



**SMART  
BUILDING  
Roadshow**

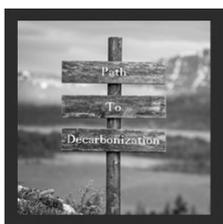
**TWIN TRANSITION**  
la grande sfida della  
rigenerazione del patrimonio  
edilizio esistente e storico

**Open Innovation e Life Cycle Thinking verso la Decarbonizzazione delle costruzioni:**  
panoramica su normativa, metodi e strumenti di analisi per soluzioni di involucro stratificate a secco

*Prof. Marta Maria Sesana,  
Università degli Studi di Brescia, Dipartimento DICATAM  
Padova, 09 Maggio 2024*

*Prof. M. M. Sesana  
09 Maggio 2024, Padova*









**Decarbonizzazione delle costruzioni**  
**Life Cycle Thinking**  
**Open Innovation**

2

Open Innovation

Life Cycle Thinking



Decarbonizzazione delle costruzioni

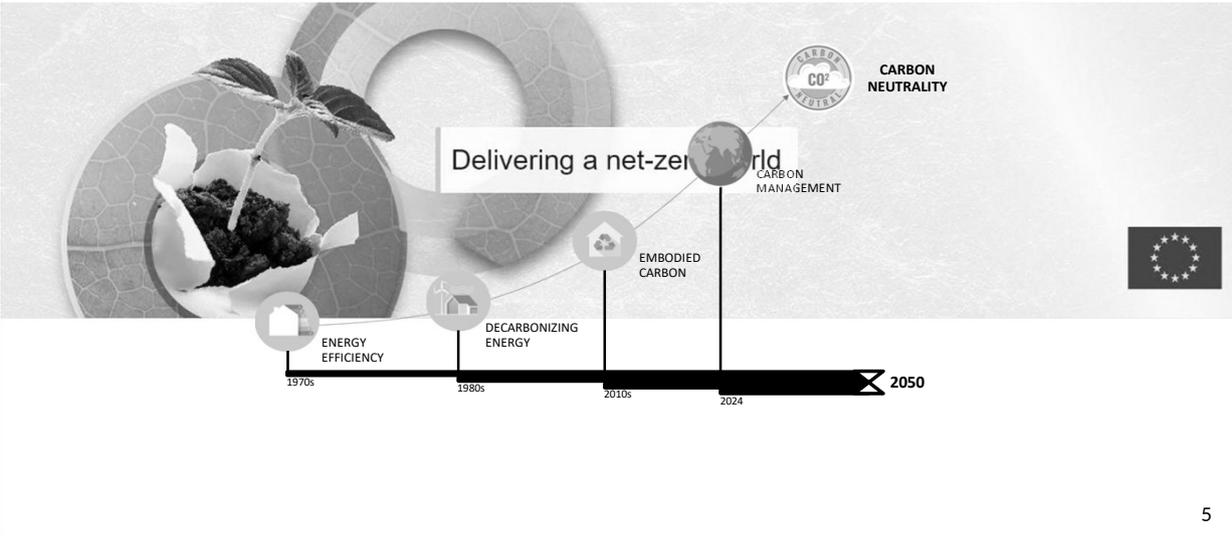
## Decarbonizzazione / de-carbonizzazione, s. f.

Il processo di **eliminazione** o **riduzione** dell'**inquinamento ambientale** dovuto alle **emissioni di gas serra**, provenienti da un **processo** come la **produzione industriale** o di **energia**.

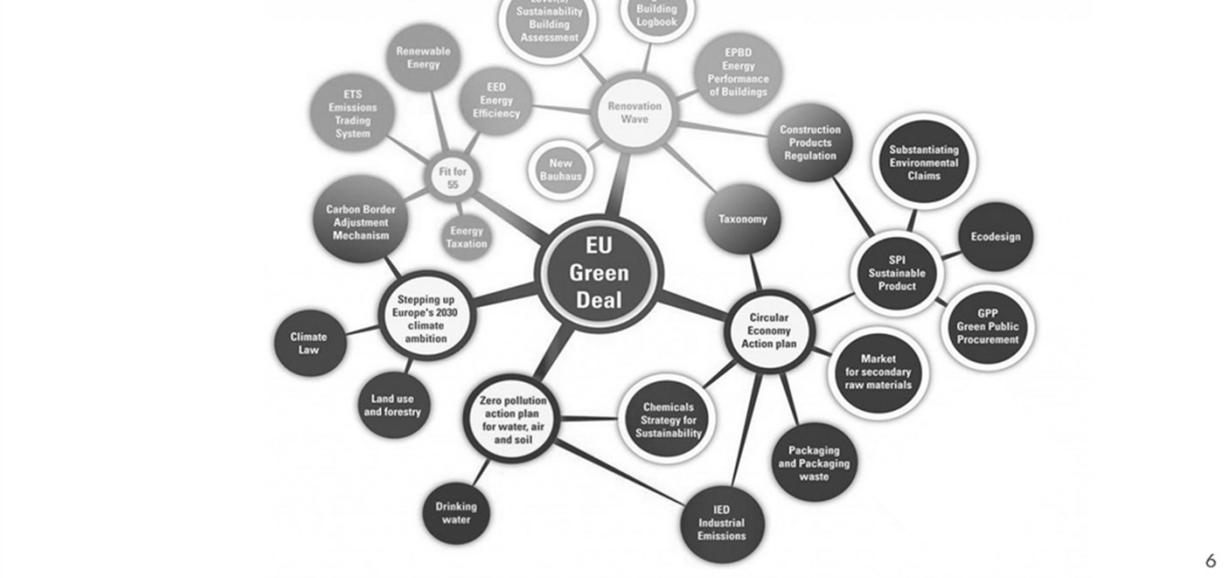
## Decarbonization / ,di:kɑ:r.bə.nə'zeɪ.ʃən/ uncountable

