



Green
Building
Council
Italia

5-7 marzo 2025



Jacopo **ANDREOTTI** e Roberto **GIORDANO**

**Da Zero Energy a Zero Emission:
strumenti per il calcolo del GWP
di un manufatto edilizio**

**#BUILDING
LIFE**

**INDICAT
LIFE**

**TOP
CLEVER**

Whole Life Carbon (WLC)

La direttiva EPBD 4.0

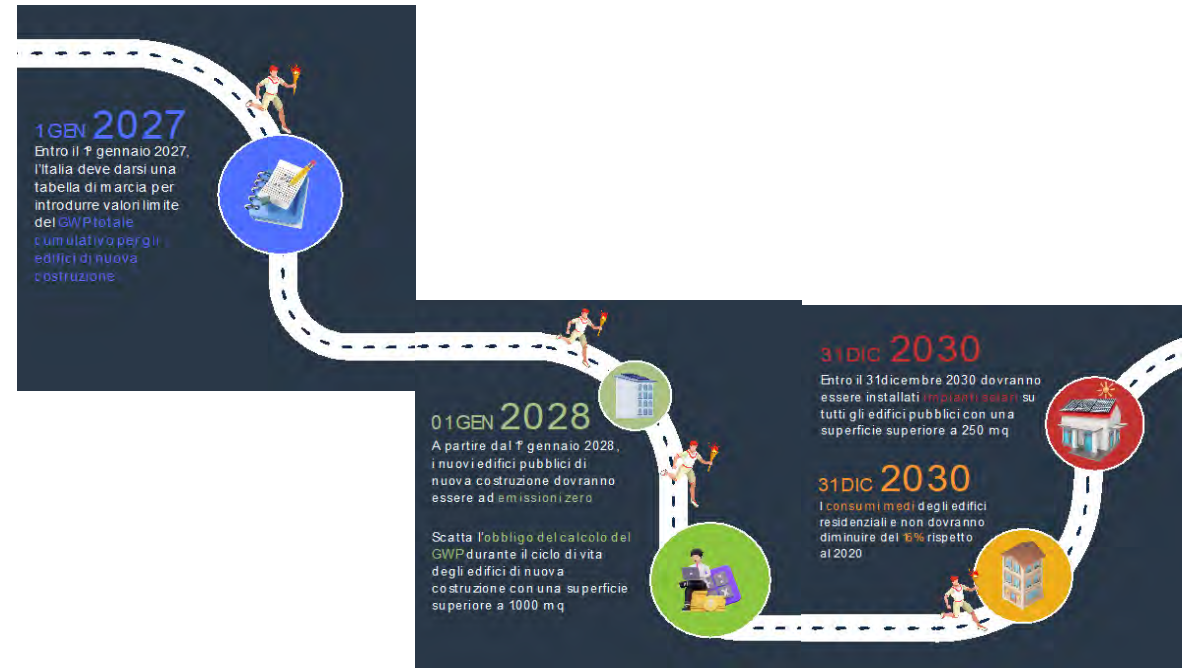
L'obiettivo dell'UE è di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 (*Legge Europea sul Clima - 2021/1119*), anche attraverso la decarbonizzazione del settore delle costruzioni.

La nuova **Direttiva sulla Prestazione Energetica degli Edifici (EPBD IV) (COM 1275, 2024)** introduce la contabilizzazione del Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP) degli edifici in tutto il loro ciclo di vita. Questa valutazione assume il termine di Whole Life Carbon (**WLC**).

Alla WLC sono associati due indicatori:

Embodied Carbon (EC), riferita all'emissione di gas serra durante la produzione, la costruzione e il fine del ciclo di vita di materiali, prodotti ed elementi tecnici e di impianto.

Operational Carbon (OC) è utilizzato per valutare i gas serra durante l'utilizzo dell'edificio.



2028 > Valutazione WLC per tutti i nuovi grandi edifici (>1000 m²)

2030 > Valutazione WLC per tutti i nuovi edifici
+ valori limite di emissione

Whole Life Carbon (WLC)

Embodied Carbon (EC)

