa scala di classificazione si basa su di un parametro chiamato “indice di performance energetica globale non-rinnovabile” ($EP_{gl,nren}$). Il parametro, in particolare riferito agli edifici residenziali, tiene conto della domanda di energia primaria non-rinnovabile per i seguenti servizi: riscaldamento, raffreddamento, acqua calda e ventilazione⁷¹. Si misura in kWh/m²anno e la superficie di cui tiene conto è l'area di pavimento netta che è riscaldata, raffreddata o ventilata.

⁷¹ Altri due servizi energetici sono inclusi nel calcolo degli $EP_{gl,nren}$, che tuttavia sono obbligatori solo per edifici non residenziali.

Sebbene il $EP_{gl,nren}$ sia il parametro utilizzato per la classificazione dell'edificio, e sia il parametro principale per l'APE, per questioni di trasparenza l'APE deve presentare anche il contributo dei diversi servizi energetici installati negli edifici, così come informazioni aggiuntive sull'edificio che possano influenzare la domanda finale dell'energia primaria, come:

- ▶ La capacità del cappotto di limitare la domanda energetica per il riscaldamento in inverno e il raffreddamento in estate (ovvero il rapporto S/V)
- ▶ La performance del sistema di riscaldamento e raffreddamento (ovvero la resa dei sistemi)

Per quanto riguarda il metodo di calcolo, l'APE va calcolato secondo gli standard UNI/TS 11300. Più nel dettaglio, il metodo di calcolo di questo standard va applicato alle nuove costruzioni e può essere applicato a tutti gli edifici (sia nuovi che esistenti). Tuttavia, per gli edifici esistenti si può applicare anche un metodo di calcolo semplificato.

Per quanto riguarda il metodo di classificazione, la scala è determinata in riferimento ai metodi standard di costruzione. L'edificio di riferimento standard con il quale si confrontano gli edifici reali possiede:

- ▶ Lo stesso luogo e contesto dell'edificio in considerazione, così come lo stesso rapporto S/V
- ▶ Sistemi di ventilazione, riscaldamento, raffreddamento e aria condizionata predefiniti, in conformità con i requisiti minimi definiti per gli anni 2019/2021 dal cosiddetto "Decreto sui requisiti minimi" (D.Lgs. 192/2005 e le seguenti integrazioni e modifiche)
- ▶ Caratteristiche del cappotto predeterminate (Valore U) secondo i requisiti minimi definiti per gli anni 2019/2021 dal cosiddetto "Decreto sui requisiti minimi" (D.Lgs. 192/2005 e le seguenti integrazioni e modifiche). Questi requisiti sono diversi in base alla zona climatica

Sulla base della lista precedente l' $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (ovvero l' $EP_{gl,nren}$ dell'edificio standard di riferimento) è calcolato e viene definita la scala di riferimento (da G ad A4). Nel secondo step, sulla base del confronto tra $EP_{gl,nren,rif, standard}$ e $EP_{gl,nren}$, viene assegnata la classe energetica (Tabella 1.)

	Energy class	
	A4	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 0,4
0,4 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	A3	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 0,6
0,6 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	A2	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 0,8
0,8 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	A1	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 1
1 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	B	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 1,2
1,2 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	C	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 1,5
1,5 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	D	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 2
2 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	E	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 2,6
2,6 $EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) <	F	$\leq EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 3,5
	G	$> EP_{gl,nren,rif, standard}$ (2019/2021) 3,5

Tabella 1. Scala di performance energetica e valori per la classificazione degli edifici in Italia (dalle linee guida nazionali per le certificazioni energetiche degli edifici, Annesso I)

L'APE ha validità 10 anni.

Come richiesto dalla Direttiva, a partire da gennaio 2021, tutte le nuove costruzioni devono essere “Nearly Zero Energy Buildings” (NZEB) ovvero edifici “quasi a zero energia”. Questa performance corrisponde alla differenza di valore tra le classi B e A1.