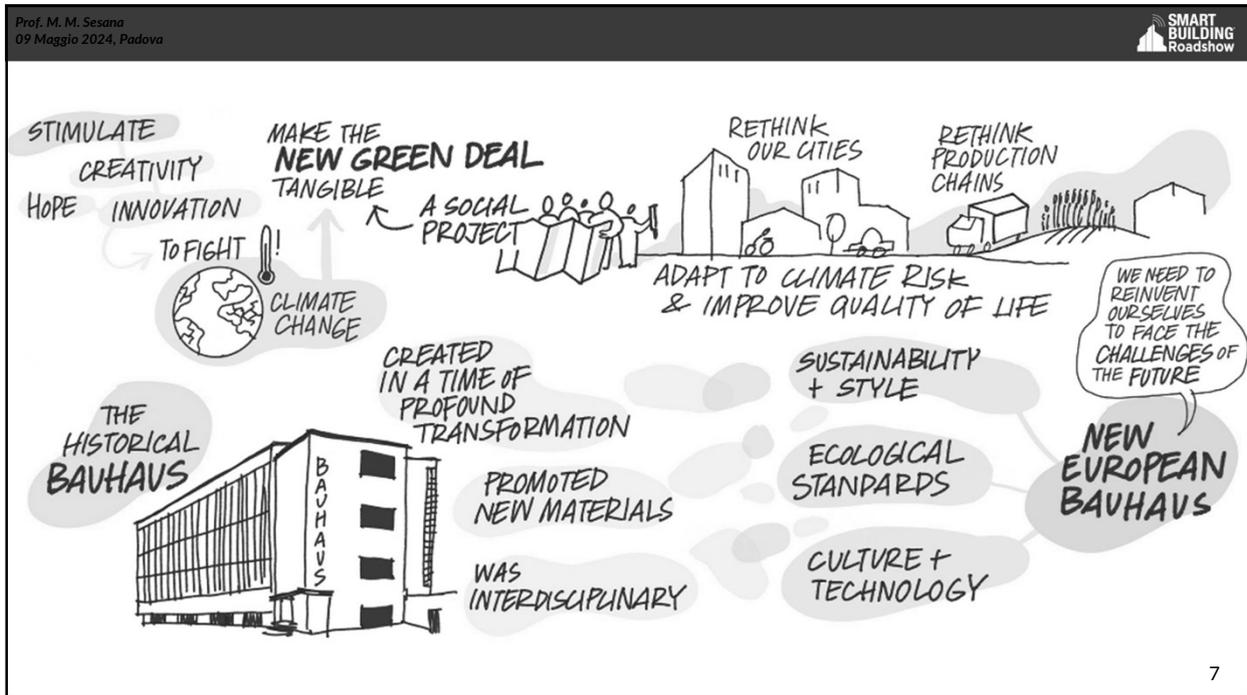
The process of **stopping** or **reducing carbon gases** harmful to the **environment**, especially **carbon dioxide emissions**, from a **process** such as **manufacturing** or **energy production**.

## Percorso verso la neutralità carbonica



## Contesto normativo europeo





7

## Quale strada intraprendere per cambiare rotta?



Le tempistiche della decarbonizzazione sono dettate da una parte dai crescenti danni climatici e dall'altra dalla corsa internazionale verso i nuovi mercati di tecnologie verdi.

Per l'Italia, il piano di decarbonizzazione è il PNIEC, **Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima** che costituisce il quadro di attuazione degli impegni per la riduzione delle emissioni (Nationally Determined Contribution=NDC) in linea con l'Accordo di Parigi.

Il Piano presentato nel luglio 2023, dovrà essere aggiornato entro giugno 2024 → sarà l'occasione per tracciare una **rotta chiara e concreta per la decarbonizzazione del sistema italiano** ponendo l'accento non solo sul «cosa», ma anche sul «come» .

8



## Il Primo Global Stocktake (GST) alla COP28

Il Global Stocktake (GST) – letteralmente Bilancio Globale – è il meccanismo di valutazione dei progressi ottenuti a livello globale nella risposta alla crisi climatica e nell'implementazione delle misure dell'Accordo di Parigi.

Gli **obiettivi** del Global Stocktake possono essere classificati in tre categorie:

- mitigazione;
- adattamento;
- mezzi di attuazione e sostegno per il clima.



## Gli obiettivi di decarbonizzazione al 2040

Per tenere conto dei risultati di questo processo la legge europea sul clima prevede la necessità di fissare un obiettivo di decarbonizzazione per il 2040, per dare chiarezza sul percorso necessario verso la neutralità climatica al 2050 → 06 febbraio 2024 la Commissione ha presentato tre possibili scenari sulla % di riduzione delle emissioni al 2040 (rispetto al 1990) e raccomanda il **target del 90%** rientrante nello scenario 3.

- Scenario 1: una riduzione **fino all'80%**, in coerenza con la traiettoria lineare tra l'obiettivo del 2030 e quello del 2050.
- Scenario 2: una riduzione **tra l'85% e il 90%**, coerente con la riduzione che si otterrebbe estendendo l'attuale framework di politiche fino al 2040.
- Scenario 3: una riduzione **tra il 90% e il 95%**, coerente con le indicazioni dell'European Scientific Advisory Board on Climate Change (ESABCC).

