



Progettazione secondo criteri di sostenibilità ambientale La scelta dei materiali

Mariadonata Bancher- Agenzia per l' Energia Alto Adige-CasaClima

Agenda

- **INTRODUZIONE GENERALE AI PROTOCOLLI DI CERTIFICAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE CASA CLIMA**
- **COME VALUTARE LA SOSTENIBILITÀ DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER L'EDILIZIA**
- **IL CALCOLO DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER L'EDILIZIA: L'APPROCCIO CASA CLIMA**



Agenzia CasaClima

I CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



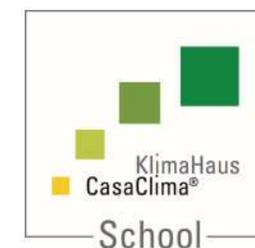
CERTIFICAZIONE

FORMAZIONE

RICERCA E SVILUPPO

COMUNICAZIONE

Protocolli CasaClima



Obiettivo:

promuovere l'abitare sano, confortevole, energeticamente efficiente ed ecologico contribuendo così ad uno sviluppo sostenibile.

Sostenibilità in edilizia

Definizione di sviluppo sostenibile:

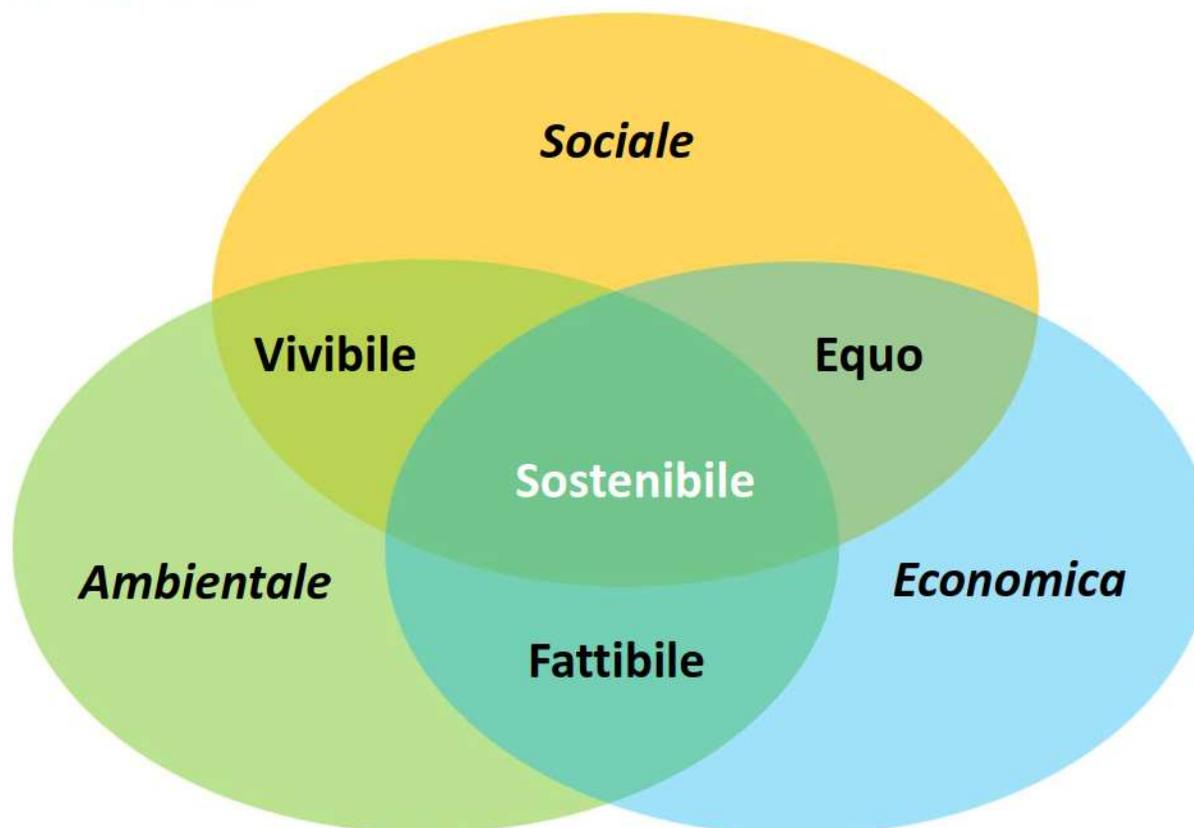
sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di far fronte alle proprie necessità.