Regolamentazione

giuridica finlandese e allineamento con le politiche climatiche Finlandesi

7.3

La politica climatica del governo finlandese dichiara di voler raggiungere la neutralità climatica entro il 2035⁷², e questo richiede a tutti i settori, incluso il settore delle costruzioni, di ridurre drasticamente le emissioni. Come parte degli obiettivi climatici nazionali, la Finlandia ha sviluppato una roadmap verso le costruzioni a basse emissioni di carbonio, che contiene linee guida generali mentre i regolamenti sono in via di sviluppo. La roadmap è stata pubblicata nel 2017 e dichiara che entro metà degli anni 2020 sarà necessario includere una valutazione della CO₂ degli edifici.

In Finlandia, il quadro giuridico per le costruzioni è dato dal Ministero dell'Ambiente, e non sono ancora riconosciuti i bisogni di valutazioni di impatto sul clima. Tuttavia, la regolamentazione sull'utilizzo dei terreni e sulle costruzioni verrà cambiata nei prossimi anni e la proposta sarà pubblicata a fine 2021⁷³ in uno sforzo volto ad indirizzare il settore delle costruzioni in una direzione neutrale in termini di clima, indicando i valori limite per diverse tipologie di edificio.

Secondo i regolamenti in via di sviluppo, una valutazione dell'impatto climatico è necessaria perché si ottenga il permesso di costruzione per un nuovo edificio. Questo include calcoli fatti seguendo la metodologia imposta dal ministero dell'ambiente finlandese. Questi requisiti non avranno grossi impatti sugli edifici piccoli, come le case singole e/o le case a schiera.

La roadmap e la metodologia sono in via di sviluppo, e al momento sono concentrati su nuovi edifici e su ristrutturazione, ma non hanno preso posizione sugli impatti di progetti di infrastrutture più grandi. La valutazione del ciclo di vita degli edifici è fatta utilizzando il metodo del ministero dell'ambiente per l'intera valutazione della CO₂ dell'edificio. La metodologia si basa fondamentalmente sulla metodologia Level(s) della Commissione Europea e sugli standard EN.

72 <https://ym.fi/en/carbon-neutral-finland-2035>

73 https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/MRL_ilmastovaikutusten_arviointi_raportti_taitettu_150121.pdf

La metodologia mette in evidenza che un edificio a basse emissioni di carbonio ha una piccola impronta di carbonio e una grande impronta di carbonio e il suo scopo è quindi quello di analizzare l'intero ciclo di vita di un edificio. Nella metodologia, la “carbon footprint” include l'intero ciclo di vita dell'edificio, mentre la “carbon handprint” considera i benefici netti che non esisterebbero senza la costruzione dell'edificio, come i serbatoi e depositi di carbonio (ovvero il carbonio immagazzinato nei materiali in legno) e i benefici del riciclo. In ogni caso, questa metodologia dovrebbe essere aggiornata dal governo finlandese entro nel 2021.

Regolamentazione finlandese sulla performance energetica degli edifici

Gli edifici al momento sono responsabili per circa il 40% del consumo energetico totale in Finlandia¹. L'obiettivo di questo regolamento sull'utilizzo dell'energia negli edifici è di migliorarne l'efficienza energetica, per aumentare l'utilizzo di energie rinnovabili e ridurre il quantitativo di energia utilizzata e delle emissioni da consumo di energia⁷⁴.

La legislazione finlandese si basa sulla direttiva dell'Unione Europea sulla performance degli edifici. La legislazione per l'utilizzo del terreno e delle costruzioni mostra requisiti per gli edifici “quasi a zero emissioni” e certificati di performance energetica⁷⁵. I nuovi regolamenti assicurano l'implementazione della direttiva⁷⁶.

Se il certificato di performance energetica è obbligatorio per tutte le nuove costruzioni, così come per gli edifici esistenti che sono in vendita o in affitto, il regolamento per gli edifici quasi a zero energia si riferisce solo alle nuove costruzioni, con poche eccezioni come gli edifici al di sotto dei 50m² e gli edifici residenziali non utilizzati come luogo di residenza permanente².