11

## Buildings Breakthrough: "Near-Zero Emission and Resilient Buildings are the new normal by 2030"

L'iniziativa Buildings Breakthrough mira a rafforzare la **cooperazione internazionale per la decarbonizzazione dell'ambiente costruito e l'adozione universale di edifici a emissioni quasi zero entro il 2030.**

L'impegno è stato firmato da 28 Paesi.

- Sono interessate sia le nuove **costruzioni** che le **ristrutturazioni profonde**.
- Gli "**edifici a emissioni quasi zero**" sono edifici ad alta efficienza energetica con una bassa impronta di carbonio, tenendo conto di un approccio di valutazione dell'intero ciclo di vita (cioè utilizzando una fonte energetica a bassa emissione di gas serra e costruendo con materiali e attrezzature a bassa emissione di gas serra).
- Gli "**edifici resilienti**" sono edifici che integrano specifiche relative al clima futuro nella loro progettazione, costruzione e manutenzione operativa.
- "**New normal**" significa che i concetti di cui sopra sono generalizzati negli edifici progettati e devono divenire il nuovo benchmark.

12

## La dichiarazione di Chaillot – Marzo 2024



Durante il Buildings and Climate Global Forum di Parigi, è stata redatta la dichiarazione di Chaillot, comprende diversi metodi e obiettivi relativi all'avanzamento della decarbonizzazione del settore edilizio.

Questa dichiarazione è un impegno del settore delle costruzioni ad accelerare le azioni per ridurre le emissioni di gas serra causate dal settore e per aumentare la resilienza degli edifici all'impatto dei cambiamenti climatici.

*«Questo Forum è il momento in cui ci spostiamo da una visione globale e ci concentriamo concretamente su come ridurre le emissioni di un settore specifico, gli edifici» (Discorso di chiusura di Christophe Béchu, Ministro per la transizione ecologica e la coesione territorial francese)*

13

## Emissioni globali di CO<sub>2</sub> del patrimonio immobiliare



© Architecture 2030. All Rights Reserved.  
Data Source: IEA Energy Technology Perspectives 2020, February 2021 Revised Edition

Nel 2040 i **2/3 del patrimonio immobiliare mondiale** sarà composto da edifici che esistono già oggi e senza un'adeguata manutenzione, questi continueranno ad emettere grandi quantità di CO<sub>2</sub>.

14

## Parco edilizio esistente in EU → enorme potenziale in termini di riduzioni

Circa il **75%** degli edifici esistenti in Europa è inefficiente sotto il profilo energetico e richiederà ristrutturazioni energetiche su vasta scala.

minori consumi energetici  
+  
maggiore uso di energia verde  
=  
minori emissioni

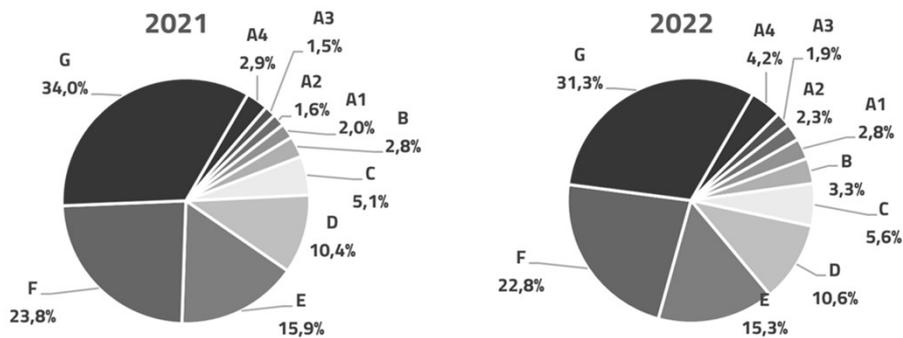


(Art. 6 EPBD Recast, direttiva sulla prestazione energetica in edilizia)

15

## Parco edilizio esistente in Italia

Quasi il **60%** del parco immobiliare nazionale risulta avere prestazioni energetiche carenti, nelle due classi energetiche F-G. Si tratta per la maggior parte di immobili costruiti tra il 1945 e il 1972 (39,9%), con una quota consistente (20,2%) di edifici anteriori al 1945.



Fonte: Distribuzione degli APE emessi nel 2021 (N = 1.271.437) e nel 2022 (N = 1.322.683) per classe energetica (fonti: Regioni e Province Autonome e ENEA)

16

## Disposizioni per gli edifici esistenti

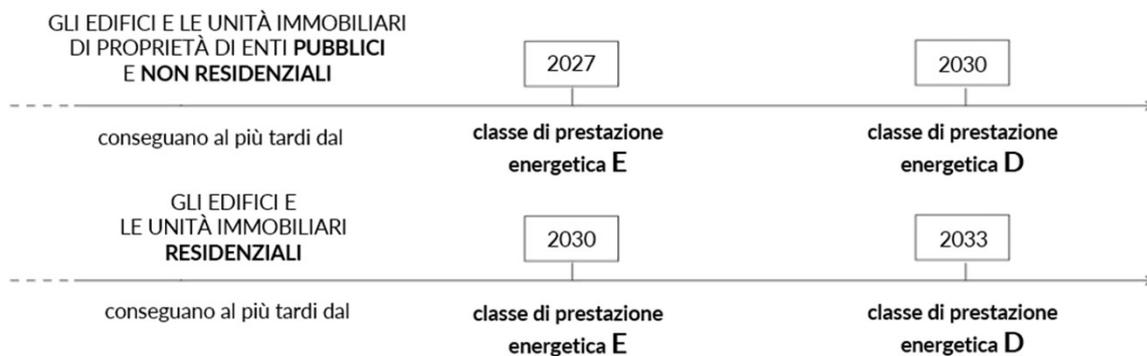
Per **stimolare le ristrutturazioni** e portare a una graduale eliminazione degli edifici con le prestazioni peggiori e a un **miglioramento continuo del parco immobiliare nazionale** → gli Stati Membri dovranno fissare **norme minime di prestazione energetica**:

**Minimum Energy Performance Standards (MEPS) =**  
quantità massima di energia primaria che gli edifici  
possono utilizzare per m<sup>2</sup> anno.