Rapporto Brundtland 1987 Conferenza mondiale sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU 1992



Sostenibilità in edilizia

Dimensioni della sostenibilità



Sostenibilità in edilizia

Sostenibilità ambientale in edilizia

Edilizia: settore con elevati impatti ambientali

Gli edifici in Europa:

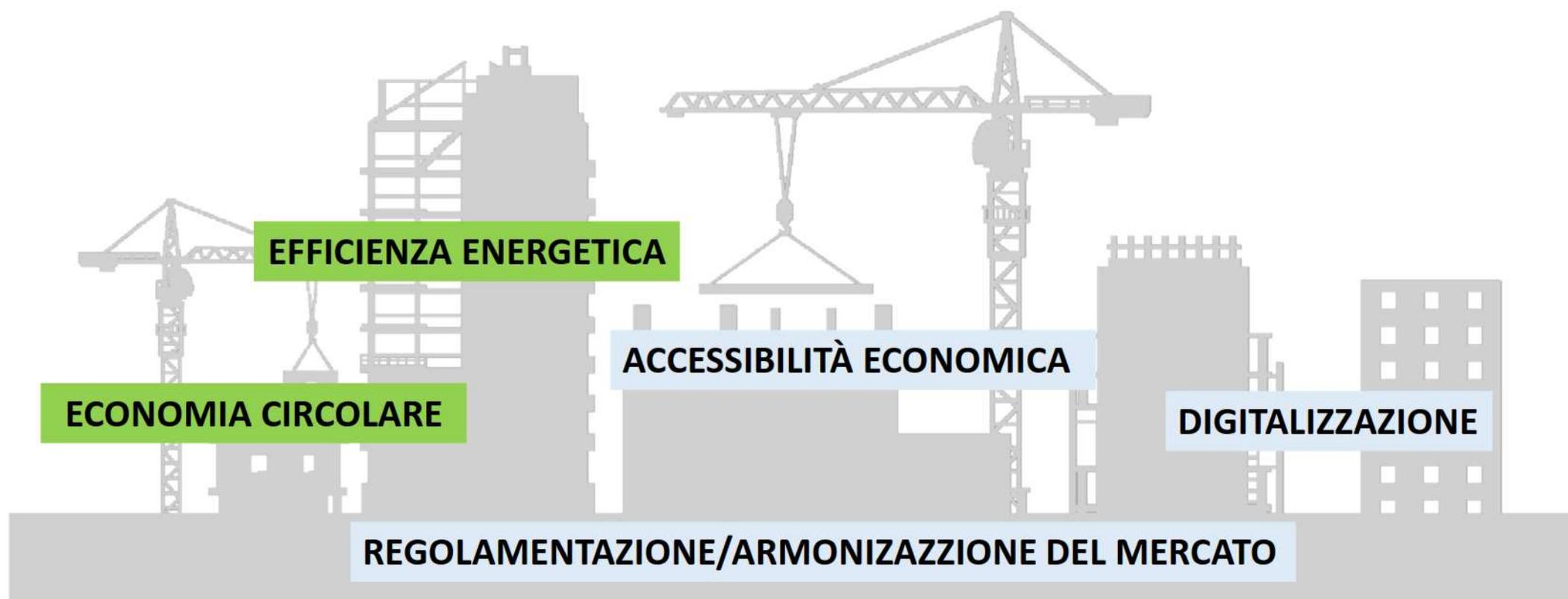
- utilizzano circa il 50% dei materiali estratti
- consumano oltre il 40% dell'energia consumata
- producono il 35% delle emissioni di CO₂
- producono il 25%-30% dei rifiuti

Fonte: Dati EU 2019-2020



Sostenibilità in edilizia

Priorità dell'Unione Europea per il settore delle costruzioni



Sostenibilità in edilizia



2017-2019: fase di test
2021: lancio dell'iniziativa

Level (s) Quadro comune di riferimento in Europa per gli indicatori di sostenibilità per gli edifici.
Obiettivo: metriche e linguaggio comune



Sostenibilità in edilizia

Macro-objective	Indicator	Unit of measurement	Macro-objective	Indicator	Unit of measurement			
1: Greenhouse gas and air pollutant emissions along a building's life cycle	1.1 Use stage energy performance	kilowatt hours per square metre per year (kWh/m ² /yr)	4. Healthy and comfortable spaces	Target list of pollutants: TVOC, formaldehyde, CMR VOC, LCI ratio, mould, benzene, particulates, radon				
	1.2 Life cycle Global Warming Potential	kg CO ₂ equivalents per square metre per year (kg CO ₂ eq./m ² /yr)						
2. Resource efficient and circular material life cycles	2.1 Bill of quantities, materials and lifespans	Unit quantities, mass and years				4.2 Time outside of thermal comfort range	% of the time out of range during the heating and cooling seasons	
	2.2 Construction & demolition waste and materials	kg of waste and materials per m ² total useful floor area				4.3 Lighting and visual comfort	Level 1 checklist	
	2.3 Design for adaptability and renovation	Adaptability score	4.4 Acoustics and protection against noise	Level 1 checklist				
	2.4 Design for deconstruction, reuse and recycling	Deconstruction score	5. Adaptation and resilience to climate change	5.1 Protection of occupier health and thermal comfort	Projected % time out of range in the years 2030 and 2050 (see also indicator 4.2)			
3. Efficient use of water resources	3.1 Use stage water consumption	m ³ /yr of water per occupant		5.2 Increased risk of extreme weather events	Level 1 checklist (under development)			
	1-3. Full LCA	n/a		10 impact categories	5.3 Increased risk of flood events	Level 1 checklist (under development)		
4.1 Indoor air quality		Parameters for ventilation, CO ₂ and humidity	6. Optimised life cycle cost and value	6.1 Life cycle costs	Euros per square metre per year (€/m ² /yr)			
	6.2 Value creation and risk exposure			Level 1 checklist				