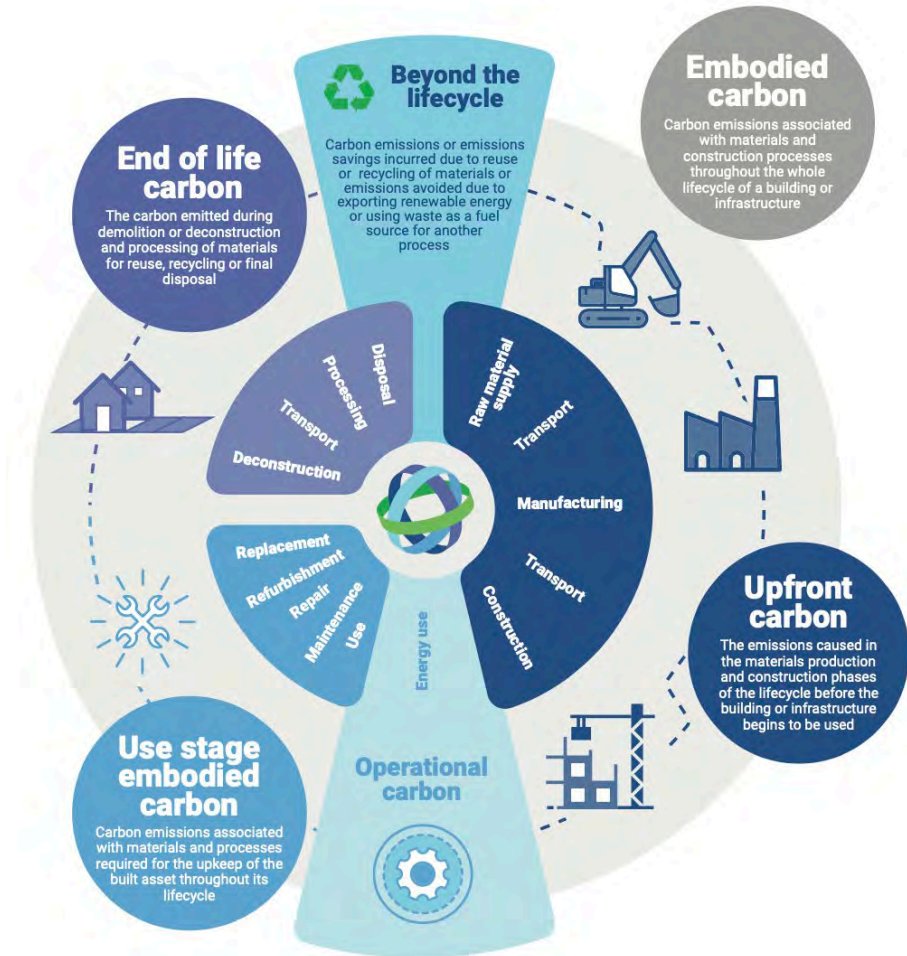
L'**Embodied Carbon (EC)** è un indicatore che contabilizza l'anidride carbonica equivalente (CO₂eq) **1. rilasciata, 2. stoccata, 3. rimossa, 4. compensate** durante una o più fasi del ciclo di vita di un manufatto edilizio.

La contabilizzazione identifica una data quantità di gas serra (CO₂, metano, ecc.) e ne valuta il suo contributo in termini di CO₂eq, adottando appositi fattori di conversione (IPCC, 2021).

L'**unità di misura dell'EC è il chilogrammo (o la tonnellata) di CO₂eq**, calcolato su un orizzonte temporale di 100 anni (direttamente relazionata con il GWP).

L'EC si riferisce alle fasi A (Produzione e Costruzione), B (Uso) e C (Fine Vita).

È ammissibile valutare separatamente la fase D (Oltre il ciclo di vita) che contempla ulteriori potenziali benefici (-CO₂eq) o impatti (+CO₂eq) connessi a pratiche di Circular Economy (CE).



Politecnico
di Torino



DAD
Dipartimento
di Architettura
e Design

Whole Life Carbon (WLC)

Operational Carbon (OC)

L'**Operational Carbon (OC)** è un indicatore che contabilizza le **emissioni rilasciate o evitate di CO₂eq** nella fase d'Uso e nella fase Oltre il ciclo di vita del manufatto edilizio.

L'OC contabilizza tre tipi di emissioni:

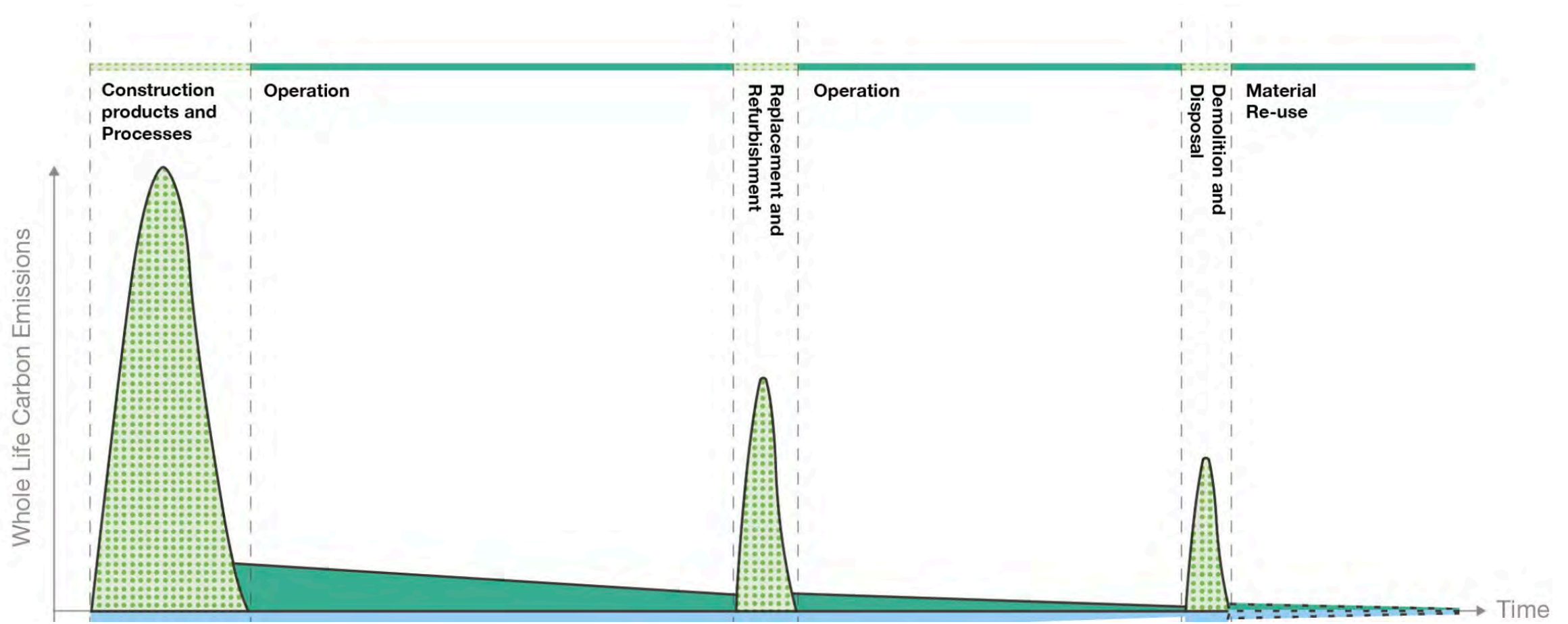
- le emissioni associate al fabbisogno di energia (elettrica o termica) per il funzionamento degli impianti a servizio del manufatto edilizio (es. riscaldamento e raffrescamento, illuminazione, ecc.) (modulo B6);
- le emissioni dovute alla produzione di acqua bianca a uso domestico e relativo trattamento delle acque grigie e nere (modulo B7),
- le emissioni evitate dalla sovra-produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in fase d'Uso (modulo B6) ceduta alla rete nazionale (modulo D2).

L'**unità OC è la CO₂eq**, determinata in funzione della domanda di energia e dell'energia esportata (MJ/anno o kWh/anno) e del consumo di acqua (m³ di acqua/anno) attraverso fattori di conversione appropriati.



Whole Life Carbon (WLC)

Impatto di EC e OC nel ciclo di vita di un manufatto edilizio



Politecnico
di Torino



DAD
Dipartimento
di Architettura
e Design

Strumenti per la decarbonizzazione

Framework della proposta metodologica

Quadro normativo e tecnico

Documenti normativi

14000

UNI EN ISO 14040:2021

Gestione ambientale: Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro di riferimento

UNI EN ISO 14044:2021

Gestione ambientale: Valutazione del ciclo di vita – Requisiti e linee guida

15000

UNI EN 15643:2021

Sostenibilità delle costruzioni: Quadro di riferimento per la valutazione degli edifici e delle opere di ingegneria civile

UNI EN 15804:2021

Sostenibilità delle costruzioni: Dichiarazioni ambientali di prodotto – Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto

UNI EN 15978:2011

Sostenibilità delle costruzioni: Valutazione della prestazione ambientale degli edifici

Documenti tecnici

RICS

Professional standard

Whole life carbon assessment for the built environment

European Commission

Level(s)

A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings

EU Taxonomy

A classification system that defines criteria for economic activities that are aligned with a net zero trajectory by 2050