## Norme minime di prestazione energetica per gli edifici

Gli Stati membri provvedono affinché tutti gli edifici rispettino le norme minime di prestazione energetica, a partire dagli edifici con le prestazioni peggiori e garantiscono che:



## I target previsti per gli edifici esistenti

Ogni Stato membro stabilirà **traiettorie lineari** in linea con il percorso di trasformazione del parco immobiliare nazionale in **edifici a emissioni zero**:

- per ottenere progressivamente **classi di prestazione energetica superiori per gli edifici esistenti entro il 2040 e il 2050**,
- per raggiungere l'obiettivo della **neutralità carbonica**.



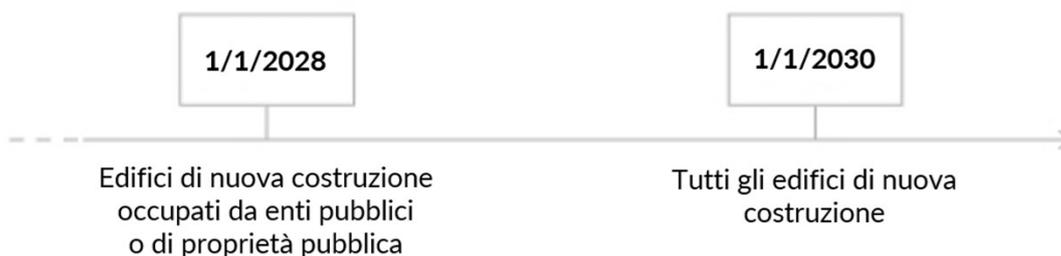
19

## Tassonomia e definizione di ZEB

Definizione di **Zero Emission Buildings (ZEB)**: **edificio a emissioni zero** con ad altissima prestazione energetica, in cui la quantità **molto bassa di energia consumata** è interamente coperta da energia da fonti rinnovabili a livello di edificio, di quartiere o di comunità. (Art. 2)



Edifici a Emissioni Zero - ZEB



20

## Tassonomia e nuovi indicatori: GWP

**GWP** potenziale di riscaldamento globale nell'arco del ciclo di vita = **misura il contributo complessivo dell'edificio alle emissioni che determinano i cambiamenti climatici.**

L'indicatore GWP combina le **emissioni di gas a effetto serra incorporate nei materiali da costruzione con le emissioni dirette e indirette rilasciate nella fase d'uso.**



**GWP** = indicatore **numerico** per ciascuna fase del ciclo di vita espresso in  $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ , calcolato in media per un anno su un **periodo di studio di riferimento di 50 anni.**

(Art. 7 EPBD recast)

GWP dichiarato nell'APE per tutti gli edifici di nuova costruzione dal 1/1/2027

21

Open Innovation



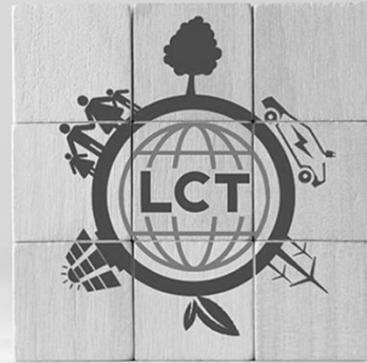
Life Cycle Thinking

Decarbonizzazione delle costruzioni

## Life Cycle Thinking

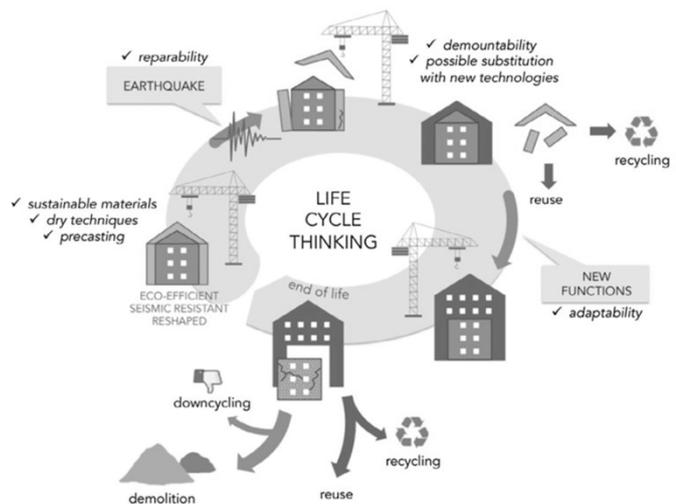
«Il Life Cycle Thinking (LCT) consiste in un approccio analitico su un dato prodotto o servizio per valutarne gli impatti ambientali, sociali ed economici durante l'intero ciclo di vita».

(Associazione Rete Italiana LCA)



## Life Cycle Thinking in Architettura

La metodologia LCA, acronimo di Life Cycle Assessment, ovvero Analisi del Ciclo di Vita, in architettura si  **riferisce agli edifici**, ha lo scopo di **ridurre l'impatto ambientale di ogni fase di cui si compone l'intero ciclo di vita dei fabbricati** e può essere applicata a qualsiasi altro prodotto o servizio.



