

Strumenti normativi EU27 per la riduzione delle emissioni di carbonio nel ciclo di vita dei nuovi edifici

Repertorio di esperienze Europee

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.



Strumenti normativi EU27 per la riduzione le emissioni di carbonio nel ciclo di vita dei nuovi edifici

Repertorio di esperienze Europee

Data	Ottobre 2022	
Autori	Jacob Steinmann, Martin Röck, Thomas Lützkendorf, Karen Allacker, Xavier Le Den	Ramboll 35, Square de Meeûs 1000 Brussels Belgium T +32 02 737 96 80 https://ramboll.com
Descrizione	Questo rapporto mette a confronto strumenti normativi nazionali esistenti con quelli in corso di approvazione per la riduzione delle emissioni di carbonio nel ciclo di vita - Whole Life Carbon (WLC) - di un manufatto edilizio di nuova costruzione. Il confronto si basa sui modelli adottati in Danimarca, Finlandia, Francia, Paesi Bassi e Svezia. Il presente lavoro intende mettere in luce le caratteristiche chiave, le somiglianze e le differenze (pro e contro). A causa di pratiche nazionali preesistenti in materia di edifici sostenibili, quantificazione dell'impatto climatico e regolamentazione generale delle nuove costruzioni: tutti i modelli risultano differenti l'uno dall'altro.	

Autori

Jacob Steinmann, jbst@ramboll.com

Martin Röck, martin.roeck@kuleuven.be

Xavier Le Den, xald@ramboll.com

Karen Allacker, karen.allacker@kuleuven.be

Thomas Lützkendorf, thomas.luetzkendorf@kit.edu

Ringraziamenti

Desideriamo esprimere la nostra gratitudine ai membri del comitato direttivo che hanno accompagnato, informato e rivisto lo sviluppo di questo rapporto. Il comitato è composto da Stephane Arditi (European Environmental Bureau), Luca De Giovanetti (World Business Council for Sustainable Development), Michael Neaves (Environmental Coalition on Standards), Stephen Richardson (World Green Building Council), Oliver Saltoft (European Climate Foundation) e Zsolt Toth (BPIE).

Nota alla versione italiana

La versione italiana del rapporto di ricerca, a cura di GBC Italia, è il risultato di un lavoro di traduzione, di adattamento dei termini e di revisione critica del testo, al fine di renderlo coerente con il quadro di documenti elaborati dall'associazione.

Il processo di revisione è stato affidato a Jacopo Andreotti (Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Architettura) e Roberto Giordano (Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design).



**Green
Building
Council
Italia**

Contenuti

Sintesi	4
Informazioni su Ramboll e KU Leuven	8
1. Introduzione	10
2. Metodo di lavoro	11
3. Strumenti normativi nazionali	12
3.1 Confronto tra strumenti normativi di: Finlandia, Francia, Danimarca, Paesi Bassi e Svezia	13
3.2 Confronto dei processi di sviluppo che portano alla legislazione	18
4. Conclusioni	20
Appendice 1 - Schede e tabelle di analisi dei Paesi	22

Elenco delle abbreviazioni

BIM	Building Information Modeling
EC	Embodied Carbon (Carbonio incorporato)
EN	Norme europee
EPD	Environmental Product Declaration (Dichiarazione ambientale di prodotto)
GBC	Green Building Council
GFA	Superficie lorda di pavimento
GHG	Greenhouse Gas (Emissions) (Emissioni di gas a effetto serra)
LCA	Life Cycle Assessment (Valutazione del ciclo di vita)
MEP	Mechanical, electrical and plumbing (Impianti e servizi)
MFH	Multi-family house (Casa multifamiliare)
NHA	Net Heated Area (Area riscaldata netta)
OC	Operational Carbon (Carbonio operativo)
SFH	Single-family house (Casa unifamiliare)
WLC	Whole Life Carbon (Emissioni di carbonio equivalente nel ciclo di vita di un manufatto edilizio)



Sintesi

Contesto e finalità

Le emissioni operative di gas serra, o con il termine inglese Operational Carbon (OC), degli edifici sono regolamentate a livello europeo e nazionale attraverso sistemi di certificazione sulla prestazione e sull'efficienza energetica. Invece, i requisiti connessi al bilancio delle emissioni di carbonio lungo tutto il ciclo di vita di un manufatto edilizio - identificati con il termine inglese Whole Life Carbon (WLC) - che prevedono di valutare non solo l'OC ma, bensì, anche le emissioni incorporate, Embodied Carbon (EC), derivanti dalla produzione dei materiali, prodotti e componenti che costituiscono l'edificio, dai processi di trasporto e costruzione del manufatto, dalle operazioni di sostituzione e manutenzione e, non ultimo, dai processi e trattamenti a fine vita dei rifiuti - sono adottate solamente in alcuni Paesi dell'UE. Tuttavia, la proposta di revisione delle norme sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD recast) propone una valutazione complessiva, in cui, già citati contributi EC e OC confluiscono in un bilancio. È opportuno precisare che i dettagli sul sistema di contabilizzazione sono in fase di sviluppo e negoziazione.

I Paesi ad oggi più avanzati in Europa sul tema WLC sono Danimarca, Finlandia, Francia, Paesi Bassi e Svezia, nei quali è obbligatorio calcolare e rendicontare l'Embodied Carbon per i manufatti edilizi di nuova costruzione. Si segnala, inoltre, come nei Paesi sopra citati siano in vigore valori limite di emissioni di gas serra, il cui superamento può comportare limitazioni al permesso di costruire o il pagamento di tasse supplementari (carbon tax).

Questi Paesi dimostrano che è possibile regolamentare l'impronta di carbonio degli edifici, contemplando non solo l'OC ma anche l'EC, e che ciò può essere attuato in tutti i Paesi dell'UE. Gli strumenti normativi nazionali analizzati includono metodologie per valutare il ciclo di vita degli edifici basate sullo standard internazionale EN 15978:2011, principale riferimento del framework europeo di valutazione e rendicontazione LEVEL(s). La norma EN 15978:2011, tuttavia, consente un ampio grado di flessibilità nel calcolo del GWP degli edifici; ad esempio, quali emissioni o fasi del ciclo di vita degli edifici devono essere conteggiate, quali siano le metriche di contabilizzazione delle emissioni, quali dati possano essere utilizzati per calcolare il GWP degli edifici, ecc.

Il presente rapporto mette a confronto i cinque modelli nazionali per evidenziare somiglianze, differenze e best practice nell'approccio alle metodologie WLC, agli obblighi di rendicontazione, ai requisiti di performance, alla governance e ai processi di sviluppo.

Il rapporto evidenzia, inoltre, gli elementi e i processi che necessitano di un ulteriore sviluppo per la legislazione nazionale in materia di WLC. Il documento si prefigge anche di stimolare una più ampia riflessione sulla decarbonizzazione del patrimonio edilizio europeo, mostrando esempi

concreti di applicazione della WLC. Il documento mira, infine, a informare gli stakeholders istituzionali sul livello di ambizione, la tempistica e gli elementi costitutivi del sistema di valutazione WLC, parte integrante della direttiva EPBD.

Questo lavoro fa parte di uno studio finanziato dalla European Climate Foundation e realizzato da Ramboll in collaborazione con la KU Leuven. Sulla base delle conoscenze acquisite, è possibile sviluppare una proposta per estendere all'intero contesto europeo le politiche WLC vigenti in alcuni Paesi.

Risultati e discussioni

Lo studio degli strumenti normativi in vigore nei cinque Paesi presi in esame ha evidenziato differenti modalità di applicazione della metodologia di calcolo, che inevitabilmente si ripercuotono sui risultati finali. Le emissioni di anidride carbonica equivalente, intese come misura dell'impatto sul riscaldamento globale di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di CO₂, nel ciclo di vita di un manufatto edilizio sono oggi un tema rilevante nei cinque Paesi analizzati, i quali sono impegnati nella regolamentazione dell'Embodied Carbon e dell'Operational Carbon, anche attraverso valori limite di emissione.

Il confronto dei diversi sistemi risulta pertanto di fondamentale importanza per comprendere le metriche di calcolo delle emissioni come anche i pro e i contro delle differenti modalità di valutazione della WLC; quest'ultime, sono spesso influenzate da preesistenti pratiche e regolamentazioni in materia di edifici sostenibili. La Tabella 1 riassume le principali caratteristiche connesse agli strumenti normativi a tema WLC, mentre per una descrizione più approfondita dei cinque casi di studio si rimanda all'Appendice 1. Dalla tabella si evince un efficace sistema di condivisione delle informazioni con i responsabili dei controlli (autorità), mentre invece risulta deficitaria la trasparenza e la condivisione dei risultati con il pubblico. Proprio quest'ultimo punto è un aspetto che necessita di essere approfondito, poiché fortemente interconnesso con la diffusione della WLC in tutto il contesto europeo. Comprendere le scelte progettuali in altri Paesi, può infatti incentivare la selezione di materiali o tecnologie a basso impatto ambientale.

L'accesso ai dati sull'EC dei materiali e alle informazioni sugli studi WLC sono pertanto due elementi che possono portare alla predisposizione di metriche e pratiche comuni a livello europeo, accelerando di conseguenza il processo di decarbonizzazione del settore delle costruzioni. Tuttavia, la forte dipendenza dal contesto nazionale che caratterizza i diversi Stati dell'Unione Europea implica un compromesso tra l'armonizzazione e l'allineamento delle pratiche nazionali con quelle comunitarie. I possibili percorsi per un'iniziativa a livello europeo sono esplorati in un secondo rapporto, con l'obiettivo di proporre possibili approcci per istituire un sistema di contabilizzazione comune per l'Europa.



Tabella 1. Caratteristiche principali degli strumenti normativi a tema WLC e sintesi della loro variazione tra i modelli EU27.

Caratteristiche	Descrizione della variazione tra i modelli nazionali	Best practice identificate
Tipologie di manufatti	Edifici residenziali ed edifici per uffici, ulteriori tipologie sono in corso di sviluppo; sono presenti delle deroghe in base alle dimensioni del progetto o allo status giuridico del committente.	Poche deroghe. Esempio: Francia Nota: necessario sviluppare metodo di valutazione per le ristrutturazioni.
Sistema edilizio	Elementi appartenenti alla struttura (es. fondazioni, pilastri, travi, ecc.) e alla sovrastruttura (es. pareti perimetrali, solai, coperture, infissi, ecc.). La Svezia include una minore varietà di elementi costruttivi a differenza della Francia, in cui è necessario valutare anche le finiture e gli allacciamenti delle utenze alle reti dei servizi elettrici, idrici e di gas.	Elenco completo degli elementi costruttivi. Esempio: Francia.
Fasi del ciclo di vita del manufatto edilizio	EC e OC non sono sempre inclusi nei sistemi di valutazione. In particolare, la Svezia valuta solo l'EC definita 'upfront', ovvero riferita alle fasi di produzione (A1-A3) e costruzione (A4-A5), mentre la Francia contabilizza anche i benefici o carichi oltre il ciclo di vita (fase D) (si veda EN 15978:2011). Per quanto attiene il contributo dell'OC, esso è incluso nel sistema di valutazione in Danimarca e escluso in Francia, Paesi Bassi e Svezia.	LCA completa, compresa la fase di fine vita (C) e i benefici o carichi al di là del ciclo di vita (D), questi ultimi studiati per incentivare la circolarità. Esempi: Danimarca, Finlandia, Francia.
Modello di calcolo su base LCA	Dipendente dai parametri di ingresso. L'unità funzionale a cui riferire i risultati della valutazione WLC è comunemente associata alla superficie lorda di pavimento (kgCO ₂ eq/m ²). I Paesi hanno sviluppato due approcci: uno dinamico (Francia) e uno statico (Finlandia, Danimarca, Paesi Bassi e Svezia). La scelta di un differente approccio comporta una difficile comparazione tra i risultati di WLC.	Necessario sviluppare un sistema di armonizzazione dei risultati.
Requisiti dei dati	I dati possono essere specifici, prelevati da: Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD), Carbon Footprint (CF), Product Environmental Footprint (PEF) e studi LCA, o generici, riferiti cioè a dati medi disponibili su database. Ogni Paese si è dotato di uno specifico database nazionale di riferimento, fornito sia di dati specifici sia di dati generici. Francia e Svezia utilizzano dei fattori correttivi (malus) nel caso in cui si adottino dati generici.	Incentivi sull'utilizzo di materiali e prodotti a basso impatto ambientale dotati di certificazioni (dati specifici). Esempi: Francia e Svezia.

Caratteristiche	Descrizione della variazione tra i modelli nazionali	Best practice identificate
Unità di misura della WLC	Differente a seconda del 'Modello di calcolo su base LCA' impiegato. La Danimarca utilizza l'unità di misura kgCO ₂ eq/m ² /anno (comprensiva dei contributi di EC e OC). Francia e Svezia adottano i kgCO ₂ eq/m ² , mentre i Paesi Bassi monetizzano l'impatto ambientali in EUR/m ² /anno.	Tutte le opzioni sono valide ma si rende necessario predisporre un sistema di armonizzazione per confrontare i dati.
Requisiti di prestazione (valori limite di emissione)	I Paesi coinvolti hanno in atto o in corso di sviluppo dei valori limite di emissione per tipologia di edificio. Tali valori definiscono un limite massimo entro cui operare, determinato sulla base di un modello previsionale. In Francia il valore è determinato a partire dalle caratteristiche del manufatto oggetto di studio, mentre tutti gli altri Stati fissano dei valori standard per categoria di edificio.	Necessario allineare i valori soglia a livello europeo.
Governance per la verifica risultati	La governance è di responsabilità della politica nazionale ma spesso è attuata dalle autorità locali. In Svezia si segnala che l'autorità pubblica nazionale è coinvolta nella verifica dei calcoli e dei risultati della WLC. Si rilevano differenze in merito al 'momento' in cui eseguire il calcolo (es. fase di progettazione preliminare o definitiva, fase di costruzione, ecc.).	Tutte le opzioni sono valide.
Governance per la gestione dei risultati	Nessuna politica di raccolta, gerarchizzazione e condivisione dei dati. In Svezia i risultati sono salvati in un sistema centralizzato che non permette l'accesso al pubblico. In Francia è stato istituito un database, indipendente dalla politica nazionale, per la condivisione dei risultati.	Necessario strutturare un database accessibile al pubblico per aumentare la trasparenza dei progetti.
Portata degli sviluppi	Lo sviluppo degli strumenti normativi nazionali è subordinato all'introduzione di valori limite obbligatori. In Francia e Danimarca erano impiegati dei sistemi volontari prima dell'introduzione di strumenti normativi. La Finlandia ha sviluppato un modello pilota in accordo con Level(s). La Svezia sta testando il modello prima di introdurre valori limite nel 2027.	Promuovere l'applicazione dei sistemi di valutazione WLC. Esempi: tutti.
Coinvolgimento degli stakeholders	Coinvolgimento attivo tramite piattaforme istituzionali permanenti (tavoli di lavoro).	Coinvolgere stakeholders di diversa estrazione per alimentare il processo collaborativo e di disseminazione della metodologia. Esempi: tutti.