74 <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuus>

75 <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117g>

76 <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2018/08/CA-EPBD-IV-Finland-2018.pdf>

In termini di efficienza energetica, il proprietario del progetto deve far sì che l'edificio sia progettato in modo che sia più efficiente energeticamente possibile, in modo tale che l'energia e le risorse naturali vengano sfruttate il meno possibile. L'efficienza energetica va misurata calcolandola sulla base della performance energetica dell'edificio. Per ottenere il permesso di costruzione è spesso necessario il certificato di performance energetica e va presentato in caso di richiesta.

Il Codice delle Costruzioni Nazionale del 2017 stabilisce in maniera specifica i valori massimi per il consumo energetico totale, che variano in base al tipo di edificio, per le case monofamiliari e anche sulla superficie dell'edificio. Il nuovo codice delle costruzioni incoraggia l'uso del riscaldamento di quartiere e di fonti di energia rinnovabili. I calcoli tengono conto anche del comfort termico, della qualità dell'aria all'interno e delle infiltrazioni, dei ponti termici e dei dispositivi di ombreggiamento⁴¹. Dal punto di vista economico, secondo il report nazionale presentato alla Commissione Europea nel 2013, il livello ottimale di costo per l'efficienza energetica è in media più efficiente del 7% rispetto a quello indicato dal regolamento del ministero dell'ambiente 2/11 (2011) e, per gli edifici esistenti dell'8% più efficiente rispetto a quello indicato dal decreto del ministero dell'ambiente 4/13 (2013) ⁴¹.

In aggiunta, il governo finlandese ha introdotto una varietà di incentivi per incoraggiare le ristrutturazioni per l'efficienza energetica, inclusi finanziamenti per gli investimenti e revisione energetica sia per il settore pubblico che privato. Per le abitazioni, alcuni lavori di ristrutturazione possono essere dedotti dalle tasse, in modo da motivare i proprietari a chiedere supporto ai professionisti per migliorare l'efficienza energetica⁴¹.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

8

Conclusioni



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

8

Conclusioni

Nel manuale, sono stati introdotti i concetti di impatto ambientale, sostenibilità, ciclo di vita e approccio di ciclo di vita, valutazione del ciclo di vita, i loro significati e le informazioni a riguardo. Sono state presentate informazioni riguardo diversi sistemi di valutazione degli edifici, il loro significato e il loro utilizzo. Sono stati indirizzati i problemi e le opportunità che si possono incontrare durante l'utilizzo, la manutenzione e la ristrutturazione di un edificio, e che hanno un impatto significativo sulla sostenibilità dell'ambiente edificato.

Sono state descritte diverse strutture e diversi materiali, soluzioni attive e passive e diversi sistemi degli edifici. Ad una prima lettura, molte delle soluzioni descritte in questo manuale possono sembrare futuristiche, ma queste tecnologie in realtà sono già esistenti e disponibili per tutti. In aggiunta, si spera che in un futuro prossimo non vi siano solo nuove soluzioni tecnologiche ma che il loro costo si riduca e le renda più appetibili.

Con la lettura di questo libro, è molto probabile che il lettore abbia avuto un'altra prospettiva sul pensiero ecoconsapevole e sull'impegno per le costruzioni sostenibili. Si spera che durante la costruzione della sua nuova casa o durante la ristrutturazione o trasformazione di quella esistente, il lettore sia capace di sfruttare le informazioni e conoscenze acquisite dal presente manuale.

All'inizio del manuale, il lettore è stato indirizzato a non utilizzare le informazioni lette in maniera automatica, ma di studiarle e pensarci in maniera più cauta, dato che ognuno deve essere libero di prendere le proprie decisioni. Si raccomanda di consultare uno specialista in caso di dubbi o domande, o di chiedere l'aiuto del progettista o di un'altra figura professionale che abbia una conoscenza approfondita della materia.

Gli argomenti trattati in questo manuale sono di vitale importanza, dato che trattano il futuro del pianeta. Se gli argomenti, le soluzioni e le opzioni suggerite sono stati interessanti, si invita il lettore a condividere il presente manuale, in particolare ai propri figli e nipoti.

Diffusione di soluzioni innovative per costruzioni sostenibili

HANDBOOK

9

Allegati



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

9

Allegati

- ▶ Schede informative sui materiali da costruzione
- ▶ Esempi di case singole che utilizzano soluzioni passive