## Le fasi del metodo LCA



### Quadro di riferimento normativo:

ISO 14040 (principi e quadro di riferimento);  
ISO 14044 (fasi della LCA);  
ISO 14048 (documentazione dei dati)

25

## Punti di forza dell'LCA

- LCA è uno strumento che può supportare efficacemente la transizione verso **l'economia circolare**.
- Riportare al centro la **"funzione"** del prodotto/servizio/sistema per comprendere e gestire la **complessità della filiera**.
- Fornire un indispensabile supporto al progettista (60-80% dell'impatto ambientale di un prodotto è determinato infatti a livello di progettazione): **APPROCCIO PREVENTIVO**.
- Identifica **opportunità di miglioramento** nel ciclo di vita e valuta le **possibili alternative (supporto all'ecodesign)**
- **Comunicare le prestazioni ambientali:** metodologia alla base di importanti sistemi di etichettatura ecologica.
- E' alla base della metodologia europea di **Product Environmental Footprint (PEF)** e di **altre etichette/certificazioni ambientali richieste dal mercato** (Carbon Footprint, EPD,...).

26

## Cambiare il punto di vista

Negli ultimi 25 anni ci si è focalizzati sul **quantitativo di emissioni** dovute al funzionamento degli edifici.



Negli ultimi 25 anni **NON** si è tenuto conto del fatto che la costruzione stessa di edifici comporta un **ingente quantitativo di emissioni**.

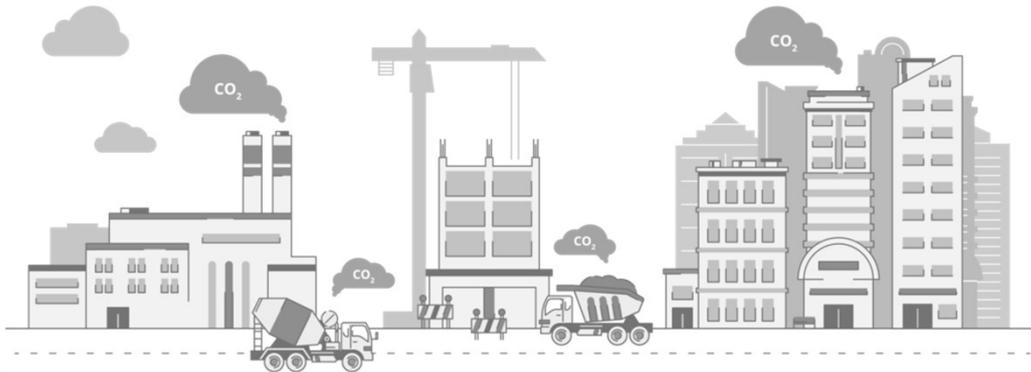


(© Sesana M.M., 2023)

«Agli edifici e agli elementi e ai materiali edilizi sono imputabili emissioni di gas a effetto serra prima, durante e dopo la loro vita utile.» (Art. 7 - Amendments adopted by the European Parliament on 14/3/2023 on the proposal for a on the energy performance of buildings)

27

## Tipi di carbonio negli edifici



### Embodied Carbon = Carbonio Incorporato

Le emissioni dalla produzione, trasporto e al ciclo di vita dei materiali da costruzione.

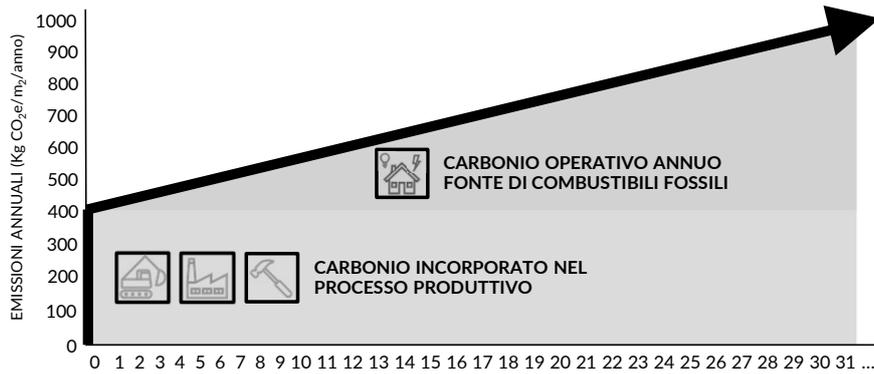
### Operational Carbon = Carbonio Operativo

Le emissioni provenienti dai consumi degli edifici.

(© Sesana M.M., 2023)

28

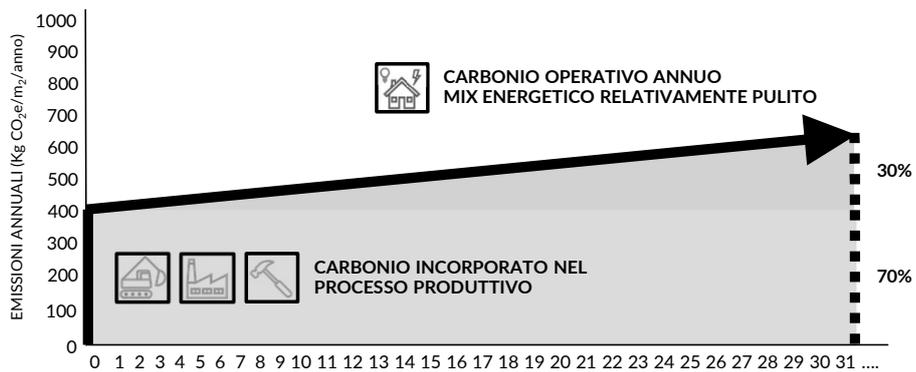
## Andamento delle emissioni di un edificio inefficiente