Informazioni su Ramboll e KU Leuven

The logo for Ramboll, featuring the word "RAMBOLL" in white capital letters on a blue rectangular background.

Ramboll è una società di consulenza globale che opera nel campo dello sviluppo sostenibile in 35 Paesi. Con un'eredità di connessa all'ingegneria civile, Ramboll comprende anche la consulenza gestionale, l'architettura e i servizi ambientali per offrire una visione olistica della transizione verde nel settore delle costruzioni e nelle industrie affini.

In particolare, nel settore dell'edilizia, Ramboll ha lavorato per sviluppare la comprensione della Whole Life Carbon (WLC) e contribuire alla riduzione delle emissioni di carbonio equivalente. Studi condotti da Ramboll per il World Green Building Council, la Fondazione Laudes, la Direzione Generale Ambiente della Commissione Europea e pubblicazioni basate sull'esperienza pratica di lavoro con i sistemi di valutazione del ciclo di vita di prodotti e manufatti edilizi europei portano l'Embodied Carbon e la WLC al centro del nesso industria-politica-ricerca. Allo stesso tempo, gli esperti di Ramboll aiutano i clienti del settore edile a comprendere gli impatti e i costi del ciclo di vita e promuovono la progettazione di edifici a basso contenuto di Embodied Carbon.

The logo for KU Leuven, featuring the words "KU LEUVEN" in white capital letters on a dark blue rectangular background.

KU Leuven è l'università più innovativa d'Europa. Situata in Belgio, si dedica all'istruzione e alla ricerca a servizio della società.

La KU Leuven è un membro fondatore della Lega delle Università di Ricerca Europee (LERU) e ha un forte orientamento europeo e internazionale. I nostri scienziati conducono ricerche di base e applicate in una vasta gamma di discipline.

Il gruppo di ricerca in Ingegneria architettonica mira all'innovazione nella progettazione degli edifici. In particolare, si opera sugli aspetti tecnici dell'architettura - struttura, materiali, servizi e requisiti di comfort - considerati in un contesto multidisciplinare, al fine di quantificare, valutare e migliorare la qualità, i costi e la sostenibilità degli edifici e dell'ambiente costruito. Per raggiungere questo obiettivo, si svolgono ricerche fondamentali, applicate e orientate alle politiche, e si compie uno sforzo continuo per colmare il divario tra ricerca, istruzione e pratica. Il gruppo di ricerca offre una profonda esperienza nella valutazione dell'impatto ambientale del ciclo di vita e nel calcolo dei costi del ciclo di vita dell'ambiente costruito, agendo sui diversi livelli: materiali da costruzione, elementi costruttivi, edifici, quartieri e città, nonché gli stock edilizi nazionali e transnazionali.

Ramboll e Martin Röck (KU Leuven) hanno collaborato con l'Università di Aalborg al progetto "Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe", finanziato dalla Fondazione Laudes. Attualmente, insieme a BPIE, Ramboll e KU Leuven stanno lavorando allo studio in corso "Supporting the Development of a Roadmap for the Reduction of Whole Life Carbon of Buildings", commissionato dalla DG ENV della Commissione Europea.

¹ Rapporti e informazioni aggiuntive sono disponibili su <https://c.ramboll.com/lets-reduce-embodied-carbon> e <https://doi.org/10.5281/zenodo.6397514>

² Ulteriori informazioni sono disponibili su <https://c.ramboll.com/whole-life-carbon-reduction>



1. Introduzione

L'obiettivo dell'Unione Europea di decarbonizzare la propria economia e di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 impone una sostanziale diminuzione delle emissioni di gas serra (GHG) in tutti i settori. Il programma dell'UE si concentra nell'affrontare le sfide legate alle emissioni di gas serra nel settore delle costruzioni, che contribuiscono al 36% delle emissioni di gas serra. Tra queste, vi sono le emissioni di carbonio incorporato (anche definito Embodied Carbon), che derivano dalla fase di costruzione e soprattutto dalla produzione dei materiali impiegati nella realizzazione di manufatti edilizi, come cemento, acciaio, vetro e isolanti. A questa fase corrisponde un valore compreso tra il 10-20% delle emissioni di gas serra.

Finora, le iniziative politiche e normative dell'Unione Europea (UE) e dei suoi Stati membri sono state indirizzate prevalentemente verso l'analisi e la gestione della componente operativa dell'energia (Operational Energy), nonché delle emissioni di gas serra ad essa associata (Operational Carbon). Il riferimento principale è rappresentato dalla Direttiva sull'Efficienza Energetica degli Edifici (EPBD - Direttiva 2010/31/UE), la quale è stata recepita e implementata in tutti gli Stati membri dell'UE.

A differenza della Operational Carbon, la normativa relativa all'Embodied Carbon e alla Whole Life Carbon (WLC), che include sia la OC sia la EC, è poco diffusa. Solo alcuni Stati membri dell'Unione Europea hanno attuato o stanno attualmente attuando, o hanno in programma di implementare, standard o specifiche tecniche per regolamentare in modo più completo le emissioni legate al ciclo di vita degli edifici. Tra questi Paesi, Danimarca, Francia, Paesi Bassi, Finlandia e Svezia si distinguono come i più avanzati, e le loro esperienze possono rivelarsi di rilevante interesse.

Nell'ambito all'iniziativa Renovation Wave della Commissione Europea, è attualmente in corso la revisione della Direttiva sull'Efficienza Energetica degli Edifici (EPBD). La versione proposta introduce il concetto di Whole Life Carbon (WLC). Ciò ha generato un dibattito riguardo alle modalità di attuazione, alla tempistica e ai possibili requisiti prestazionali che dovranno essere stabiliti.

Il presente rapporto contribuisce a tale dibattito evidenziando come potrebbero essere formulate le politiche nazionali. La ricerca delle informazioni è stata condotta in tutti i Paesi dell'Unione Europea (e nel Regno Unito) per comprendere il livello di

sviluppo di standard e norme.

Il rapporto descrive lo stato dell'arte di cinque nazioni (Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia e Paesi Bassi), che oggi si possono considerare all'avanguardia nell'implementazione della legislazione che prevede una valutazione Whole Life Carbon (WLC) e che hanno dimostrato la fattibilità di tale valutazione a scala locale, in coerenza a standard e documenti guida internazionali. Tuttavia, ognuna di esse ha adottato approcci distinti di quantificazione delle emissioni, così come di definizione di limiti e di modalità di applicazione, anche in relazione a differenti destinazioni d'uso. Di conseguenza, si riscontrano alcune differenze tra i cinque approcci in termini di: metodi di valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment), di ambito(i) di applicazione, di scenari di vita utile, di obiettivi di riduzione delle emissioni, di modello di governance, di coinvolgimento delle parti interessate.

I cinque strumenti legislativi, finalizzati a una valutazione WLC, sono oggetto di un'analisi che ne descrive le caratteristiche principali, le opzioni di contabilizzazione delle fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio, nonché i punti di forza e le criticità.

Più nel dettaglio, il lavoro illustra gli esiti del progetto Whole Life Carbon Models for EU27 to Bring Down Embodied Carbon Emissions from New Buildings, finanziato dalla European Climate Foundation (ECF).

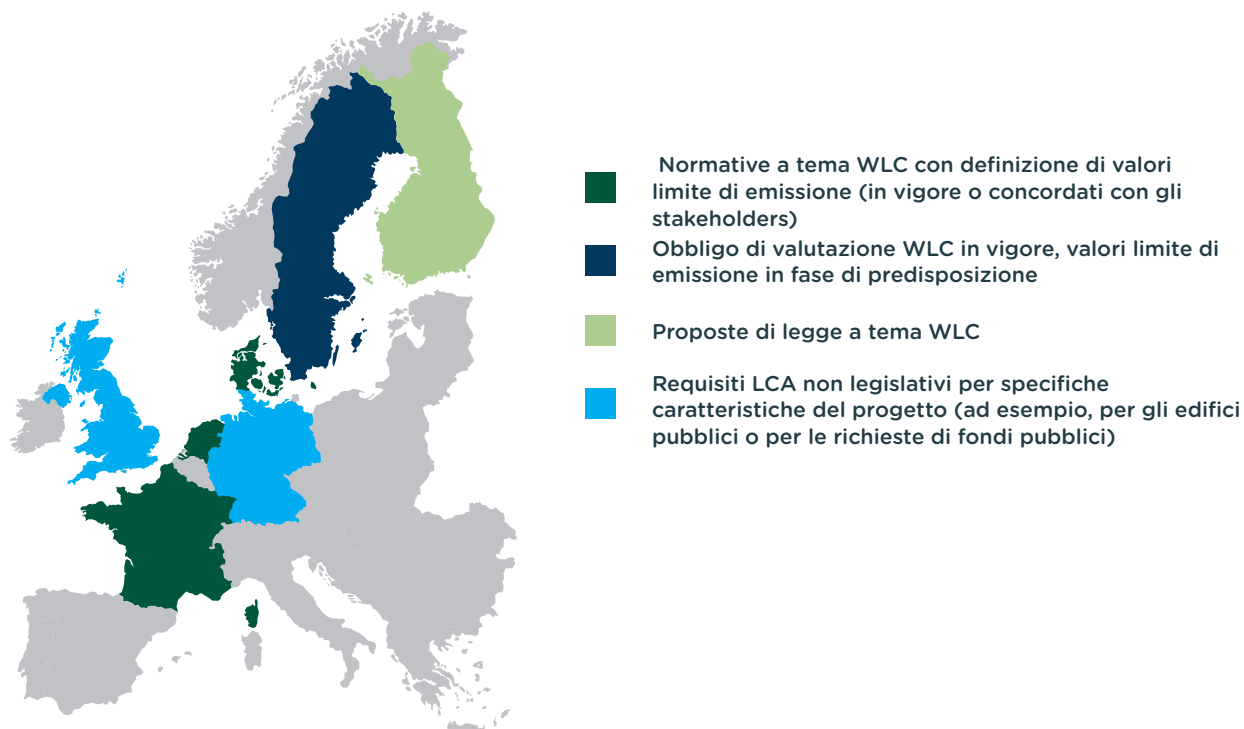
Il presente rapporto è da intendere come primo di una serie. In una seconda fase, gli esiti dell'attività comparativa saranno utilizzati per sviluppare e proporre un modello di valutazione WLC, che potrebbe essere adattato ad altri Paesi membri dell'UE.

Lo scopo è inoltre di riassumere un quadro di conoscenze relative alla contabilizzazione della Embodied Carbon, derivanti da studi Life Cycle Assessment.

Le cinque nazioni descritte sono quelle che oggi hanno maturato esperienze di applicazione della metodologia WLC particolarmente significative e conseguito alcuni risultati, che nel report sono oggetto di interpretazione.

Si segnala infine che per i cinque Paesi oggetto di studio sono disponibili delle schede di approfondimento, riportate in appendice.

Figura 1: Stato della legislazione in materia di LCA e WLC in Europa. Fonte: ricerca propria e BPIE 2021.



2. Metodo di lavoro

Il gruppo di ricerca ha selezionato cinque Paesi su cui esaminare gli strumenti normativi a tema WLC. La scelta è ricaduta su Finlandia, Francia, Danimarca, Paesi Bassi e Svezia, in virtù dei progressi compiuti nella predisposizione di metriche di valutazione e misure legislative volte a quantificare la WLC di edifici di nuova costruzione, attraverso cui sono poi stati definiti dei valori limite di emissione per tipologie edilizie. Recenti pubblicazioni di Ramboll e dell'Università di Aalborg⁴, del World Green Building Council⁵ e del BPIE⁶ hanno indagato e confrontato gli strumenti normativi nazionali in atto in tutti gli Stati europei.

In tal senso, vi è da segnalare come gli strumenti normativi nazionali, non siano le uniche iniziative volte a determinare e gestire le emissioni nel ciclo di vita di un manufatto edilizio. Alcuni Paesi europei hanno sviluppato strumenti specifici, come nel caso degli edifici pubblici, si vedano ad esempio i casi in Germania, Svizzera, Norvegia, Regno Unito, o che si applicano solo ai progetti sovvenzionati da programmi di finanziamento nazionali (Germania). Inoltre, esistono diversi sistemi di rendicontazione e certificazione della sostenibilità (ad esempio, LEED, BREEAM, HQE),

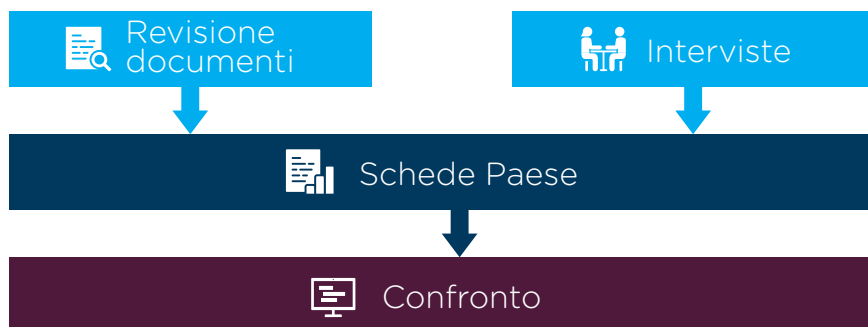
i quali possono a loro volta essere dotati di valori soglia di Embodied Carbon o Whole Life Carbon (si veda DGNB/BNB).