YOU CAN'T MANAGE WHAT YOU DON'T MEASURE

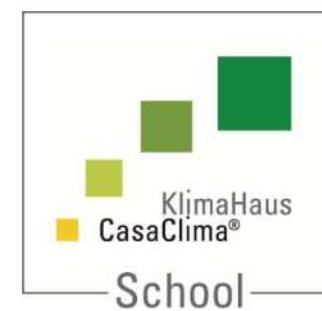
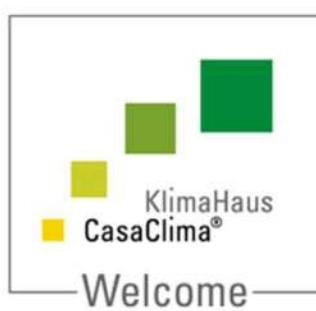
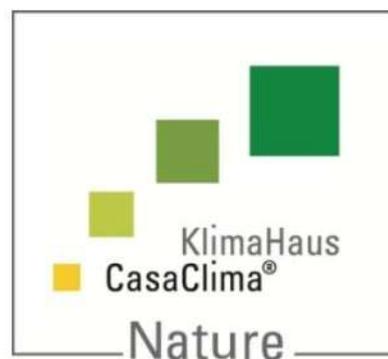
Peter Drucker



Protocolli di sostenibilità



Protocolli CasaClima



Sostenibilità CasaClima

• BENESSERE AMBIENTALE

- L'uso delle risorse energetiche e materiali e i conseguenti **impatti ambientali** dell'edificio sull'ambiente vengono valutati in riferimento al **ciclo di vita**
- Il **naturale ciclo dell'acqua** viene tutelato e favorito insieme al **risparmio idrico**

• BENESSERE SOCIALE

- L'impatto dell'edificio sugli occupanti viene valutato in termini di **comfort e salute (IEQ)**

• BENESSERE ECONOMICO

- **Garantire** minori costi di gestione ed un **miglioramento del valore degli immobili**



Aree di valutazione CC Nature

EFF. ENERGETICA

CasaClima

Oro

CasaClima

A



LCA MATERIALI



IMPATTO IDRICO



QUALITÀ INDOOR



FONOSOLAMENTO



LUCE NATURALE



Criteri e requisiti CC Nature



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



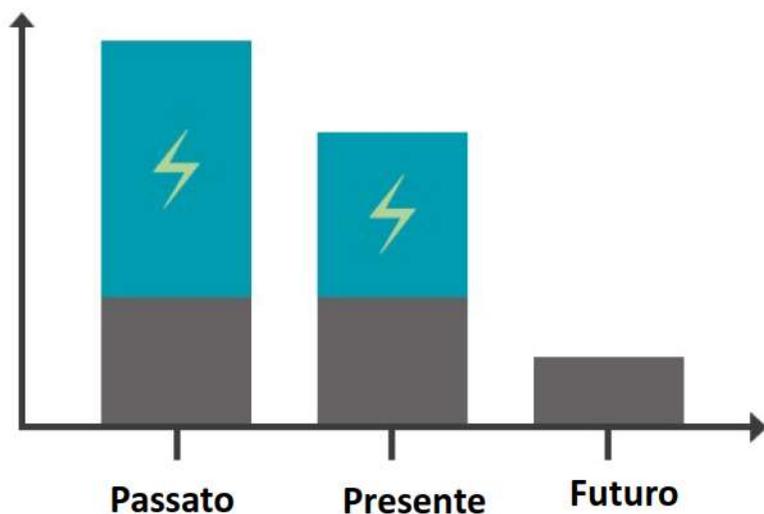
Efficienza energetica	Fabbisogno termico per riscaldamento	almeno Classe A
	Indice di emissioni di CO ₂ equivalente	almeno Classe A
Impatto ambientale dei materiali da costruzione	Punteggio Nature di impatto ambientale dei materiali da costruzione	≤250 punti
Impatto idrico	Indice di impatto idrico W_{kw}	≥ 30%
Qualità aria interna e protezione dal gas radon	Presenza della ventilazione meccanica controllata e/o materiali e prodotti a basse emissioni di VOC e formaldeide per gli ambienti interni	Limiti emissioni come da tabella Direttiva Tecnica
	Concentrazione di gas radon Rn-222 all'interno degli ambienti	< 200 Bq/m ³
Illuminazione naturale	Fattore medio di luce diurna Rapporto aeroilluminante Percentuale di superfici verso esterno vetrate	FLDm ≥ 2% Rapporto aeroilluminante di almeno 1/5 Almeno 70% delle sup.vert. verso esterno vetrate
Comfort acustico	Prestazioni di fonoisolamento	Limiti come da tabella Direttiva Tecnica