WGBC

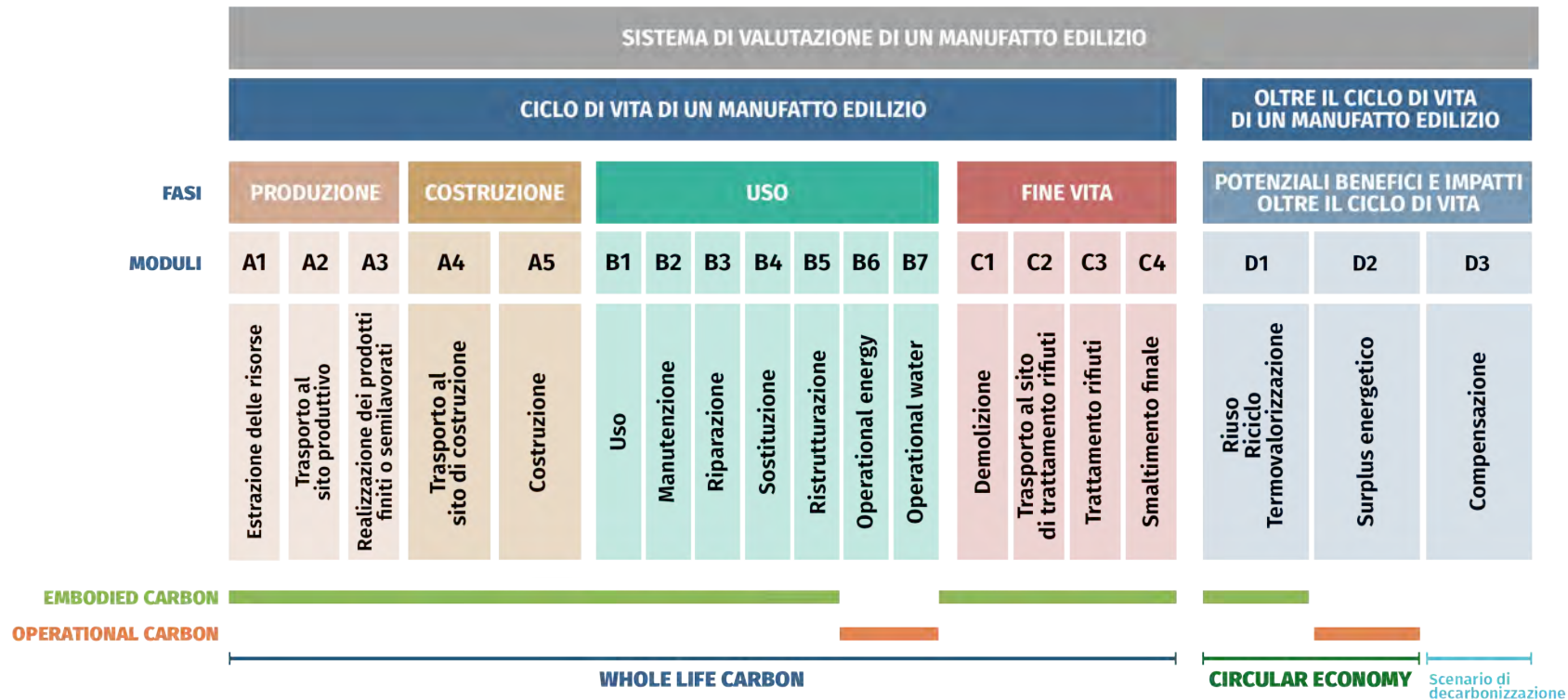
Bringing embodied carbon upfront

Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon



Strumenti per la decarbonizzazione

Fasi e moduli del ciclo di vita di un manufatto edilizio



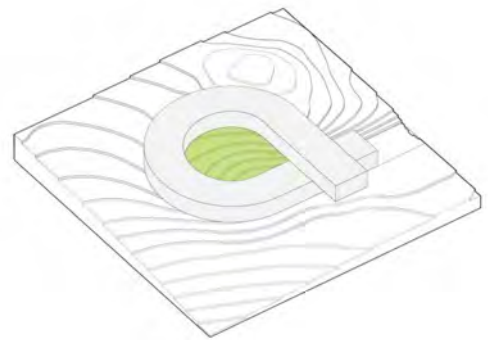
UNI EN 15978:2011 (D) + UNI EN 15643:2021 e prEN 15978:2024 (D1 e D2) + integrazione degli Autori (D3)



Metodi di contabilizzazione

1. Progettazione preliminare

METODO BASE

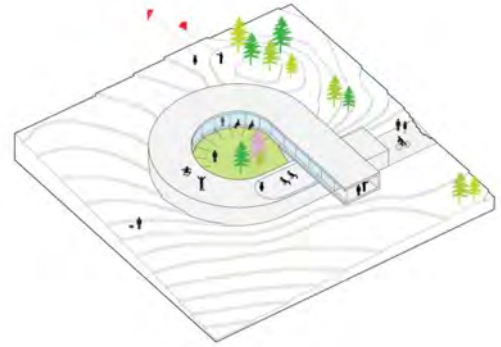


Dati generici di materiali, prodotti e
fabbisogni energetici e idrici

Valori generici di EC e OC

2. Progettazione avanzata

METODO AVANZATO



Dati di EC specifici di materiali, prodotti e
fabbisogni energetici e idrici
(es. Cemento XYZ prodotto da azienda ACME)

Valori specifici di EC e OC
(es. Environmental Product Declaration - EPD)