Tuttavia, il presente rapporto si concentra solamente sugli strumenti normativi nazionali, escludendo le iniziative in fase di sviluppo o di carattere non legislativo. In questo senso, sono stati selezionati gli strumenti sviluppati dai governi nazionali e applicati in regime volontario o obbligatorio. Questi modelli sono la base per promuovere la diffusione di politiche di contabilizzazione della WLC e di decarbonizzazione del settore delle costruzioni in altri Paesi dell'UE.

Le informazioni sugli strumenti normativi nazionali sono state raccolte in due fasi, come illustrato nella figura 2. Partendo dalle fonti esistenti, in ogni Paese è stata effettuata una revisione della documentazione da parte di esperti sulle tematiche WLC. In seguito, sono state condotte interviste con il personale tecnico connesso agli strumenti normativi, al fine di colmare alcune lacune interpretative della documentazione e di integrare informazioni in merito allo sviluppo storico, alla governance e ai dettagli di attuazione.

³ Building Performance Institute Europe. (2021). Carbonio a vita intera: Sfide e soluzioni per edifici altamente efficienti e neutrali dal punto di vista climatico. Disponibili su: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/05/BPIE_WLC_Summary-report_final.pdf

Figure 2: Processo di ricerca



Le informazioni raccolte sono catalogate e riassunte in una serie di schede descrittive, suddivise per Paese e disponibili nell'Appendice 1 del presente documento. Tali schede contengono dettagli sull'approccio utilizzato negli strumenti normativi nazionali, includendo le informazioni relative ai requisiti e alle metriche per il calcolo della WLC. La struttura delle schede di analisi permette così di identificare i pro e i contro di ogni strumento nazionale e di confrontarlo con i modelli vigenti in altri Paesi.

3. Strumenti normativi nazionali

La valutazione degli impatti del ciclo di vita di un edificio è standardizzata a livello europeo dalla norma EN 15978:2011 - “Sostenibilità delle opere di costruzione - Metodologia per la valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici”. Lo standard fornisce le regole per la contabilizzazione delle prestazioni ambientali di manufatti edilizi di nuova costruzione o nuovi ed esistenti. La norma è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 350, “Sostenibilità delle opere di costruzione”, ed è attualmente in fase di revisione. Essa si inserisce in una serie di norme europee, specifiche tecniche e rapporti tecnici per la valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici. La totalità dei documenti supporta la quantificazione del contributo dei manufatti edilizi, in termini di sostenibilità (ambientale, economica e sociale), in relazione agli obiettivi di sviluppo sostenibile. Più nel dettaglio, la norma EN 15978:2011 si relaziona con lo standard EN 15643:2021, il quale include aspetti connessi alle prestazioni sociali ed economiche degli edifici.

La norma EN15978 è un riferimento ampiamente utilizzato per la valutazione degli impatti ambientali del ciclo di vita di un manufatto edilizio, ed è pertanto parte integrante del sistema di valutazione WLC.

In tale contesto, l'UE ha sviluppato il framework

Level(s) - uno strumento per favorire il mercato dell'edilizia sostenibile attraverso un sistema di indicatori di performance per misurare gli edifici sostenibili in Europa - il quale integra un sistema di valutazione basato sulla norma EN 15978:2011. Level(s) adotta un linguaggio comune (indicatori) con cui determinare la sostenibilità degli edifici secondo 6 macro-obiettivi; di questi, i primi 3 afferiscono alla sfera ambientale. La verifica dei requisiti è organizzata secondo tre livelli, che differiscono sulla base dello stato di avanzamento del progetto e sulla qualità delle informazioni in possesso al valutatore. Nel dettaglio, i 3 livelli sono associati a: progettazione preliminare, progettazione esecutiva e costruzione e, infine, progetto “come costruito” e progetto “in uso”.

I casi di studio selezionati sono quindi relazionati con la norma EN 15978:2011 e conformi al framework Level(s). Tuttavia, lo standard consente lo sviluppo di un sistema di valutazione flessibile, che ha comportato un diverso approccio, Paese per Paese, nella determinazione di alcuni aspetti (es. elementi costruttivi inclusi nel calcolo, ambiti di applicazione dell'LCA, metrica di valutazione delle emissioni, ecc.). Il presente lavoro opera, pertanto, nella restituzione di un confronto tra modelli di valutazione, al fine di evidenziarne i pro e i contro.

⁴ Röck, Martin, Sørensen, Andreas, Steinmann, Jacob, Lyng, Kirsten, Horup, Lise Hvid, Tozan, Buket, Le Den, Xavier, & Birgisdottir, Harpa. (2022). Verso parametri di riferimento del carbonio incarnato per gli edifici in Europa - #1 Affrontare la sfida dei dati. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6120522>

⁵ Consiglio mondiale dell'edilizia verde. (2022). Tabella di marcia dell'UE per le emissioni di carbonio nell'intero arco della vita. Disponibile all'indirizzo: <https://viewer.ipaper.io/worldgbc/eu-roadmap>

⁶ Building Performance Institute Europe. (2022). Una prospettiva del ciclo di vita nel settore edilizio. Buone pratiche in Europa. Disponibile all'indirizzo: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2022/04/BPIE-BE_Good-Practices-in-EU-final.pdf

3.1 Confronto tra gli strumenti normativi nazionali

Il gruppo di lavoro ha catalogato gli strumenti normativi (si veda Appendice 1 - “Schede e tabelle dei Paesi”) ed effettuato una comparazione degli stessi, evidenziando similitudini e differenze. I risultati di tale processo di confronto sono visibili nella Tabella 2, la quale riassume schematicamente le principali caratteristiche di ogni strumento nazionale.

In primo luogo si rileva una somiglianza nella tipologia di manufatti edilizi su cui valutare la WLC. Più nel dettaglio, tutti gli strumenti indagati si riferiscono a edifici residenziali o ad uso ufficio di nuova costruzione. Tuttavia, alcuni Paesi propongono di escludere determinate tipologie di manufatti edilizi in base alle dimensioni dell'intervento (Danimarca, Finlandia) o allo status giuridico del committente (Svezia). I requisiti normativi e i rispettivi metodi di valutazione per le altre tipologie di edifici (es. scuole, centri commerciali, ecc.) sono attualmente in fase di sviluppo. Inoltre, si segnala come le riqualificazioni di manufatti edilizi, identificate anche con il termine ‘ristrutturazioni’, siano anch'esse escluse dagli strumenti normativi presi in esame.

La contabilizzazione delle emissioni per gli interventi di ristrutturazione rappresenta un elemento critico di tutti gli strumenti normativi. Difatti, intercettando le politiche europee sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica equivalente in fase d'uso (Operational Carbon), le ristrutturazioni rappresentano delle strategie progettuali efficaci e di rapida esecuzione (se confrontate con il processo di concezione, progettazione e costruzione di un nuovo edificio). Tali interventi si dimostrano altresì utili nel perseguire altri obiettivi europei connessi alla riduzione del consumo di suolo e alla gestione di rifiuti. Ciononostante, le ristrutturazioni sono anch'esse caratterizzate dall'emissione di anidride carbonica equivalente relativa all'uso di nuovi materiali, prodotti e componenti tecnologici impiegati nelle operazioni di riqualificazione (Embodied Carbon). La loro valutazione deve pertanto considerare un sistema complesso, capace di stimare anche i benefici sulla fase Operational.

In tal conteato, Danimarca e Finlandia stanno sviluppando delle metodologie di contabilizzazione delle emissioni per progetti di ristrutturazione ma la loro applicazione è ancora lontana, in virtù dell'eterogeneità degli interventi di riqualificazione (es. recupero di un edificio storico, riqualificazione di una palazzina con destinazione d'uso residenziale, ecc.) che rende difficile proporre una

metrica comune.

In egual modo, un secondo aspetto comune a tutti gli strumenti sono gli elementi costruttivi inclusi nel calcolo. Le fondazioni, le strutture portanti, i solai, le pareti perimetrali e interne, gli infissi e le coperture sono sempre correlati all'Embodied Carbon e, pertanto, tutti i Paesi richiedono di includere tali categorie di elementi tecnici nel calcolo della WLC. È inoltre opportuno segnalare che anche i cosiddetti ‘impianti e servizi’ (es. climatizzazione, fotovoltaico, ascensori, ecc.), o con il loro termine inglese ‘Mechanical, electrical and plumbing’ (MEP), sono elementi fortemente interconnessi con l'Embodied Carbon. Di conseguenza, alcuni Paesi richiedono di considerare anche tali sistemi nella valutazione WLC di un manufatto edilizio. In linea generale, gli elementi tecnici inclusi nel calcolo sono determinati in funzione del grado di dettaglio del progetto. In altre parole, lo stato di avanzamento del progetto (es. progettazione preliminare, progettazione definitiva, uso, ecc.) influenza l'accuratezza delle informazioni su un determinato elemento tecnico e, di conseguenza, la precisione della valutazione ambientale. Le differenze dei diversi strumenti normativi richiedono invece una riflessione più articolata e di seguito trattata..

Un primo elemento di contrasto tra i Paesi è il cosiddetto ambito minimo di applicazione degli strumenti di valutazione sul ciclo di vita di un manufatto edilizio. Ovvero, le fasi del ciclo di vita incluse nel bilancio WLC. La Svezia richiede di calcolare solamente l'Embodied Carbon Upfront, cioè le emissioni di carbonio incorporate che si riferiscono alle fasi di produzione (A1-A3) e costruzione (A4-A5) (Cradle-to-Construction). La Francia e i Paesi Bassi obbligano, invece, a valutare l'Embodied Carbon dalla fase di produzione dei materiali e componenti (A1-A3) fino alla fase di fine vita del manufatto edilizio (C1-C4), determinando con strumenti normativi differenti il contributo dell'Operational Carbon. Infine, la Danimarca e la Finlandia definiscono specifici moduli (ovvero sottofasi) da includere nel bilancio WLC. La Danimarca, ad esempio, è l'unica a comprendere il modulo B6 (Operational energy use) nello strumento normativo a tema WLC. Una panoramica dei requisiti imposti dai diversi Paesi sulle fasi incluse nella valutazione WLC è visibile nella Figura 3.

Ulteriori differenze emergono poi da uno studio approfondito dei diversi strumenti normativi. In particolare, i casi presi in esame differiscono nei parametri di input del sistema di valutazione Life

Cycle Assessment (LCA), e per estensione WLC, secondo tre aspetti:

- unità funzionale;
 - banche dati su materiali, prodotti e componenti;
 - credito di CO₂ dei materiali e prodotti a base legno.
- L'unità funzionale utilizzata come riferimento per i valori finali di LCA/WLC è il m² di superficie lorda di pavimento (SLP) ma alcuni Paesi, come Finlandia e Francia, utilizzano la superficie netta riscaldata o la superficie netta calpestabile. I restanti Paesi si differenziano ulteriormente per le modalità di calcolo della SLP. Infatti, alcuni elementi – come nel caso degli scantinati ad uso non residenziale o le scale e rampe esterne – possono essere esclusi (Paesi Bassi), inclusi (Svezia) o scontati (Danimarca). Tale variazione nel metodo di determinazione della SLP può modificare l'esito finale della valutazione WLC, rendendo difficile il confronto tra progetti.
 - Le banche dati (database) da cui attingere ai valori di Embodied Carbon dei materiali, prodotti ed elementi tecnici adoperati nel progetto sono differenti da Paese a Paese. I dati possono essere di due tipi: generici e specifici. I primi restituiscono informazioni generiche su un materiale, mentre i secondi definiscono valori specifici di un determinato prodotto (es. cemento Portland CEM I, prodotto dall'azienda XYZ) e certificati tramite un'etichetta ambientale (EPD, Carbon Footprint, PEF, ecc.). L'utilizzo di tali dati può variare a seconda dello stato di avanzamento del progetto; generalmente i dati specifici sono impiegati nel corso della progettazione esecutiva. Nel caso, ad esempio, di una progettazione preliminare, momento in cui non è ancora stato definito uno specifico materiale o produttore, viene richiesto di adottare dei valori generici

di Embodied Carbon, che possono differire a seconda della banca dati presa a riferimento. A tal proposito, molti Paesi (Francia, Paesi Bassi e Svezia) si sono dotati di una propria banca dati nazionale di valori generici, mentre altri adottano database stranieri (come nel caso della Danimarca che utilizza la piattaforma tedesca Ökobaudat). Vi è infine da segnalare come Francia e Svezia, al fine di limitare l'impiego di valori generici, abbiano deciso di applicare un fattore correttivo che incrementa il risultato finale di Embodied Carbon.

- Il credito di CO₂ dei materiali e prodotti a base legno, definito anche con il termine carbonio biogenico, è un argomento dibattuto all'interno della comunità scientifica internazionale. In merito a questa tematica, i Paesi intraprendono differenti scenari di valutazione. Danimarca, Finlandia, Paesi Bassi e Svezia utilizzano un approccio statico, nel quale il contenuto di carbonio biogenico è valutato separatamente al bilancio WLC (nessuna interazione diretta). Mentre la Francia applica un approccio dinamico, in cui il contenuto di carbonio biogenico è aggiornato e scontato alla fase di costruzione (A5). Tale scelta influenza significativamente il valore finale di WLC e comporta delle problematiche nella contabilizzazione del carbonio biogenico a fine vita (C). A tal proposito, la scelta francese è stata criticata, poiché non in linea con le attuali politiche europee sulla contabilizzazione del credito di CO₂ dei materiali a base legno.

Per un approfondimento sulla differenza tra un sistema di valutazione LCA di tipo statico e di tipo dinamico si rimanda al BOX 1.