(© Sesana M.M., 2023)

29

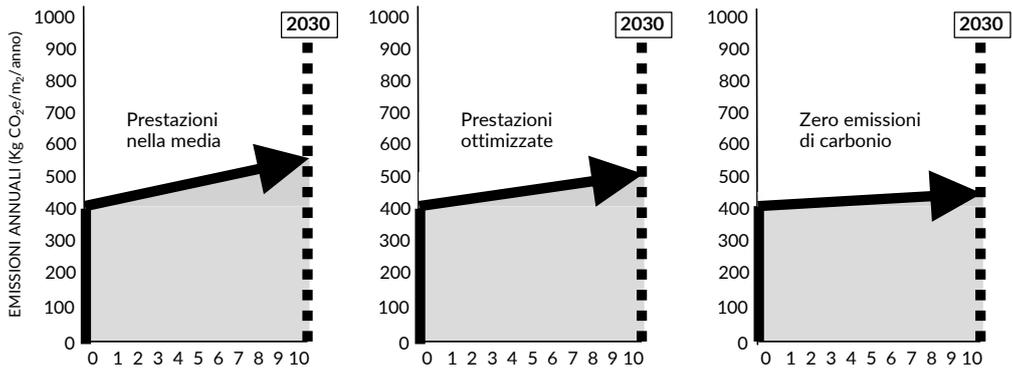
## Andamento delle emissioni di un edificio efficiente



(© Sesana M.M., 2023)

30

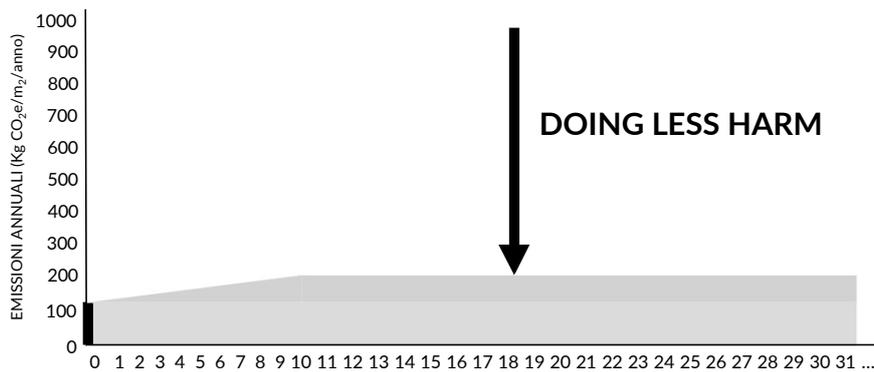
## Andamento delle emissioni di un edificio efficiente



(© Sesana M.M., 2023)

31

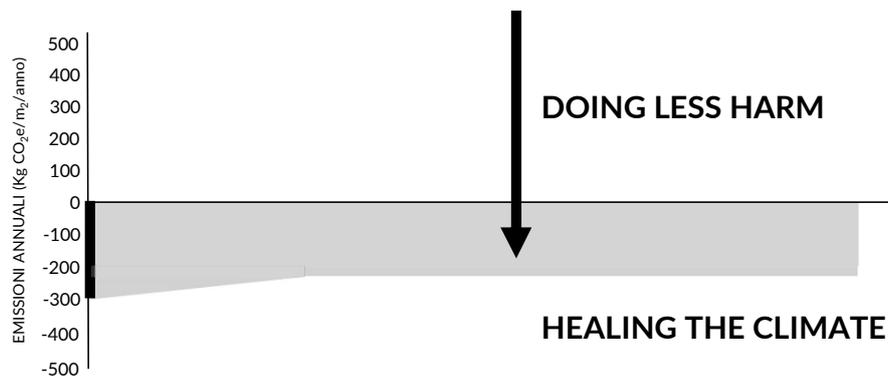
## Driving double types of emissions down to zero is a laudable goal...



(© Sesana M.M., 2023)

32

but it is a feasible and necessary goal!



(© Sesana M.M., 2023)

33

## Limiti e barriere dell'LCA

- Scelte ed assunzioni soggettive: necessità di documentare ogni step (ISO 14048).
- Limiti dei modelli dell'inventario e della valutazione dell'impatto.
- Disponibilità dei dati scarsa e incertezza della loro qualità.
- Metodologia complessa (conoscenze e strumenti specialistici).
- Difficoltà di diffusione di questa metodologia nelle imprese, soprattutto PMI, a causa di:
  - scarse competenze interne;
  - costi elevati;
  - necessità di consulenti esterni non sempre facilmente reperibili;
  - supporto della P.A. non sempre sufficiente.