Politecnico
di Torino



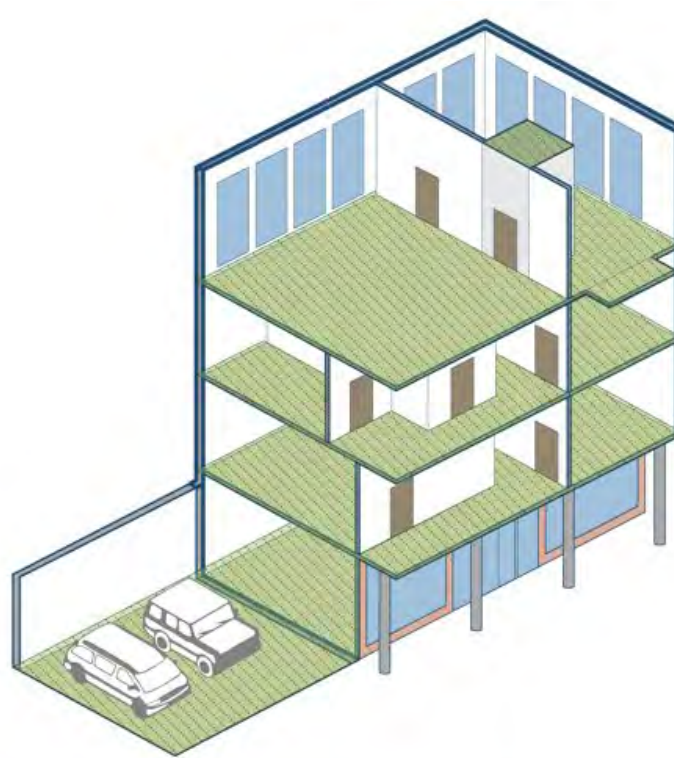
DAD
Dipartimento
di Architettura
e Design