La figura 3 fornisce una panoramica comparativa sull'ambito minimo di applicazione degli strumenti di valutazione sul ciclo di vita di un manufatto edilizio.

Box 1. Life Cycle Assessment (LCA) di un manufatto edilizio: approccio statico vs approccio dinamico

L'approccio statico presume che tutte le caratteristiche di tutti i processi connessi all'edilizia rimangano invariati rispetto al periodo di esecuzione dello studio LCA. Ciò significa che il progresso tecnologico nei trattamenti dei rifiuti a fine vita o nei sistemi di produzione dei materiali sostitutivi, come anche i miglioramenti dell'infrastruttura energetica non siano presi in considerazione al momento della valutazione. Questo è l'approccio comunemente adottato negli studi LCA e si traduce in un impatto ambientale contestualizzato alla situazione attuale.

L'approccio dinamico considera, invece, i potenziali sviluppi tecnologici che possono avvenire nel corso del ciclo di vita del manufatto edilizio. Tale approccio è pertanto caratterizzato dallo sviluppo di molteplici scenari, nei quali si tende a favorire l'adozione di materiali che hanno assorbito CO₂ (es. prodotti a base legno) o che sono in grado di assorbire CO₂ nel corso della vita utile del manufatto

² Il carbonio biogenico si riferisce al carbonio immagazzinato in materiali biologici, come alberi e piante

edilizio (es. prodotti a base cemento per fenomeni di carbonatazione). Tuttavia, si rende necessario sviluppare metodologie armonizzate a livello europeo, evitando di favorire un materiale rispetto a un altro.

Figura 3: Campo di applicazione dei moduli LCA nella legislazione WLC (fasi del ciclo di vita secondo EN 15978).

	Definizione della superficie [m ²]	Periodo di studio di riferimento [yr]	Prodotto		Fase di utilizzo								Decostruzione, Fine vita				Oltre il sistema				
			Materie prime	Trasporto	Produzione	Trasporto al sito	Installazione	Uso	Manutenzione	Riparazione	Sostituzione	Ristrutturazione	Uso operativo di energia	Uso operativo di acqua	Mobilità indotta dagli edifici	Lavori di demolizione	Trasporto	Gestione dei rifiuti	Smaltimento finale	Potenziale di riutilizzo, recupero e riciclaggio	
			A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D1	D2
Danimarca	GFA ¹	50	●	●	●						●		●					●		○	
Finlandia	NHA	50	●	●	●	●					●		○			●	●	●	●	●	●
Francia	LA/UA	50	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○			●	●	●	●	●	●
Paesi Bassi	GFA ²	50/75	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○			●	●	●	●	●	●
Svezia	GFA ³	-	●	●	●	●							○								

● nell'ambito dell'attuale legislazione ○ Riportato come valore separato ○ Regolamentati in altre misure politiche

GFA: Superficie lorda di pavimento **NHA:** Superficie riscaldata netta **LA/UA:** Superficie abitabile/superficie utilizzabile - Si discute dell'introduzione di **B8** e **D2**, ma non sono ancora parte degli standard LCA

¹ GFA senza tener conto di alcune parti dell'edificio come rampe e garage integrati

² GFA di tutta la superficie interna dell'edificio

³ GFA come superficie totale dell'edificio, compresa la superficie non utilizzata come abitazione o ufficio

I tre parametri di input sopra menzionati influenzano il livello di dettaglio e la completezza della valutazione LCA di un manufatto edilizio, e per estensione la valutazione finale WLC. Inoltre, vi è da segnalare come i requisiti prestazionali, in termini di valori limite di emissione (carbon rating scheme), possano anch'essi indurre una variazione nel metodo di calcolo.

Al termine delle operazioni di calcolo, gli esiti della valutazione WLC si differenziano da Paese a Paese, in funzione dell'inclusione o esclusione di alcune fasi del ciclo di vita del manufatto edilizio. Nel caso in cui lo strumento normativo richieda di includere l'Operational Carbon, si rende necessaria un'unità funzionale di emissione per area dell'edificio all'anno; quest'ultima armonizzato secondo il periodo di riferimento dello studio (es. 50 anni). Il risultato finale, espresso in CO₂ eq/m²/anno, consente di combinare l'Operational Carbon annuale con l'Embodied Carbon. Se invece

lo strumento normativo dispone di contabilizzare solamente l'Embodied Carbon, come nel caso della Francia, è possibile adottare un'unità funzionale di CO₂ eq/m². In tal senso, il valore può non essere attualizzato al periodo di riferimento dello studio (es. 50 anni), determinando un picco di emissioni al momento della costruzione dell'edificio. Tale prassi incentiva, e prevede di includere nel calcolo, la riduzione delle emissioni attraverso: l'introduzione di materiali a base legno e le iniziative di off-setting delle emissioni (ad esempio la forestazione). Un caso emblematico è quello dei Paesi Bassi, in cui si prevede di monetizzare l'impatto climatico (in termini di carbonio equivalente) insieme a una serie di altri impatti ambientali in un costo simbolico del nuovo edificio. Il risultato è espresso in EUR/m²/anno che non permette di comprendere e comparare l'impatto climatico del manufatto edilizio con analoghi manufatti realizzati in altri Paesi.

Tabella 2. Panoramica delle caratteristiche principali degli strumenti normativi nazionali.

	Danimaca	Finlandia	Francia	Paesi Bassi	Svezia
Strumento normativo	Bæredygtighedsklassen ⁸	Ilmastoselvitys ⁹	Réglementation environnementale 2020 ¹⁰	Milieuprestatie Gebouwen ¹¹	Klimatdeklarationen ¹²
Status	Entrata in vigore a gennaio 2023	Proposta di legge	In vigore dal 2022	In vigore dal 2018	In vigore dal 2022 (dichiarazione climatica) Proposta di legge su valori limite di emissione
Campo di applicazione	Tutti i nuovi edifici. I valori limite si applicano solo a manufatti edilizi di superficie superiore a 1.000 m2	Tutti i nuovi edifici, a eccezione delle abitazioni unifamiliari	Tutti i nuovi edifici a uso residenziale, ufficio ed educativo	Nuovi edifici a uso residenziale e per uffici di superficie superiore ai 100 m2	Tutti i nuovi edifici (con alcune esenzioni)
Fase incluse nella valutazione WLC	A1-3 B4, B6, C3-4, D (separate)	A1-3, A4-5, B4, C1-4, D	A1-3, A4-5, B1-5, B6, B7, C1-4, D	A1-3, A4-5, B1-4, C1-4, D	A1-A3, A4-A5
Contabilizzazione dell'Operational Carbon (OC)	Si (separate)	No	Si	No	No
Elementi costruttivi del manufatto edilizio inclusi nella valutazione WLC	Elementi appartenenti alla struttura (es. fondazioni, pilastri, travi, ecc.), alla sovrastruttura (es. pareti perimetrali, solai, coperture, infissi, ecc.), alle finiture interne e agli impianti e servizi (MEP)	In linea con le informazioni disponibili all'interno del modello BIM consegnato all'organismo di controllo. I MEP sono trattati con dati generici	Tutti i materiali, prodotti e componenti inclusi nella richiesta di concessione edilizia	Elementi appartenenti alla struttura (es. fondazioni, pilastri, travi, ecc.), alla sovrastruttura (es. pareti perimetrali, solai, coperture, infissi, ecc.) e agli impianti e servizi (MEP)	Elementi appartenenti alla struttura (es. fondazioni, pilastri, travi, ecc.) e alla sovrastruttura (es. pareti perimetrali, solai, coperture, infissi, ecc.)

⁸ <https://im.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2021/mar/ny-aftale-sikrer-baeredygtigt-byggeri>⁹ https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161796/YM_2019_23_Method_for_the_whole_life_carbon_assessment_of_buildings.pdf?sequence=1&isAllowed=y¹⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000043877196/2022-09-21/>¹¹ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/milieuprestatie-gebouwen-mpg>¹² <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/>

	Danimarca	Finlandia	Francia	Paesi Bassi	Svezia
Aspetti metodologici caratterizzanti	Valutazione dettagliata degli impatti ambientali con approccio statico. Alcuni manufatti edilizi possono eccedere i valori limite imposti; in questi casi si richiede di programmare azioni di compensazione.	Valutazione dettagliata degli impatti ambientali con approccio statico. Si richiede di valutare la 'carbon footprint' dei prodotti a base legno (studiando i potenziali benefici o carichi nella fase D). Non sono fissati valori limite massimi o minimi da rispettare per la 'carbon footprint'.	Valutazione dettagliata degli impatti ambientali con approccio dinamico. Calcolo del contributo attivo (attualizzato al momento della costruzione) del carbonio biogenico stoccato in materiali e prodotti a base legno. Fattori correttivi per limitare l'uso di dati generici di Embodied Carbon, favorendo materiali e prodotti con certificazioni ambientali (es. EPD).	Valutazione dettagliata degli impatti ambientali con approccio statico. La valutazione è eseguita su 11 categorie di impatti ambientali e non solamente sulle emissioni di carbonio (WLC).	Valutazione semplificata degli impatti ambientali con approccio statico. Si richiede di calcolare le emissioni di poche fasi del ciclo di vita del manufatto edilizio. Fattore correttivo per limitare l'uso di dati generici di Embodied Carbon (+ 0,25%).
Valori limite di WLC	Valori limite di WLC	Valori limite di WLC in fase di programmazione	Valori limite distinti, uno per l'Embodied Carbon e l'altro per l'Operational Carbon (altro strumento normativo).	Valori limite monetizzati	Valori limite di WLC in fase di sviluppo
Valori limite previsti dallo strumento normativo	Dal 2023 al 2025 = 12 kgCO ₂ eq/m ² /anno	In corso di programmazione	Embodied Carbon: SFH = 640 kgCO ₂ eq/m ² MFH = 740 kgCO ₂ eq/m ²	Residenziale = 0,8 EUR/m ² /anno Uffici = 1 EUR/m ² /anno	In fase di sviluppo (entro 2027)
Periodo di verifica dei requisiti prestazionali	Al termine della costruzione del manufatto edilizio	Alla richiesta di costruzione	Alla richiesta di costruzione e a completamento dell'opera	Alla richiesta di costruzione	Al termine della costruzione del manufatto edilizio
Governance dei risultati	In fase di sviluppo	In fase di sviluppo con integrazione di modelli digitalizzati (BIM)	Database centralizzato per la rendicontazione WLC (disponibili al pubblico in forma anonima)	Nessuna gestione e raccolta centralizzata dei risultati	Gestione e raccolta centralizzata dei risultati da parte dell'autorità nazionale. Dati accessibili previa richiesta specifica

L'elemento chiave per gestire, e al tempo stesso ridurre, la valutazione WLC è connesso ai requisiti prestazionali (si veda Tabella 2). La loro verifica ha influito sugli aspetti metodologici inerenti la valutazione ambientale dei manufatti edilizi nei diversi Paesi. Infatti, mentre Danimarca e Paesi Bassi obbligano a rispettare un determinato valore limite fisso di emissione per tipologia di manufatto edilizio, la Francia adotta un sistema più flessibile, in funzione delle caratteristiche del progetto preso in esame. Più nel dettaglio nel modello francese, le condizioni climatiche del sito di progettazione, alcuni locali o ambienti accessori al manufatto edilizio (come nel caso dei parcheggi interrati), le infrastrutture di collegamento alle reti energetiche locali e, infine, l'uso di dati generici sono fattori che influiscono sui valori limite di emissioni consentite. Ne consegue che tali valori, dipendenti dalle specificità di ogni progetto, riducono la possibilità di confronto con altri casi di studio. I restanti Paesi, Finlandia e Svezia, non hanno ancora proposto dei valori limite di emissione.

Un ulteriore elemento che richiede attenzione coinvolge le tempistiche di presentazione, le responsabilità e le modalità di verifica della documentazione relativa alle emissioni nel ciclo di vita del manufatto edilizio. Una prima modalità prevede di presentare la documentazione in un momento antecedente alla concessione edilizia (o al permesso di costruire). Tale iter procedurale, adottato dalla Finlandia, consente, nel caso in cui vengano superati i valori limite di emissione, di operare modifiche e correzioni prima della costruzione del manufatto. Tuttavia, alcuni elementi tecnici dell'edificio – come i MEP e le finiture interne – sono generalmente esclusi dal calcolo.

Una seconda modalità è quella prevista in Danimarca e Francia, dove si richiede di presentare una valutazione WLC a completamento del manufatto edilizio. Tale opzione è caratterizzata

da una maggiore accuratezza nei risultati ma implica la predisposizione di un sistema di penalizzazione nel caso di superamento dei valori limite di emissione (es. carbon tax - tassa sul carbonio). Indipendentemente dalla modalità di sottomissione della documentazione, tutti i Paesi (a esclusione della Svezia) presentano i risultati della WLC all'autorità locale (generalmente il Comune) che prima verifica il rispetto dei requisiti e poi autorizza la concessione edilizia. In Svezia, invece, al termine della realizzazione del manufatto il progettista (o costruttore) è tenuto a trasmettere la documentazione ambientale all'autorità nazionale, che controlla la pratica e convalida la sua ricezione alla municipalità, la quale concede l'abitabilità dell'immobile. In entrambi i casi, gli strumenti normativi nazionali menzionano la possibilità di eseguire controlli a campione sulla qualità dei calcoli.

Infine, un aspetto che necessita di essere investigato e potenziato nel prossimo futuro riguarda il sistema di raccolta e gestione dei risultati della WLC. Più precisamente, si rende necessario identificare o predisporre una piattaforma a cui trasmettere i valori, al fine di rendere fruibili i dati al pubblico, permettendo la comparazione con nuovi progetti e nuove soluzioni tecnologiche. In questo senso, nessuno dei Paesi presi in esame raccoglie i dati WLC in una banca dati centralizzata e pubblicamente accessibile. Si segnala, in tal senso, un tentativo di diffusione dei risultati da parte della Francia e della Svezia. Più precisamente, nel contesto del progetto pilota francese E+C- (pche ha preceduto lo strumento normativo RE2020) è stata istituita una piattaforma contenente i dati di 1.000 manufatti edilizi anonimi, liberamente accessibili al pubblico. Tuttavia, la banca dati non è stata mantenuta nell'ambito di RE2020. Nel contesto svedese, l'autorità centrale raccoglie i dati e può diffonderli (limitatamente ad alcuni progetti) previa richiesta del progettista o del valutatore.