34



Open Innovation

Life Cycle Thinking

Decarbonizzazione delle costruzioni

**Open Innovation**

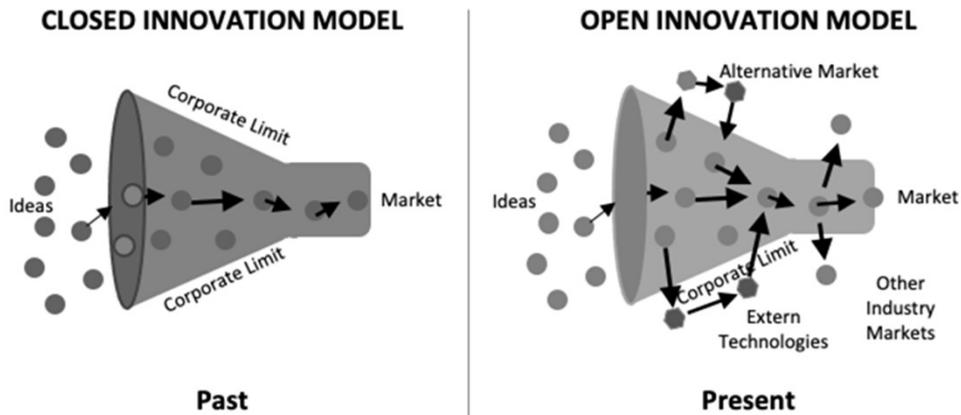
«L'Open Innovation è un paradigma che afferma che le imprese possono e debbono fare ricorso a idee esterne, così come a quelle interne, ed accedere con percorsi interni ed esterni ai mercati se vogliono progredire nelle loro competenze tecnologiche».

(Henry W. Chesbrough, 2003)



## Obiettivo dell'Open Innovation

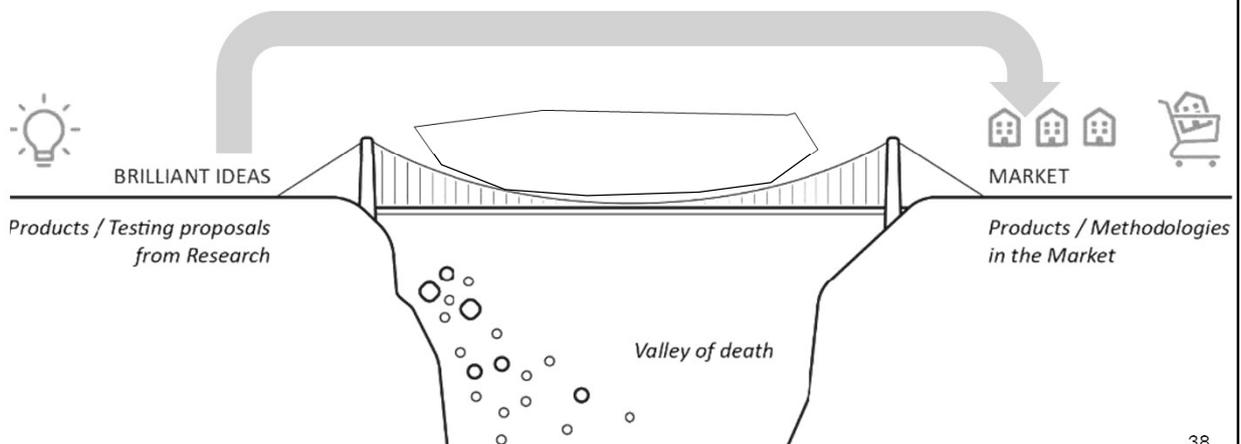
L'obiettivo dell'Open Innovation è quello, quindi, di permettere alle imprese di far fronte alle nuove dinamiche di mercato e rimanere competitive.



37

## Obiettivo dell'Open Innovation

L'obiettivo dell'Open Innovation è quello di permettere alle imprese di far fronte alle nuove dinamiche di mercato e rimanere competitive.



38

## Il concetto di Open Innovation per le costruzioni

Nel settore edilizio, l'innovazione può essere definita come "l'introduzione e l'utilizzo di nuove idee, tecnologie, prodotti e/o processi volti a risolvere problemi, a cambiare il punto di vista nel settore, a migliorare l'efficienza e l'efficacia o a migliorare gli standard di vita".

In questo contesto, il concetto di OI può essere strutturato secondo quattro fattori principali che permettono di identificare chiaramente la tendenza della ricerca riguardo i processi di innovazione nel settore delle costruzioni:

- fattori antecedenti l'innovazione del settore;
- fattori input dell'innovazione del settore;
- fattori driver del processo di innovazione del settore;
- fattori risultanti dall'innovazione del settore.

## Il concetto di Open Innovation per le costruzioni

In un contesto come quello attuale, caratterizzato da incertezze economiche e geopolitiche e da una rapida evoluzione tecnologica, per essere competitiva un'impresa oggi non può più fare a meno dell'**innovazione**.

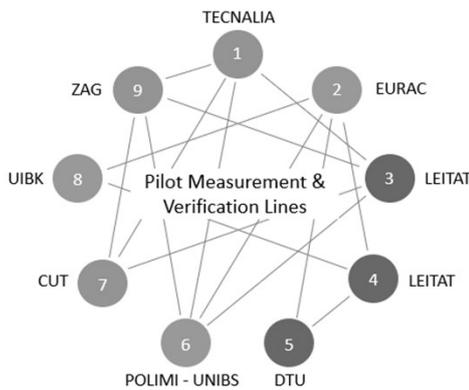
Il confronto sull'Open Innovation, però, non è più solo con i competitor, ma anche con aziende non concorrenti e realtà dove la **ricerca è un elemento chiave per il progresso**.

Nello specifico, le imprese hanno iniziato a collaborare sempre di più con enti e figure esterne come Università, Centri di Ricerca, Startup, imprese concorrenti o Società di Consulenza.

Il tutto con l'obiettivo non banale di implementare **nuove tecnologie e opportunità di business**, così da ridurre i rischi e i costi legati all'innovazione e dividerne i benefici.