Strumenti per la decarbonizzazione

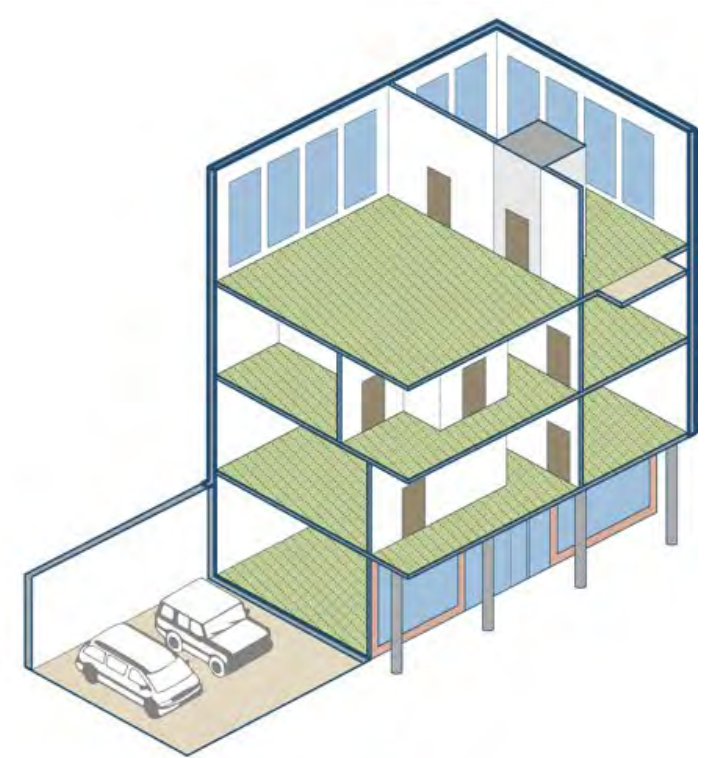
Unità di misura del calcolo



1° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE
kgCO₂eq - tCO₂eq



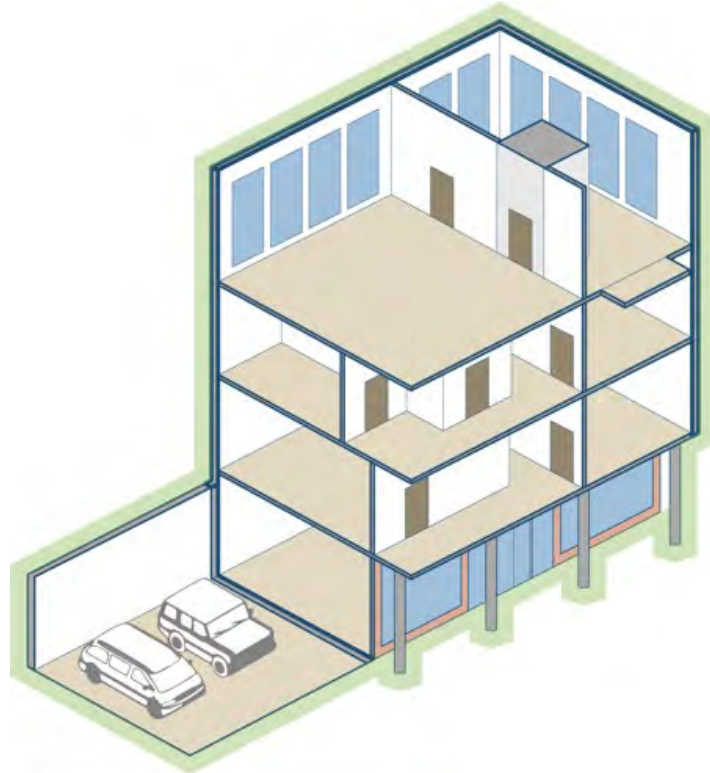
2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SLP
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno



2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SUA
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno

Strumenti per la decarbonizzazione

Unità di misura del calcolo: primo livello di normalizzazione



1° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE
kgCO₂eq - tCO₂eq

Valutazione WLC (A-C)

Whole Life Carbon

Es. 10 tonnellate di CO₂eq

Úžít šzým! d'v KČ-⁵A⁷C⁶ - Cröät jzöEán! n! w⁵D⁷D⁶

Whole Life Carbon

+

Circular Economy

Es. 10 tonnellate di CO₂eq

Es. -4 tonnellate di CO₂eq

Valutazione dello scenario di compensazione (D3)

WLC & CE

-

Offsetting

= 0

Es. -6 tonnellate di CO₂eq

Il primo livello di normalizzazione **include** i potenziali benefici (o impatti) derivanti dai moduli oltre il ciclo di vita del manufatto edilizio (D1, D2 e D3).

Questo approccio prevede di non riferire i moduli D1-D3 alla SLP o alla SUA poiché la demolizione dell'edificio (fase C) comporta la produzione di rifiuti non più riconducibili a un'unità di superficie.

Unità di misura del calcolo: secondo livello di normalizzazione

I dati della WLC si riferiscono a un'unità di superficie



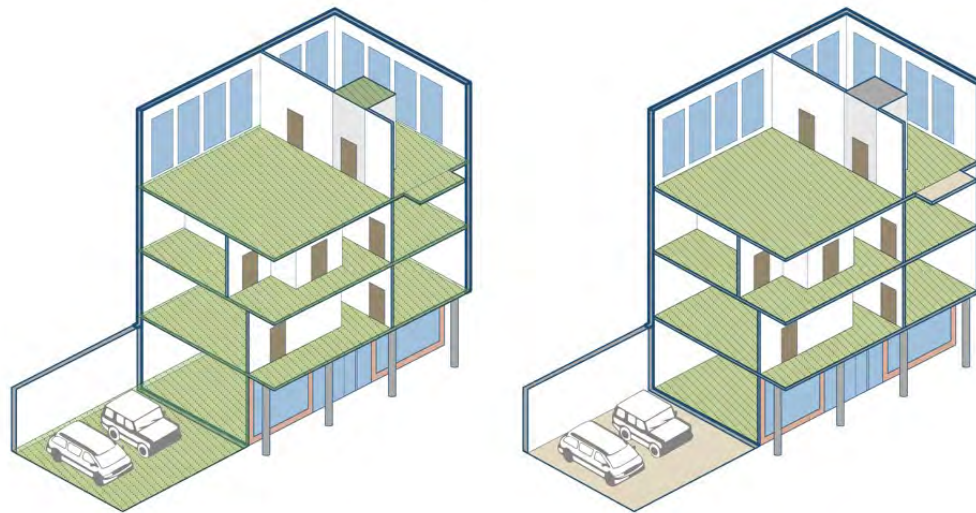
2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SLP
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno



2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SUA
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno

Strumenti per la decarbonizzazione

Unità di misura del calcolo : secondo livello di normalizzazione



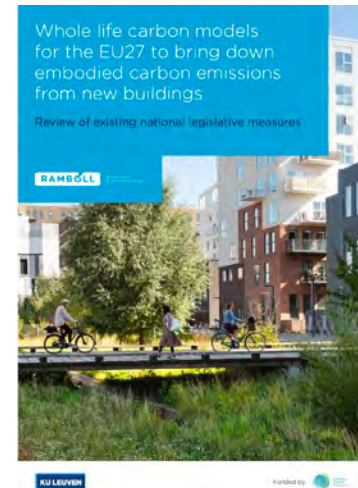
2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SLP
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno

2° LIVELLO DI NORMALIZZAZIONE_SUA
kgCO₂eq/m² anno - tCO₂eq/m² anno

Il secondo livello di normalizzazione consente di comparare i risultati della valutazione WLC con quelli previsti negli attuali modelli europei (Ramboll, 2024; BPIE, 2024).