3.2 Confronto dei processi di sviluppo che portano alla legislazione

Le specifiche peculiarità degli strumenti normativi descritti, che emergono dall'attività di comparazione condotta, conducono ad alcune riflessioni riassunte di seguito.

Nel report emerge come le prime iniziative siano state definite e sviluppate da policy-maker, quindi in un ambito prevalentemente pubblico. Allo stesso tempo, però, è evidente che anche il settore privato stia giocando un ruolo cruciale,

favorendo l'innovazione del processo edilizio.

Per le cinque nazioni studiate nel presente report, ma anche in altri paesi europei e internazionali, qui non descritti, è emerso in che modo il settore edilizio e immobiliare, stia elaborando strategie per la decarbonizzazione, insieme a strumenti e standard di riferimento, attraverso un coinvolgimento di una pluralità di attori (ad esempio gli investitori e/o i produttori di materiali).

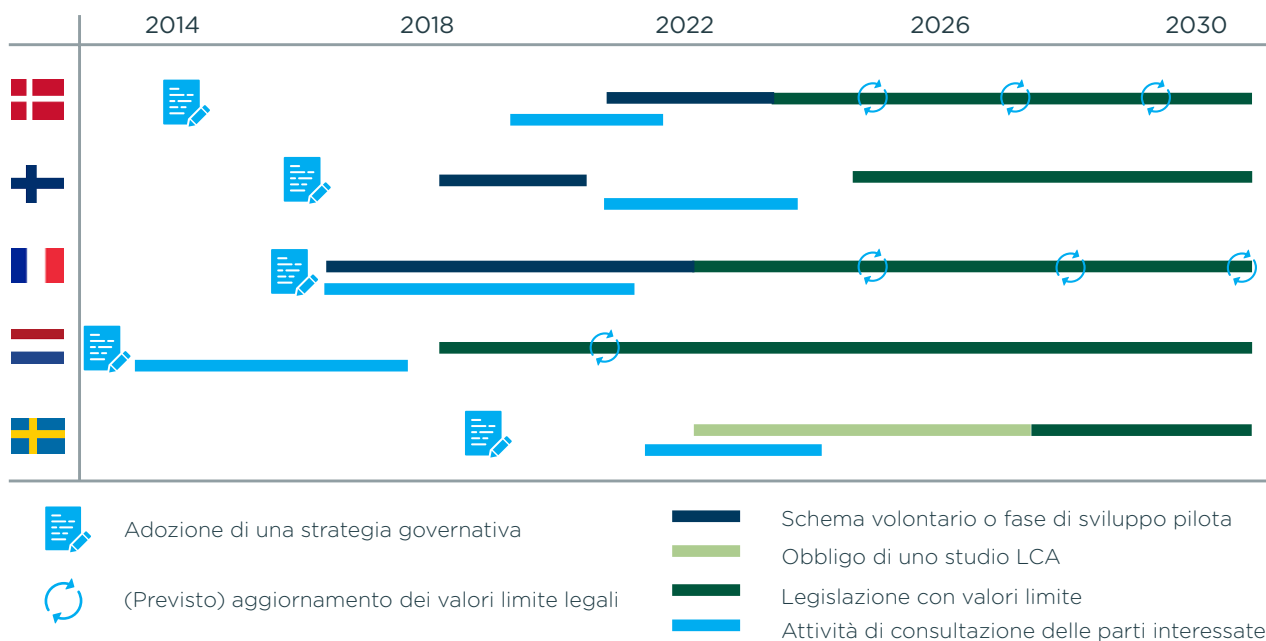
In particolare, la cooperazione con chi opera in ambito industriale consente agli strumenti normativi di essere rapidamente applicabili e permette di valutare l'efficacia di azioni di riduzione o di mitigazione delle emissioni di CO₂ equivalente associate a prodotti e processi.

Ciascuna delle nazioni oggetto di comparazione, ha intrapreso un percorso autonomo, ma

comparabile con le altre, finalizzato alla messa a punto di strumenti legislativi cogenti e alla definizione di valori limite per la contabilizzazione della EC o per la valutazione della WLC.

La figura 4 illustra l'iter di sviluppo normativo con le relative tempistiche.

Figura 3: Stato della legislazione in materia di LCA e WLC in Europa. Fonte: ricerca degli autori e BPIE 2021.



In ciascun strumento normativo è stabilito che la metodologia di valutazione conduca a una progressiva riduzione della WLC. E' inoltre evidenziata **la necessità di sviluppare delle competenze adeguate per condurre studi LCA o LCA based.**

L'introduzione di requisiti cogenti, all'interno di tale contesto normativo, nonché di valori limite di emissione, costituisce ovviamente una sfida per il futuro, per la quale si raccomanda una preparazione adeguata del settore industriale.

Ciò può avvenire attraverso:

- La proposta di un **sistema volontario** che preveda uno studio LCA, finalizzato a ottenere una certificazione di sostenibilità, così come previsto dal programma E+C- in Francia e sistema volontario danese.
- Una **data di entrata in vigore** di valori limite di emissione obbligatoria **posticipata**, rispetto all'attuale richiesta di comunicazione (o dichiarazione) delle emissioni rilasciate, così

come avviene in Svezia.

- **L'erogazione di contributi** alle aziende che intendono partecipare al processo di sviluppo normativo, così come avvenuto nella fase di start-up del programma LEVEL(S) e come previsto dal governo finlandese. Tali azioni hanno consentito al settore produttivo di ottemperare in modo più efficace ai requisiti normativi.

A livello generale per ogni nazione è da sottolineare l'importanza di un intenso processo di coinvolgimento delle parti interessate e di relativo scambio di conoscenze. Attività, promosse dai decisori politici, propedeutiche allo sviluppo degli strumenti normativi. Gli istituti di ricerca e le agenzie nazionali svolgono un ruolo fondamentale nella preparazione e nella definizione delle metodologie, come l'istituto BUILD dell'Università di Aalborg in Danimarca, il Centro Scientifico per la Tecnologia e gli Edifici (CSTB) in Francia e le agenzie nazionali (principalmente Boverket) in Svezia. Insieme al già citato settore industriale,

altri attori sono stati coinvolti nello sviluppo delle metodologie di contabilizzazione e di valutazione, nella messa a punto di database e nella definizione dei requisiti prestazionali volontari e cogenti. Ad esempio, gli organismi di ricerca, che svolgono un ruolo fondamentale nella preparazione e nella definizione delle metodologie di contabilizzazione e valutazione. Vale la pena di citare l'istituto BUILD dell'Università di Aalborg, in Danimarca, il Centro Scientifico per la Tecnologia e gli Edifici (CSTB) in Francia e le Agenzie Nazionali (Boverket) in Svezia. La costituzione di raggruppamenti di stakeholder, detti anche piattaforme permanenti di lavoro, hanno consentito attività di cooperazione con esperti di cambiamenti climatici, gruppi specializzati e rappresentanti delle istituzioni pubbliche, come avvenuto in Danimarca, Francia e Paesi Bassi. Un approccio simile, anche se meno strutturato è stato adottato anche in Svezia e Finlandia.

Un ulteriore elemento che vale la pena di rilevare riguarda la presenza di politiche e strumenti normativi, già esistenti, orientati alla valutazione della sostenibilità ambientale di un manufatto edilizio.

In Francia e nei Paesi Bassi, ad esempio, l'attuale quadro normativo in tema di efficienza energetica

degli edifici, già introduce fattori di emissione specifica, così come l'utilizzo dei costi ambientali associati ai processi di produzione (costi ombra).

In Finlandia, le imprese hanno a disposizione strumenti di calcolo semplificati per valutare l'impatto dei materiali. L'utilizzo di tali strumenti migliora anche l'attività di controllo da parte delle autorità pubbliche competenti.

Infine, i processi di digitalizzazione delle informazioni ambientali (in particolare attraverso il BIM) o certificazioni di sostenibilità come DGNB/BNB, HQE o LEED costituiscono un corpus di riferimenti metodologici utili a alla contabilizzazione della EC e alla valutazione WLC.

Questi schemi di certificazione hanno spesso plasmato le pratiche nazionali. Si tratta di sistemi di certificazione in grado di definire e caratterizzare gli strumenti normativi di molte nazioni, in particolare di quelle europee. In tale contesto, un futuro allineamento e un'armonizzazione tra iniziative e strumenti normativi tra i diversi paesi dell'Unione Europea è certamente una sfida che deve essere colta. Di conseguenza, una componente ambiziosa di WLC nella revisione della EPBD è possibile e dovrebbe essere perseguita dai responsabili politici dell'UE.

4. Conclusioni

Come richiamato in più parti del testo, i cinque Paesi oggetto di studio hanno introdotto requisiti che riguardano sia la componente operativa delle emissioni di CO₂ equivalente (OC) sia quella associata ad altre fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio (EC). Ogni strumento normativo è caratterizzato da aspetti metodologici propri, allo stesso tempo, però, **è evidente che una valutazione WLC è fattibile** e, di conseguenza, una sua regolamentazione. E' altrettanto fattibile che la revisione della Direttiva EPBD introduca il concetto di WLC e ne prescriva la determinazione, demandando ai Paesi membri dell'UE di definire nel dettaglio la metodologia di contabilizzazione e valutazione.

Lo studio condotto ha evidenziato l'importanza di **alcune caratteristiche metodologiche che si dovrebbero sviluppare e implementare in ciascuna nazione in futuro**. Tali aspetti riguardano: l'ambito (o gli ambiti) di applicazione, l'approccio da adottare per condurre uno studio LCA riferito alla scala del manufatto edilizio, la definizione di valori soglia, l'origine, la qualità e la trasparenza dei dati da utilizzare per la contabilizzazione della EC nella

valutazione WLC.

Il contesto legislativo esistente nelle cinque nazioni oggetto di indagine ha influenzato gli aspetti metodologici appena descritti, **in alcuni casi le differenze tra nazioni sono significative**.

Queste differenze hanno ovviamente degli effetti sulle modalità di calcolo e di verifica delle prestazioni energetiche e di carbonio.

Laddove la strategia globale, e certamente quella Europea, sia orientata a una roadmap condivisa di decarbonizzazione del settore delle costruzioni, è importante che i seguenti aspetti siano accuratamente considerati.

- **Una estensione del campo di applicazione della metodologia di contabilizzazione e di valutazione a diverse destinazioni d'uso dei manufatti e a interventi edilizi con superfici inferiori ai 1000 m², può corrispondere una maggiore accuratezza nella determinazione dell'impatto ambientale del settore delle costruzioni;** inoltre un numero più elevato di attori del processo edilizio avrà la possibilità

di confrontarsi con la stessa metodologia. La Francia, ad esempio, ha introdotto dei requisiti normativi per un ampio numero di destinazioni d'uso che comprendono il residenziale, il terziario e l'istruzione. In altre nazioni, invece, la verifica è circoscritta a un numero limitato di usi, oppure a manufatti dotati di grandi superfici superiori a 1000 m².

- **L'impiego di dati specifici (ovvero di informazioni di materiali e prodotti, dotati di certificazioni ambientali) può comportare una riduzione delle emissioni di CO₂ equivalente**, in virtù di specifiche best practices adottate nei processi di produzione. È il caso di Francia e Svezia, che hanno introdotto alcune misure che disincentivano l'uso di dati generici.
- **L'inclusione della fase di fine vita dell'edificio (modulo C della LCA) e dei benefici al di là del ciclo di vita (modulo D) crea incentivi per la circolarità nella progettazione degli edifici e nella scelta dei materiali.** Francia, Finlandia e Paesi Bassi includono questi moduli e possono essere utilizzati come punti di riferimento per l'aspetto della circolarità nella legislazione WLC.
- **L'inclusione nella metodologia di contabilizzazione e di valutazione della fase C e della fase D del ciclo di vita di un manufatto edilizio può promuovere un approccio circolare**, sia per i singoli materiali sia alla scala dello stesso manufatto; vi è inoltre la possibilità di determinare i potenziali benefici - in termini di CO₂ equivalente evitata - derivanti dai processi di recupero e riciclaggio. Tale approccio è già raccomandato in Francia, Finlandia e Paesi Bassi. In considerazione delle metodologie di contabilizzazione e di valutazione utilizzate dalle cinque nazioni considerate, **un confronto tra le prestazioni dei manufatti è particolarmente complesso**¹⁷. Un passo in avanti nella direzione di una futura comparabilità può essere fatto se vi sarà trasparenza nel comunicare le caratteristiche delle fonti dati (ad esempio descrivendo i confini del sistema, l'esclusione di alcuni processi, il mix energetico caratteristico, ecc.).
- **La condivisione dei risultati delle attività di contabilizzazione e di valutazione in un database comune europeo**, o almeno nazionale, costituisce un'opportunità che nel futuro consentirà di comprendere l'efficacia e lo

sviluppo delle politiche di decarbonizzazione. La banca dati francese E+ C- costituisce un buon riferimento in tal senso, sebbene richieda un parziale riadattamento rispetto a futuri valori soglia di emissioni di CO₂ equivalente.

- **La messa a punto di programmi pilota nazionali, che prevedano un ampio coinvolgimento di stakeholders del processo edilizio, costituisce una potenziale fase di test e validazione della metodologia di contabilizzazione e valutazione.** In particolare, è auspicabile una fattiva cooperazione tra Istituzioni pubbliche, mondo industriale e Accademia¹⁸.
- Vi è, infine, da **incentivare una progressiva estensione del campo di applicazione della metodologia di contabilizzazione e valutazione.** Si tratta altresì di annoverare requisiti normativi dedicati a manufatti oggetto di ristrutturazione, o oggetto di riqualificazione. Per nessuna delle nazioni analizzate nel presente rapporto, per tale categoria di manufatti, sono già disponibili considerazioni metodologiche e indicati dei valori di soglia. È certamente auspicabile che la futura legislazione si ponga l'obiettivo di colmare tale lacuna, sulla base anche di risultati di ricerche rivolte a valutare l'impatto delle emissioni delle attività di rinnovamento del patrimonio costruito esistente.