## L'Open Innovation per il settore delle costruzioni

La MEZeroE OITB è strutturata secondo 9 Pilot Lines che rispondono ai requisiti tecnici del regolamento per i prodotti da costruzione n.305/2011, secondo 3 macro famiglie: sicurezza, benessere ed efficienza prestazionale.



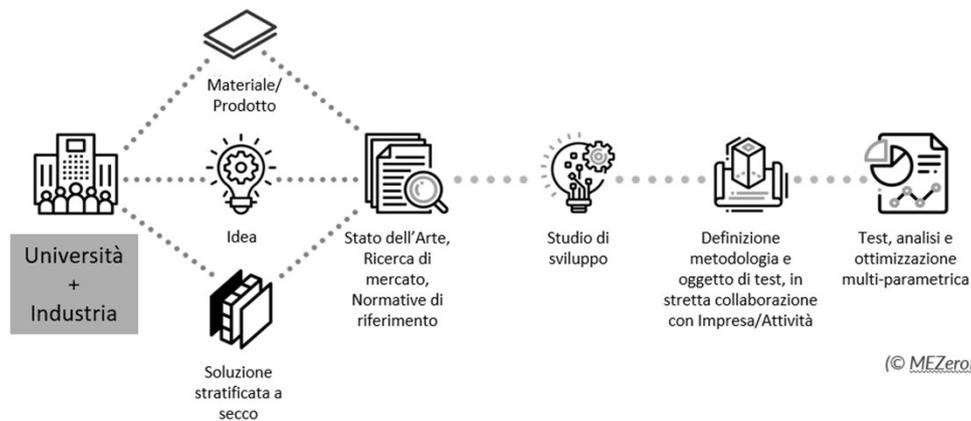
### Technical requirements (EU regulation No 305/2011)

- Safety
- Health
- Efficiency

## Attività di ricerca applicata: Open Innovation approach

Il Building Energy Efficient pilot è una delle PM&VL la n.6

*'Multi-layer dry nZEB Enabler Envelope Solution characterization facing Health and Safety requirement'*

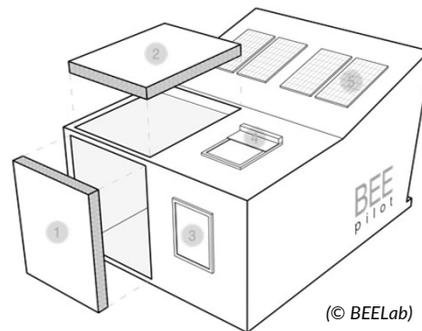


## Il prototipo: Building Energy Efficient pilot

- Il **Building Energy Efficient pilot** nasce e si sviluppa nell'ambito del **progetto europeo H2020 MEZeroE** ed è stato pensato e progettato per creare le condizioni ideali per il test e l'analisi di prodotti innovativi per l'involucro degli edifici.
- Il prototipo è predisposto per la rimozione facilitata di elementi di involucro o di intere porzioni dello stesso, al fine di poterli sostituire con prodotti o soluzioni oggetto di test: pareti, coperture, finestre e oscuramenti.

- Principali performance oggetto di test:

- termica
- acustica
- illuminotecnica
- tenuta all'aria
- qualità dell'aria



**BEEp** | Building  
Energy  
Efficiency  
pilot

43

## Il prototipo - Building Energy Efficient pilot

- Principali strategie di progetto:



Assemblaggio a secco



Involucro stratificato



Orientabilità

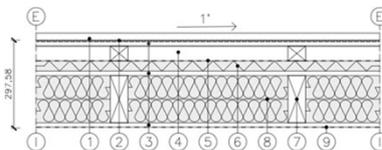


Sensorizzazione



Adattabile

Stratificazione dell'involucro per l'ottimizzazione funzionale e prestazionale dei vari strati tecnologici mantenendo spessori notevolmente ridotti.



- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Rivestimento in zinco | 6. Isolante                    |
| 2. Impermeabilizzante    | 7. Struttura a telaio in legno |
| 3. Pannello in OSB       | 8. Isolante                    |
| 4. Intercapedine d'aria  | 9. Barriera al vapore          |
| 5. Impermeabilizzante    |                                |

(© BEELab)

44

## Il prototipo - Building Energy Efficient pilot



(© BEElab)  
45

## Il prototipo - Building Energy Efficient pilot



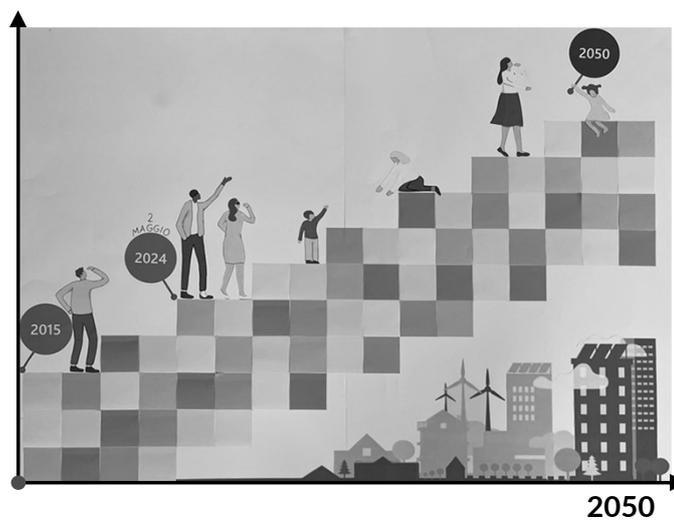
(© BEElab)  
46

## Il prototipo – Building Energy Efficient pilot



(© BEELab)  
47

«Today we are making the difference: together»  
... towards a decarbonized tomorrow!



48