Il secondo il livello può essere utilizzato per elaborare un sistema di classificazione delle emissioni degli edifici (progetto INDICATE).

il secondo livello non consente una correlazione diretta tra WLC, Circular Economy e Decarbonizzazione.



Fonte: Strumenti normativi EU27 per la riduzione delle emissioni di carbonio nel ciclo di vita dei nuovi edifici (Ramboll, a cura di GBC Italia, 2024)

Fonte: How to establish Whole Life Carbon benchmarks (BPIE, 2024)



Strumenti per la decarbonizzazione

I BOX di approfondimento

I BOX, nei quali si illustrano le linee guida e le equazioni da impiegare nella valutazione, si suddividono in:

- **BOX 1** - Ambito minimo di applicazione (A1-A5 + B6)
- **BOX 2** – Embodied Carbon dei materiali e prodotti a contenuto di riciclato
- **BOX 3** – Carbonio biogenico stoccato nei materiali e prodotti in legno o a base legno nella fase di Produzione (A1-A3) (**Carbon Sequestration**)
- **BOX 4** – Carbonio assorbito da materiali e prodotti a base cemento e calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) per effetto della carbonatazione in fase d’Uso (B1) (**Carbon Uptake**)
- **BOX 5** – Carbonio assorbito da materiali e prodotti a base calce per effetto della carbonatazione in fase d’Uso (B1) (**Carbon Uptake**)
- **BOX 6** – Determinazione del fattore di sostituzione di materiali, prodotti, componenti ed elementi tecnici e di impianto (B4)
- **BOX 7** – Scenari di gestione della produzione di energia elettrica rinnovabile dagli impianti a servizio del manufatto edilizio (B6>D2)
- **BOX 8** – Scenari di decarbonizzazione dell’infrastruttura energetica nazionale (B6)
- **BOX 9** – Come trattare il carbonio biogenico stoccato nei rifiuti in legno o a base legno dopo la dismissione o demolizione del manufatto edilizio (C3+C4 e D1) (**Carbon Sequestration**)
- **BOX 10** – Come trattare il carbonio assorbito dai rifiuti a base cemento e calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) per effetto della carbonatazione dopo la dismissione o demolizione del manufatto edilizio (D1) (**Carbon Uptake**)
- **BOX 11** – Come trattare il carbonio assorbito dai rifiuti a base calce per effetto della carbonatazione dopo la dismissione o demolizione del manufatto edilizio (D1) (**Carbon Uptake**)
- **BOX 12** – Come valutare le iniziative di compensazione tramite vegetazione (inclusi giardini di pertinenza, pareti e tetti verdi) in fase d’Uso (B1) e Oltre il ciclo di vita del manufatto (D3)
- **CAPITOLO 12** – **Valutazione dell’Embodied Carbon di Impianti e Servizi (MEP)** a servizio del manufatto edilizio



Politecnico
di Torino



DAD
Dipartimento
di Architettura
e Design

Strumenti per la decarbonizzazione

Il progetto INDICATE LIFE

INDICATE LIFE (*National Building LCA Data Accelerator EU LIFE*) è un progetto co-finanziato dall'Unione Europea che affronta una delle sfide principali per la decarbonizzazione degli edifici: *la carenza dei dati utili alla contabilizzazione delle emissioni di gas climalternati (GHG) nell'intero ciclo di vita di un edificio.*

Il progetto si pone tre obiettivi sequenziali:

1. **armonizzare le metodologie di contabilizzazione e di valutazione del ciclo di vita dell'edificio (WLC)**, operando nel contesto della nuova Direttiva Europea sulla Prestazione Energetica degli Edifici (EPBD IV - COM 1275/2024) e del framework Level(s);
2. **sviluppare un set di dati di confronto WLC**, sulla base di casi di studio rappresentativi del territorio nazionale;
3. **elaborare benchmark e target nazionali sulle emissioni WLC**



Strumenti per la decarbonizzazione

Integrazione con l'aggiornamento CAM Edilizia 2025

SISTEMA DI VALUTAZIONE DI UN MANUFATTO EDILIZIO																		
CICLO DI VITA DI UN MANUFATTO EDILIZIO														OLTRE IL CICLO DI VITA DI UN MANUFATTO EDILIZIO				
PRODUZIONE			COSTRUZIONE		USO							FINE VITA				POTENZIALI BENEFICI E IMPATTI OLTRE IL CICLO DI VITA		
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3
Estrazione delle risorse	Trasporto al sito produttivo	Realizzazione dei prodotti finiti o semilavorati	Trasporto al sito di costruzione	Costruzione	Uso	Manutenzione	Riparazione	Sostituzione	Ristrutturazione	Operational energy	Operational water	Demolizione	Trasporto al sito di trattamento rifiuti	Trattamento rifiuti	Smaltimento finale	Riuso Riciclo Termovalorizzazione	Surplus energetico	Compensazione
X	X	X	X					X		X			X	X	X			
X	X	X	X	X						X								
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CAM Edilizia 2025