In sintesi, il processo di decarbonizzazione dell'Unione Europea, potrebbe essere accelerato nel momento in cui un più ampio numero di strumenti normativi, finalizzati a valutare l'impatto in termini di WLC sarà disponibile, insieme a materiali e tecnologie in grado di portare a zero le emissioni equivalenti di CO₂ di un manufatto edilizio. È inoltre auspicabile che la definizione di regolamenti e norme da parte di ogni stato membro sia condotta in modo armonizzato, alla luce delle considerazioni espresse in questo paragrafo conclusivo. Allo stesso tempo vi è da sottolineare la possibilità che prevalga prima un approccio nazionale, che comporterà un processo negoziale non banale nella successiva fase di armonizzazione.

Pur con alcune incertezze, la messa a punto di un'iniziativa a livello europeo sarà oggetto di studio in un futuro lavoro di ricerca, con l'obiettivo di definire un approccio comune europeo.

¹⁷ Risultati inerenti la possibilità di armonizzazione, si veda anche: Röck, M., Sørensen, A., Tozan, B., Steinmann, J., Horup, L. H., Le Den, X., & Birgisdottir, H. (2022). Towards embodied carbon benchmarks for buildings in Europe - #2 Setting the baseline: A bottom-up approach. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5895051>.

¹⁸ Röck M, Sørensen A, Steinmann J, Le Den X, Lyng K, Horup L H., Tozan B, Birgisdottir H. (2022) Towards Embodied Carbon Benchmarks for Buildings in Europe - #1 Facing the data challenge. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6120522>.

Appendice 1: Schede e tabelle di analisi dei Paesi



Danimarca

Quadro normativo, governance e sviluppo

Nel 2021, il governo danese ha adottato una strategia per l'edilizia sostenibile ampiamente diffusa e sostenuta dalle figure operanti nel settore delle costruzioni. La misura centrale di questa strategia è connessa all'obbligo, nel regolamento edilizio, di calcolare l'impronta di carbonio degli edifici (carbon footprint) e di rispettare determinati valori limite di WLC.

La legislazione ha assunto la forma di un'ordinanza governativa a integrazione del regolamento edilizio ed è entrata in vigore a gennaio 2023. Il nuovo regolamento danese per il calcolo dell'impronta di carbonio dei manufatti edilizi si applica a tutti i tipi di edifici investiti dal regolamento energetico esistente. Tuttavia, solo gli edifici aventi superficie superiore a 1000 m² dovranno rispettare dei valori limite di emissione (vedi sotto), tutti gli altri sono tenuti a effettuare solamente il calcolo della WLC.

La WLC deve essere monitorata nel corso della progettazione del manufatto edilizio, utilizzando gli strumenti di calcolo per valutare alternative progettuali a minor impatto ambientale. I risultati, calcolati a completamento della costruzione del manufatto, devono poi essere trasmessi all'autorità locale (es. Comune). Sono previsti controlli a campione sulla documentazione. Le conseguenze per il superamento dei valori limite di emissione non sono ancora state decise e potrebbero variare da Comune a Comune.

Lo sviluppo della legislazione obbligatoria è in corso dal 2014, quando il governo nazionale si è prefissato di istituire classi di sostenibilità. In precedenza, il GBC danese aveva sviluppato una versione nazionale della certificazione DNGB, che ha costituito la base dello strumento normativo attuale.

Si segnala inoltre che l'autorità nazionale responsabile per il settore delle costruzioni e l'istituto BUILD dell'Università di Aalborg hanno iniziato a sviluppare un modello di classificazione degli edifici secondo una classe di sostenibilità ambientale. A tal proposito, è stato progettato uno strumento di calcolo, LCAbyg, per facilitare la contabilizzazione delle emissioni di carbonio dei manufatti edilizi.

Tra il 2019 e il 2020, una tavola rotonda di settore per la sostenibilità, sulla base di 60 casi di studio valutati con metriche WLC, ha contribuito a incrementare la consapevolezza sulle responsabilità dell'ambiente costruito in relazione ai cambiamenti climatici. Tali considerazioni hanno portato alla predisposizione della strategia nazionale per l'edilizia sostenibile e allo strumento normativo descritto nel presente report.

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fasi del ciclo di vita	A1-A3, B4, B6, C3, C4, D (la fase D è obbligatoria ma deve essere calcolata separatamente e non viene confrontata con i valori limite di emissione)
Componenti edilizi	Vedi la tabella sottostante
Valutazione dell'impatto climatico	La valutazione dell'impatto sul clima si allinea alla norma EN15978 e riporta i risultati in termini di GWP.
Periodo di riferimento dello studio	50 anni

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Unità funzionale adottata nello studio	<p>Superficie Lorda di Pavimento (SLP) come definita nel § 455 del codice edilizio danese, compresa tutta l'area del seminterrato e con le seguenti modifiche:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sono incluse tutte le aree interrate, i locali di scarico al piano terra e i locali di sicurezza. 2) Rampe esterne, scale, scale antincendio e balconi sono inclusi solo con il 25%. 3) I garage integrati per le case monofamiliari, le case a schiera e simili sono inclusi solo con il 50%. 4) Le tettoie integrate, gli annessi, i tetti, i capannoni e simili sono inclusi solo con il 25%. 5) Gli edifici secondari non sono inclusi.
Fonte dei dati	<p>Le autorità forniscono un database di dati che devono essere utilizzati per il calcolo. Il database si basa su dati generici di Ökobau e su EPD industriali rappresentativi dell'industria danese. È possibile utilizzare anche EPD di prodotti specifici non inclusi nel database.</p>
Strumento di calcolo LCA	<p>Non esiste uno strumento obbligatorio né uno strumento fornito dalle autorità. Finché il metodo di calcolo segue gli standard e le linee guida di riferimento, è possibile utilizzare qualsiasi strumento. Lo strumento danese "LCAByg", sviluppato da BUILD, è accettato come possibile strumento da utilizzare per la conformità - e sarà aggiornato con uno schema e un database personalizzato per seguire il regolamento edilizio. OneClickLCA è stato accettato per il calcolo della LCA per la certificazione DGNB-DK in Danimarca dal DK-GBC. Si prevede che ciò varrà anche per i regolamenti.</p>
Unità di misura	<p>kg CO₂ /m²/anno.</p>

Raccolta dei casi, controlli e trasparenza

Raccolta centralizzata degli esiti dello studio	<p>In fase di sviluppo</p>
Controllo di conformità	<p>In fase di sviluppo</p>
Database per la condivisione dei risultati	<p>In fase di sviluppo</p>
Accessibilità	<p>In fase di sviluppo</p>

Quadro delle prestazioni

La normativa propone valori limite di emissione per un manufatto edilizio (in relazione alla valutazione WLC) espressi in kgCO₂ /m²/anno, integrando il contributo dell'Embodied Carbon e dell'Operational Carbon.

La metodologia di calcolo, come anche i valori limite di emissione, si applicano indistintamente a tutte le tipologie di manufatti edilizi. Tuttavia, sono previste deroghe speciali per determinate condizioni del progetto (come ad esempio rinforzi strutturali su terreni friabili). In questi casi il valore limite di emissione può essere superato, la percentuale accettabile di sfioramento è determinata attraverso uno specifico strumento di calcolo.

I valori limite sono costituiti da due classi: una generica e l'altra di merito. Alla prima è stata fissata un'emissione limite pari a 12 kg CO₂ /m²/anno. Mentre alla seconda si prevede di associare un valore limite di emissione inferiore a 8 kg CO₂ /m²/anno.

Si dispone inoltre di abbassare il valore limite di emissione, sia per la classe generica sia per la classe di merito, ogni due anni, fino al 2029. In particolare;

- 2025 - classe generica = 10,5 kg di CO₂ /m²/anno; classe di merito = 7 kg di CO₂ /m²/anno
- 2027 - classe generica = 9 kg di CO₂ /m²/anno; classe di merito = 6 kg di CO₂ /m²/anno
- 2029 - classe generica = 7,5 kg di CO₂ /m²/anno; classe di merito = 5 kg di CO₂ /m²/anno

Questi valori limite di emissione sono stati elaborati secondo i risultati del report "KLIMAPÅVIRKNING FRA 60 BYGNINGER" (Impatto climatico di 60 edifici) pubblicato da BUILD. Tuttavia, le istituzioni danesi si riservano di poter modificare i limiti di emissione in seguito ai risultati ottenuti.

Il metodo di calcolo e i database da cui attingere i dati rimangono invariati per un periodo di due anni.

Fonti:

Documenti siti web governativi:

Comunicato stampa: Ny aftale sikrer bæredygtigt byggeri
Strategia nazionale per l'edilizia sostenibile
Aftale om National strategi for bæredygtigt byggeri

LCA byg:

LCA byg

Intervista:

Harpa Birgisdottir (BUILD Institute at Aalborg University)

Tabella 3. Componenti del manufatto edilizio inclusi nella valutazione WLC in Danimarca, con indicazione degli elementi valutati secondo database o certificazioni ambientali (A), su base statistica (B) o esclusi dal calcolo (/).

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione	
Involucro (struttura e sovrastruttura)	Fondazione	Palificazioni	A	
		Basamenti	A	
		Muri di contenimento	A	
	Telaio strutturale portante	Telaio (travi, colonne e solette)	Telaio (travi, colonne e solette)	A
			Solai	A
			Pareti esterne	A
			Balconi	A
	Elementi non portanti	Soletta del piano terra	Pareti interne, pareti divisorie e porte	A
			Scale e rampe	A
				A
	Facciate	Pareti esterne, rivestimenti e dispositivi di ombreggiamento	Aperture di facciata (comprese finestre e porte esterne)	A
			Pitture, rivestimenti e intonaci per esterni	A
			A	
Tetto	Struttura	Impermeabilizzazione	A	
			A	
Parcheggio	Fuori terra		A, se il rivestimento superficiale è definito nel progetto	
		Interrato	A	

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Impianti e servizi, finiture e arredi	Arredi e complementi d'arredo	Raccordi sanitari	A/B
		Armadi, guardaroba e piani di lavoro	-
		Soffitti	A
		Finiture per pareti e soffitti	A
		Rivestimenti e finiture per pavimenti	A
	Sistema di illuminazione integrato	Apparecchi di illuminazione	A/B
		Sistemi di controllo e sensori	-
Sistema energetico	Impianto di riscaldamento e distribuzione	A/B	
	Impianto di raffreddamento e distribuzione	A/B	
	Generazione e distribuzione di energia elettrica	A/B	
Sistema di ventilazione	Unità di trattamento dell'aria	A/B	
	Canalizzazioni e distribuzione	A/B	
Sistemi sanitari	Distribuzione dell'acqua fredda	A/B	
	Distribuzione dell'acqua calda	A/B	
	Sistemi di trattamento dell'acqua	A/B	
	Sistema di drenaggio	A/B	
Altri sistemi	Ascensori e scale mobili	A/B	
	Impianti antincendio	A/B	
	Impianti di comunicazione e sicurezza	-	
	Installazioni di telecomunicazioni e dati	-	
Opere esterne	Utilità	Collegamenti e deviazioni	-
		Sottostazioni e attrezzature	-
	Paesaggistica	Pavimentazione e altre superfici dure	A
Recinzioni, ringhiere e muri		A (valutazione parziale)	
Sistemi di drenaggio		A	

Finlandia

Quadro normativo, governance e sviluppo

La Finlandia si prefigge di raggiungere la neutralità climatica entro il 2035 e di divenire una nazione carbon negative, ovvero con un bilancio negativo di emissione di gas climalternati, entro il 2040. La dichiarazione climatica dell'edificio ("Ilmastoselvitys") e il 'metodo di valutazione a basse emissioni di carbonio' sono due strumenti fondamentali per il monitoraggio e la gestione della WLC di un manufatto edilizio. Nel 2025 è prevista l'entrata in vigore di un aggiornamento alla legge sulla 'Pianificazione e Costruzione', al fine di allinearla agli obiettivi della roadmap nazionale di decarbonizzazione realizzata nel 2016.

L'obbligo di calcolo della WLC riguarda tutti i nuovi edifici, per i quali è necessario un permesso di costruire, a esclusione: delle case unifamiliari, delle opere di ristrutturazione e degli edifici privi di fabbisogni energetici per il riscaldamento (come nel caso degli edifici industriali o agricoli a uso non residenziale). Tali esenzioni si devono alle specificità del contesto finlandese, dato che molti degli edifici menzionati sono realizzati con materiali ritenuti a basse emissioni di CO₂eq.

La dichiarazione include, inoltre, i benefici derivanti dalla fase D (Oltre il ciclo di vita del manufatto edilizio), considerando le esternalità positive connesse all'eccesso di energia rinnovabile prodotta in loco (surplus energetico), il sequestro di carbonio nei prodotti a base legno e l'offsetting del carbonio tramite piantumazione di alberi in loco. È in corso di sviluppo uno strumento specifico per il calcolo dei benefici della fase D.

L'attuazione dello strumento normativo è subordinata ai decreti predisposti dal Ministero dell'Ambiente, il quale delega la raccolta e il controllo delle dichiarazioni alle autorità locali. Sebbene venga richiesta una dichiarazione ambientale conforme ai requisiti normativi, allo stato attuale non è possibile valutare tutte le istanze ma solamente eseguire controlli a campione. Sono in corso di sviluppo strumenti per automatizzare il sistema di verifica dei requisiti.

Lo sviluppo dello strumento normativo è iniziato nel 2016. Il governo finlandese, supportato dal Ministero dell'Ambiente, gli organismi di ricerca e il GBC finlandese hanno posto le basi per l'avvio del processo legislativo.

Lo strumento è inoltre strettamente connesso al progetto Level(s), ampiamente testato in Finlandia in collaborazione con il JRC.

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fasi del ciclo di vita	A1-3, A4-5, B4, C1-C4, D
Componenti edilizi	Vedere la tabella sottostante
Valutazione dell'impatto climatico	WLC in linea con lo standard EN 15978:2011. Si richiede inoltre una valutazione addizionale che tenga conto dei benefici derivanti dal modulo D della WCA, del surplus energetico prodotto in loco, del sequestro di carbonio nei prodotti a base legno e dell'offsetting del carbonio tramite piantumazione di alberi in loco.
Periodo di riferimento dello studio	50 anni
Unità funzionale adottata nello studio	Superficie netta riscaldata

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fonte dei dati	Database a discrezione del valutatore
Strumento di calcolo LCA	Nessuno strumento obbligatorio (si suggerisce tuttavia l'impiego di software come OneClickLCA).
Unità di misura	Da definire, teoricamente kgCO ₂ eq/m ² /anno.

Raccolta dei casi, controlli e trasparenza

Raccolta centralizzata degli esiti dello studio	In fase di sviluppo
Controllo di conformità	In fase di sviluppo
Database per la condivisione dei risultati	In fase di sviluppo
Accessibilità	In fase di sviluppo

Quadro delle prestazioni

Non sono ancora stati stabiliti valori limite di emissione. Sono in fase di sviluppo dei sistemi di rating sulle emissioni per differenti tipologie di destinazione d'uso dei manufatti edilizi.

Si programma di definire valori limite di emissione entro il 2025.

Lo sviluppo di valori limite di emissione è svolto in conformità con i regolamenti nazionali e le linee guida di Level(s), e prevede di includere tutte le fasi della WLC.

Fonti:

Documenti governativi:

Metodo per la valutazione del carbonio a vita intera degli edifici (2019)
 Ilmastoselyitys - sintesi dello stato del decreto
 Sintesi della consultazione delle parti interessate

Intervista:

Matti Kuittinen (Ministero dell'Ambiente)

Tabella 4. Componenti del manufatto edilizio inclusi nella valutazione WLC in Finlandia, con indicazione degli elementi valutati secondo database o certificazioni ambientali (A), su base statistica (B) o esclusi dal calcolo (/)

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione	
Involucro (struttura e sovrastruttura)	Fondazione	Palificazioni	A	
		Basamenti	A	
		Muri di contenimento	A	
	Telaio strutturale portante	Telaio (travi, colonne e solette)	Solai	A
			Pareti esterne	A
			Balconi	A
				A
	Elementi non portanti	Soletta del piano terra	Pareti interne, pareti divisorie e porte	A
			Scale e rampe	A
				A
	Facciate	Pareti esterne, rivestimenti e dispositivi di ombreggiamento	Aperture di facciata (comprese finestre e porte esterne)	A
			Pitture, rivestimenti e intonaci per esterni	A
				A
	Tetto	Struttura	Impermeabilizzazione	A
				A
	Parcheggio	Fuori terra	Interrato	A
				A

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Impianti e servizi, finiture e arredi	Arredi e complementi d'arredo	Raccordi sanitari	A/B
		Armadi, guardaroba e piani di lavoro	-
		Soffitti	A
		Finiture per pareti e soffitti	A
		Rivestimenti e finiture per pavimenti	A
	Sistema di illuminazione integrato	Apparecchi di illuminazione Sistemi di controllo e sensori	A/B -
	Sistema energetico	Impianto di riscaldamento e distribuzione Impianto di raffreddamento e distribuzione Generazione e distribuzione di energia elettrica	A/B A/B A/B
Sistema di ventilazione	Unità di trattamento dell'aria Canalizzazioni e distribuzione	A/B A/B	
Sistemi sanitari	Distribuzione dell'acqua fredda Distribuzione dell'acqua calda Sistemi di trattamento dell'acqua Sistema di drenaggio	A/B A/B A/B A/B	
Altri sistemi	Ascensori e scale mobili Impianti antincendio Impianti di comunicazione e sicurezza Installazioni di telecomunicazioni e dati	A/B A/B - -	
Opere esterne	Utilità	Collegamenti e deviazioni Sottostazioni e attrezzature	- -
	Paesaggistica	Pavimentazione e altre superfici dure Recinzioni, ringhiere e muri Sistemi di drenaggio	A A (valutazione parziale) A

Francia

Quadro normativo, governance e sviluppo

La normativa francese sul tema WLC è contenuta nella legge nazionale Réglementation environnementale (RE2020), il cui obiettivo è la riduzione delle emissioni di anidride carbonica equivalente connesse alle nuove costruzioni. Vi è da segnalare come il contributo dello strumento normativo nella riduzione del bilancio WLC non è contemplato (al momento della redazione del report) nei piani nazionali di contrasto al cambiamento climatico (Nationally Determined Contributions - NDCs). Tuttavia, l'Operational Carbon, parte integrante del bilancio WLC, è attualmente inserita negli NDCs nazionali, in virtù della direttiva europea EPBD. Le istituzioni francesi prevedono inoltre che un'armonizzazione a livello europeo delle metodologie di contabilizzazione della WLC, unitamente alla definizione di valori limite di emissione comunitari, potrebbe consentire l'inclusione della componente Embodied Carbon negli NDCs nazionali.

Lo strumento normativo francese RE2020 si applica alle nuove costruzioni di manufatti edilizi con destinazione d'uso residenziale, uffici e scolastica (istruzione primaria e secondaria). Sono in corso di sviluppo ulteriori scenari di valutazione, al fine di includere una maggiore quantità di tipologie edilizie. Lo strumento normativo è stato testato nel corso del 2021 e dal 2022 è entrato in vigore per tutti i nuovi progetti sopra menzionati.

RE2020 è frutto dell'implementazione di un precedente regolamento nazionale, il Réglementation thermique (RT2012), correlato alla precedente versione della direttiva EPBD sugli standard energetici degli edifici. Nel precedente regolamento non era incluso il contributo dell'Embodied Carbon. Il trasferimento delle conoscenze dall'RT2012 al RE2020 ha richiesto la predisposizione di nuovi parametri, come ad esempio l'unità funzionale e i valori limite di emissione, e un nuovo set di indicatori (Embodied & Operational Carbon). Lo sviluppo del sistema RE2020 è iniziato a partire dal 2016, anno in cui si è dato avvio a una fase di sperimentazione. Nel corso di tale fase, il gruppo di ricerca - coordinato dal centro di ricerca statale (CSTB), dal GBC francese e da esperti del settore - ha collaborato con i costruttori locali e analizzato più di 1.000 casi di studio. L'esperienza acquisita ha permesso di definire le metriche di valutazione e le modalità di attuazione del regolamento RE2020.

Attualmente, il regolamento RE2020 prevede che il committente fornisca una prima stima della WLC alla richiesta del permesso di costruire, illustrando il rispetto dei requisiti di legge. Successivamente, al completamento del manufatto, è necessario presentare un nuovo documento all'autorità pubblica competente comprovante il rispetto dei valori limite di emissione. L'autorità locale è responsabile della verifica dei risultati.

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fasi del ciclo di vita	Dalla A alla D
Componenti edilizi	Vedi la tabella sottostante
Valutazione dell'impatto climatico	RE2020 si basa su una LCA dinamica con una valutazione che integra il contributo del carbonio biogenico contenuto nei prodotti a base legno. Il metodo consente di aggiornare le emissioni al momento della costruzione, evidenziando l'influenza dei materiali nel bilancio complessivo WLC. Il metodo di contabilizzazione è in linea con la legislazione nazionale ELAN.
Periodo di riferimento dello studio	50 anni
Unità funzionale adottata nello studio	Superficie netta: superficie abitabile (residenziale) o utilizzabile (uffici). Dal calcolo sono esclusi: l'ingombro delle pareti, i garage, gli ambienti non riscaldati, i locali con altezza dei soffitti inferiore a 1,80 m.
Fonte dei dati	Banca dati nazionale INIES. La banca dati fornisce informazioni generiche o certificazioni (EPD) sui materiali, prodotti e componenti.

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Strumento di calcolo LCA	Il regolamento non prevede o suggerisce l'adozione di un determinato strumento di calcolo.
Unità di misura	kgCO ₂ /m ²

Raccolta dei casi, controlli e trasparenza

Raccolta centralizzata degli esiti dello studio	I risultati WLC non sono raccolti a livello centrale, ma solo presentati alle autorità locali.
Controllo di conformità	Confronto tra le dichiarazioni di conformità iniziali (permesso di costruire) e finali (completamento del manufatto edilizio). È possibile effettuare controlli a campione per verificare la veridicità dei dati.
Database per la condivisione dei risultati	Con l'introduzione dello strumento normativo RE2020 si è conclusa la raccolta dei casi di studio. Il database contenente gli esiti della fase di sviluppo (E+C-) è disponibile e gestito dall'agenzia pubblica ADEME.
Accessibilità	I risultati del progetto E+C- sono liberamente accessibili. I risultati delle valutazioni WLC conformi allo strumento RE2020 non sono accessibili.

Quadro delle prestazioni

RE2020 stabilisce valori limite di emissione di gas serra, distinti per Operational Carbon (OC) e per Embodied Carbon (EC). Il valore complessivo WLC, dato dalla somma dei contributi OC e EC, non è sottoposto ad alcun vincolo normativo ma può essere trasmesso nella documentazione a scopo informativo. L'unità di misura adottata per i due indicatori è la seguente:

- OC espressa in kWh/m²/anno o kgCO₂ eq/m² (altro strumento normativo)
- EC espressa in kgCO₂ eq/m²

Si precisa che, nel caso in cui il progetto preveda sistemi di produzione di energia rinnovabile o non rinnovabile in loco, ulteriori parametri vengono applicati al calcolo.

Una peculiarità dello strumento francese riguarda i valori limite di emissione. Tali limiti, infatti, sono variabili. Più precisamente, a partire da un valore base (lconstruction_maxmoyen) si opera una moltiplicazione per un fattore di correzione specifico per diverse tipologie di edilizie e per le caratteristiche del progetto. Questi coefficienti correttivi si riferiscono alla posizione geografica (Migéo), alla porzione di edificio posta nel sottosuolo (generalmente la struttura di fondazione) (Miinfra), alla disponibilità di infrastrutture e servizi per il collegamento dell'edificio alla rete locale e/o nazionale di distribuzione di energia e acqua (Mivrd) e all'uso di dati generici di EC per i materiali da costruzione (Mided).

La formula per definire il valore limite massimo di emissione (lconstruction_max), riferito all'Embodied Carbon è la seguente:

- $lconstruction_max = lconstruction_maxmoyen \times (1 + Micombles + Misurf) + Migéo + Miinfra + Mivrd + Mided$

Il valore limite massimo di emissione, come anche i coefficienti correttivi, si riducono nel tempo:

Valori limite di Embodied Carbon per intervallo temporale	Case unifamiliari	Case multifamiliari
2022-2024	640 kgCO ₂ /m ²	740 kgCO ₂ /m ²
2025-2027	530 kgCO ₂ /m ²	650 kgCO ₂ /m ²
2028-2030	475 kgCO ₂ /m ²	580 kgCO ₂ /m ²
Dal 2031	415 kgCO ₂ /m ²	490 kgCO ₂ /m ²

La variazione nel tempo è fissata a intervalli di tre anni per consentire di raccogliere e catalogare esperienze significative prima di proporre l'introduzione di un nuovo limite. Come si evince dai dati, la riduzione del valore limite di emissione è superiore nel passaggio dal 2024 al 2025 (-17%) rispetto al passaggio dal 2027 al 2028 (-10%). Tale scelta è da imputare alla volontà di velocizzare l'introduzione di soluzioni a basso impatto ambientale.

Fonti:**Decreto legislativo:**

Decreto n. 2021-1004 del 29 giugno 2021 relativo agli obblighi di prestazione energetica e ambientale delle costruzioni di edifici in Francia metropolitana

Regolamento tecnico:

Guida RE2020

Relazione di sintesi del comitato di concertazione sul livello di ambizione

E+C- Sito web:

Sito web Energie Positive Réduction Carbone

Metodo di valutazione delle prestazioni energetiche e ambientali degli edifici nuovi (2017)

Database:

INIES - <https://www.inies.fr/>

Tabella 5. Componenti del manufatto edilizio inclusi nella valutazione WLC in Francia, con indicazione degli elementi valutati secondo database o certificazioni ambientali (A), su base statistica (B) o esclusi dal calcolo (/)

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Involucro (struttura e sovrastruttura)	Fondazione	Palificazioni	A
		Basamenti	A
		Muri di contenimento	A
	Telaio strutturale portante	Telaio (travi, colonne e solette)	A
		Solai	A
		Pareti esterne	A
		Balconi	A
	Elementi non portanti	Soletta del piano terra	A
		Pareti interne, pareti divisorie e porte	A
		Scale e rampe	A
	Facciate	Pareti esterne, rivestimenti e dispositivi di ombreggiamento	A
		Aperture di facciata (comprese finestre e porte esterne)	A
Pitture, rivestimenti e intonaci per esterni		A	
Tetto	Struttura	A	
	Impermeabilizzazione	A	
Parcheggio	Fuori terra	A	
	Interrato	A	

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Impianti e servizi, finiture e arredi	Arredi e complementi d'arredo	Raccordi sanitari	A
		Armadi, guardaroba e piani di lavoro	-
		Soffitti	A
		Finiture per pareti e soffitti	A
		Rivestimenti e finiture per pavimenti	A
	Sistema di illuminazione integrato	Apparecchi di illuminazione Sistemi di controllo e sensori	A A (valutazione parziale)
	Sistema energetico	Impianto di riscaldamento e distribuzione Impianto di raffreddamento e distribuzione Generazione e distribuzione di energia elettrica	A A A
Sistema di ventilazione	Unità di trattamento dell'aria Canalizzazioni e distribuzione	A A	
Sistemi sanitari	Distribuzione dell'acqua fredda Distribuzione dell'acqua calda Sistemi di trattamento dell'acqua Sistema di drenaggio	A A A A	
Altri sistemi	Ascensori e scale mobili Impianti antincendio Impianti di comunicazione e sicurezza Installazioni di telecomunicazioni e dati	A A A A	
Opere esterne	Utilità	Collegamenti e deviazioni Sottostazioni e attrezzature	A A
	Paesaggistica	Pavimentazione e altre superfici dure Recinzioni, ringhiere e muri Sistemi di drenaggio	A A A

Paesi Bassi

Quadro normativo, governance e sviluppo

Nei Paesi Bassi, il calcolo delle Prestazioni Ambientali degli Edifici (MPG, in olandese) è obbligatorio per la realizzazione di nuovi manufatti edilizi a uso residenziale e per uffici, aventi dimensioni superiori a 100 m². Il modello olandese prevede inoltre dei valori limite di emissione; questi, tuttavia, sono espressi con un valore monetizzato di euro/m²/anno.