S.DEC. Ambito minimo

S.DEC. WLC (EPBD)

S.DEC. Valutazione estesa del ciclo di vita



Politecnico di Torino



DAD Dipartimento di Architettura e Design

Strumenti per la decarbonizzazione

Integrazione con l'aggiornamento CAM Edilizia 2025

Strumento operativo	Scopo e confine del sistema				Metodologia di calcolo e di valutazione		
	Tipologia di intervento	Scenario temporale di riferimento dello studio (RSP)	Superficie di riferimento	Indicatori	Unità di misura	Scenari di decarbonizzazione (B6)	Surplus energetico (D2)
Level(s)	Ex novo e ristrutturazioni	50 anni	SUA ^A	GWP (1.2)	kgCO ₂ eq/m ² /anno	Secondo modello PRIMES ^C	Valutato come D
EPBD	Ex novo	50 anni	GFA/SLP ^B	WLC (GWP)	kgCO ₂ eq/m ² /anno	Secondo modello PRIMES ^C	NO
CAM2025	Ex novo e ristrutturazioni	100 anni	n.d.	GWP + 2 a scelta	n.d.	n.d.	NO
S.DEC.	Ex novo e ristrutturazioni	50 anni	SUA ^A	WLC (GWP)	kgCO ₂ eq	Secondo procedura semplificata (BASE)	WLC (NO) WLC estesa (SI)
			GFA/SLP ^B		kgCO ₂ eq/m ² /anno	Secondo modello PRIMES ^C (AVANZATO)	

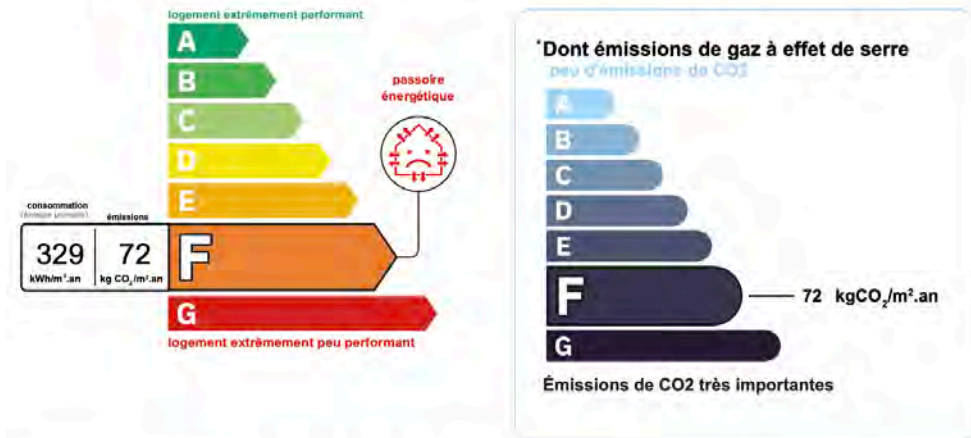
^A Superficie Utile Abitabile (SUA)
^B Superficie Lorda di Pavimento (SLP o GFA)
^C Price-Induced Market Equilibrium System (PRIMES)

Strumenti per la decarbonizzazione

I prossimi passi

The screenshot shows a real estate listing on the Century 21 website. The listing is for an apartment (Appartement F5) with 5 rooms and 75.53 m², located in St Martin le Vinoux - 38. The price is 150,000 €. The listing includes a main image of the apartment's exterior and interior, and a smaller image of the agent. The agent's name is not visible. The listing is marked as 'Exclusivité' and has 752 reviews with a rating of 9.3/10. The reference number is 6082.

Les performances énergétiques



Logement à consommation énergétique excessive : classe F.

Date du DPE : 04/01/2024

Strumenti per la decarbonizzazione



Dove scaricare il libro

https://freebook.edizioniambiente.it/libro/148/Strumenti_per_la_decarbonizzazione

<https://gbcitalia.org/area-download/roadmap/>



Politecnico
di Torino



DAD
Dipartimento
di Architettura
e Design



Green
Building
Council
Italia

5-7 marzo 2025



Grazie.

Jacopo ANDREOTTI – jacopo.andreotti@polito.it

Roberto GIORDANO – roberto.giordano@polito.it

**#BUILDING
LIFE**

**INDICAT
LIFE**

**TOP
CLever**