La normativa è entrata in vigore nel gennaio 2018 ed è fortemente interconnessa con le direttive sull'Indicatore di Costo Ambientale (Environmental Cost Indicator - MKI). L'MKI è un metodo di calcolo standardizzato a livello nazionale che consente di tradurre gli esiti di una valutazione LCA applicata a un manufatto edilizio in un'unità monetaria (EUR). Tale unità è applicata a tutte le categorie di impatto ambientale esito di uno studio LCA; pertanto non è impiegato solo per determinare un valore limite di emissione di gas a effetto serra (Global Warming Potential - GWP) bensì anche altri effetti ambientali, come ad esempio: l'acidificazione delle acque, l'eutrofizzazione, la formazione di ozono fotochimico, ecc. Ne consegue che il dato sull'emissione di anidride carbonica equivalente non è confrontabile con altri casi di studio europei, poichè il risultato finale è espresso in EUR/m²/anno. A titolo esemplificativo, il costo associato all'emissione di 1 kgCO₂ eq è pari a 0,05 EUR.

La normativa prevede che il permesso di costruire sia rilasciato in seguito alla trasmissione degli esiti di uno studio LCA. L'autorizzazione sarà poi concessa se i risultati dello studio rientrano nei valori limite di emissione definiti dalla norma.

La procedura di calcolo LCA, in linea con le norme EN 15804 ed EN 15978:2011, si avvale del database nazionale NMD, nel quale sono disponibili i set di dati per i diversi materiali e prodotti da costruzione.

Un aspetto critico del metodo riguarda il periodo in cui si richiede la valutazione dell'impatto ambientale. Infatti la fase di progettazione può subire modifiche nel corso della fase di realizzazione dell'immobile, in virtù di determinate condizioni del sito di costruzione. Tali variazioni possono influire in maniera più o meno significativa sul risultato finale di MPG. Tuttavia, il modello attuale non prevede un'integrazione alla documentazione ambientale nel caso di modifiche in corso d'opera.

Il processo di sviluppo dello strumento normativo nazionale, iniziato nel 2013, è stato accompagnato da un processo di coinvolgimento di differenti stakeholders, rappresentanti i settori della ricerca pubblici e privati, i progettisti e i produttori di materiali e prodotti da costruzione. La gestione del lavoro è stata affidata al GBC olandese, alla società NIBE e al Building Quality Foundation (per la gestione del database NMD).

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fasi del ciclo di vita	A1-3, A4-5, B1-4, C1-4 e D
Componenti edilizi	Sulla base delle informazioni disponibili al momento della richiesta di permesso di costruire. Si richiede, tuttavia, che le informazioni trasmesse contemplino almeno la struttura portante, l'involucro, gli elementi non portanti principali (es. serramenti) e gli impianti e servizi (MEP).
Valutazione dell'impatto climatico	11 categorie di impatto ambientale monetizzate e calcolate in un unico valore. Il valore finale non consente di determinare la WLC del manufatto edilizio.
Periodo di riferimento dello studio	50 o 75 anni
Unità funzionale adottata nello studio	Superficie Lorda di Pavimento (SLP), considerando tutti gli spazi interni dell'edificio (comprese le pareti).

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fonte dei dati	Database NMD con dati generici e specifici.
Strumento di calcolo LCA	Sono disponibili diversi strumenti di calcolo che consentono l'impiego dei dati prelevati dal database NMD.
Unità di misura	EUR/m ² /anno

Raccolta dei casi, controlli e trasparenza

Raccolta centralizzata degli esiti dello studio	I dati non sono raccolti a livello centrale.
Controllo di conformità	I controlli vengono effettuati sul valore MPG, considerando gli elementi costruttivi che incidono maggiormente sul bilancio finale (es. fondazioni, pareti, solai, impianti, ecc.). Possono essere effettuati controlli a campione per informazioni più dettagliate.
Database per la condivisione dei risultati	Nessun database per la condivisione dei risultati.
Accessibilità	I risultati non sono accessibili al pubblico.

Quadro delle prestazioni

Lo strumento normativo olandese prevede di considerare solamente i contributi Embodied, escludendo le fasi connesse al funzionamento dell'edificio (Operational). Queste ultime sono regolamentate da differenti norme nazionali.

Nel 2018, il valore limite di impatto ambientale era fissato a 1 EUR/m²/anno. Questo valore limite è stato determinato attraverso l'analisi di edifici rappresentativi.

Nel 2021, il valore limite di impatto è stato ridotto per gli edifici residenziali a 0,8 euro/m²/anno, mentre è rimasto invariato per gli edifici adibiti a uffici.

Si prevede di modificare ulteriormente il valore limite di emissione a 0,5 euro/m²/anno dal 2030.

Sources:

Documento normativo:

Edifici con prestazioni ambientali - MPG

Banca dati ambientale nazionale:

Banca dati nazionale sull'ambiente (NMD)

Strumenti di misura (NMD)

Metriche di conversione dei valori ambientali in costi:

Indicatore dei costi ambientali (MKI) - Panoramica

Svezia



Quadro normativo, governance e sviluppo

In Svezia, lo strumento normativo che richiede di documentare le emissioni di un manufatto edilizio è in vigore dal 2022. Lo strumento propone di valutare l'Embodied Carbon limitatamente ad alcune fasi del ciclo di vita dell'edificio (A1-A5).

I valori limite di emissione sono attualmente in fase di sviluppo, la loro entrata in vigore è programmata per il 2027.

La valutazione delle emissioni deve essere condotta su tutti i nuovi edifici con superficie superiore ai 100 m², ad esclusione di piccoli manufatti a uso non residenziale (es. agricolo o industriale), edifici pubblici a scopo difensivo e infrastrutture di trasporto. La documentazione deve essere presentata a completamento del manufatto e solo su determinate categorie di elementi tecnici.

La documentazione deve essere trasmessa online al National Board of Housing, Building and Planning (Boverket), il quale si occupa della verifica dei dati. La ricevuta di avvenuta trasmissione deve poi essere condivisa con l'autorità locale pubblica, la quale concederà l'abitabilità dell'immobile. Data la mancanza di valori limite di emissione, l'unico requisito per ottenere l'abitabilità dell'immobile è la presentazione di un documento attestante la trasmissione dei risultati ambientali al Boverket.

La normativa attuale, così come i suoi futuri sviluppi, sono gestiti dalle istituzioni svedesi in collaborazione con il Boverket. Quest'ultimo ha sviluppato un database da cui attingere ai valori di Embodied Carbon generici, utilizzabili nelle valutazioni dei nuovi edifici. Tuttavia, l'utilizzo di tali dati comporta l'introduzione di un fattore correttivo (+25%) per incentivare l'adozione di materiali con certificati ambientali (EPD).

È disponibile uno strumento di calcolo online promosso dall'Agenzia Svedese per l'Ambiente (IVL), attraverso il quale è possibile condividere i risultati con il Boverket per dare avvio alla procedura di verifica e di futuro ottenimento della licenza d'uso.

Il processo di sviluppo dello strumento normativo è iniziato nel 2019, mentre già nell'anno successivo è stata presentata una bozza di legge. L'entrata in vigore dello strumento normativo (2022) è connessa a una fase di test sul modello di valutazione. Dalle prime analisi sui risultati, e dal confronto con gli stakeholders, emerge la necessità di estendere lo studio a tutto il ciclo di vita dei nuovi edifici, introducendo anche valori limite di emissione da rispettare.

In questo senso, è in corso di discussione la possibilità di anticipare l'entrata in vigore dei valori limite di emissione, originariamente fissati al 2027.

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fasi del ciclo di vita	A1-3 e A4-5
Componenti edilizi	Struttura portante, l'involucro e le pareti interne
Valutazione dell'impatto climatico	Sola valutazione dell'Embodied Carbon
Periodo di riferimento dello studio	I calcoli si basano sulle sole fasi iniziali di produzione (A1-A3) e costruzione (A4-A5), pertanto, il periodo di riferimento dello studio non è al momento calcolato.
Unità funzionale adottata nello studio	Superficie Lorda di Pavimento (SLP), compresi gli spazi non abitabili

Requisiti per il calcolo dell'LCA

Fonte dei dati	Dati generici e dati specifici (EPD) sono forniti da Boverket. I dati generici sono moltiplicati per un fattore correttivo pari a +25%.
Strumento di calcolo LCA	L'Agenzia svedese per l'ambiente (IVL) ha sviluppato uno strumento di calcolo attraverso il quale è possibile presentare le valutazioni ambientali direttamente al Boverket. Non è obbligatorio utilizzare lo strumento di calcolo proposto da IVL.
Unità di misura	kgCO ₂ /m ²

Raccolta dei casi, controlli e trasparenza

Raccolta centralizzata degli esiti dello studio	Il National Board of Housing, Building and Planning (Boverket) raccoglie tutte le dichiarazioni ambientali.
Controllo di conformità	La presentazione e la completezza sono controllate a livello centrale dal Boverket. La figura preposta alla verifica del rispetto dei valori limite di emissione non è ancora stata definita.
Database per la condivisione dei risultati	Database fornito da Boverket.
Accessibilità	I risultati ambientali possono essere visionati, previa richiesta all'autorità nazionale. Il dataset utilizzato per la valutazione non è consultabile.

Quadro delle prestazioni

I valori limite di emissione non sono ancora stati definiti. Tuttavia, gli studi del Boverket hanno restituito una serie di linee guida per il loro sviluppo, di seguito elencate:

- considerare le fasi del ciclo di vita ad oggi incluse nel calcolo (A1-A5);
- valutare l'anticipo all'entrata in vigore dei limiti (a oggi fissata per il 2027);
- verificare la possibilità di includere il contributo del carbonio biogenico dei prodotti a base legno e della produzione di energia rinnovabile in loco al calcolo ambientale;
- definire tutti gli elementi costruttivi che dovranno obbligatoriamente essere inclusi nel calcolo;
- definire soglie differenti a seconda delle destinazioni d'uso e della dimensione dei manufatti edilizi;
- stabilire dei target di emissione da raggiungere al 2030 e al 2043 rispetto a un manufatto edilizio realizzato al 2022 (indicativamente -40% al 2035 e -80% al 2043).

Fonti:**Siti web Boverket:**

Regolamento sulle dichiarazioni climatiche degli edifici (boverket.se)

Informazioni sul database climatico di Boverket - Boverket

Syftet med att klimatdeklarera byggnader - Klimatdeklaration - Boverket

Meningen med att klimatdeklarera | Boverket.se (infab.io)

Domande e risposte sulle dichiarazioni climatiche - Boverket

Proposta di governo 2020:

Dichiarazione del clima per i fornitori di servizi - DS2020:4

Altra documentazione utile:

"Klimatsmart byggande en konkurrensfördel" | Byggföretagen (byggforetagen.se)

Klimatdeklaration för byggnader | KTH

Intervista:

Robin Marve (Ramboll Buildings Sweden)

Tabella 6. Componenti del manufatto edilizio inclusi nella valutazione WLC in Svezia, con indicazione degli elementi valutati secondo database o certificazioni ambientali (A), su base statistica (B) o esclusi dal calcolo (/)

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Involucro (struttura e sovrastruttura)	Fondazione	Palificazioni	-
		Basamenti	A
		Muri di contenimento	-
	Telaio strutturale portante	Telaio (travi, colonne e solette)	A
		Solai	A
		Pareti esterne	A
		Balconi	A
	Elementi non portanti	Soletta del piano terra	A
		Pareti interne, pareti divisorie e porte	A
		Scale e rampe	A
	Facciate	Pareti esterne, rivestimenti e dispositivi di ombreggiamento	A
		Aperture di facciata (comprese finestre e porte esterne)	A
		Pitture, rivestimenti e intonaci per esterni	A

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
	Tetto	Struttura Impermeabilizzazione	A A
	Parcheggio	Fuori terra Interrato	- A
Impianti e servizi, finiture e arredi	Arredi e complementi d'arredo	Raccordi sanitari	-
		Armadi, guardaroba e piani di lavoro	-
		Soffitti	A
		Finiture per pareti e soffitti	-
		Rivestimenti e finiture per pavimenti	-
	Sistema di illuminazione integrato	Apparecchi di illuminazione Sistemi di controllo e sensori	- -
	Sistema energetico	Impianto di riscaldamento e distribuzione Impianto di raffreddamento e distribuzione Generazione e distribuzione di energia elettrica	- - -
Sistema di ventilazione	Unità di trattamento dell'aria Canalizzazioni e distribuzione	- -	
Sistemi sanitari	Distribuzione dell'acqua fredda Distribuzione dell'acqua calda Sistemi di trattamento dell'acqua Sistema di drenaggio	- - - -	
Altri sistemi	Ascensori e scale mobili Impianti antincendio Impianti di comunicazione e sicurezza Installazioni di telecomunicazioni e dati	- - - -	

Sezione	Sistema edilizio	Elementi costruttivi	Modalità di valutazione
Opere esterne	Utilità	Collegamenti e deviazioni	A
		Sottostazioni e attrezzature	A
	Paesaggistica	Pavimentazione e altre superfici dure	A
Recinzioni, ringhiere e muri		A	
Sistemi di drenaggio		A	