Impatti dell'edificio nel ciclo di vita

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DI UN EDIFICIO

La valutazione deve considerare possibilmente l'intero ciclo di vita dell'edificio

Emissioni di CO2 edifici: rapporto tra emissioni in fase d'uso e CO2 inglobata



Fonte: DGNB

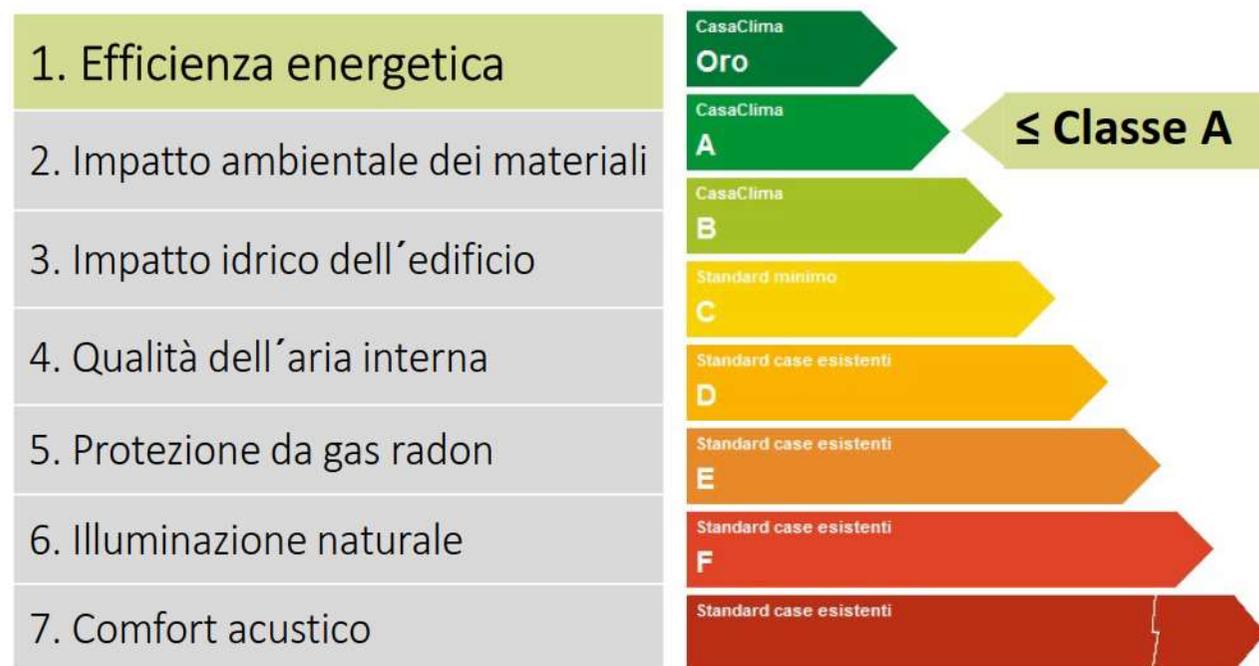
Emissioni di CO2 edifici: distribuzione delle emissioni di CO2 nel ciclo di vita per edifici NZEB

Product stage			Construction process stage		Use stage						End of life stage				
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport to construction site	Installation in building	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	Deconstruction/ Demolition	Transport	Waste processing	Disposal
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
A1-A3					B1-B5						B6				
50%					20%						23%				

Fonte: BS EN 15978:2011

Impatti in fase d'uso

VALUTAZIONE DEL CONSUMO DI ENERGIA IN FASE D'USO



L'efficienza energetica dell'edificio
è l'indicatore energetico più
importante!

- 1) **Fabbisogno termico per riscaldamento:** almeno CasaClima Classe A
- 2) **Indice di emissioni di CO₂ equivalente:** almeno CasaClima Classe A

Impatti ambientali materiali

1. Efficienza energetica

2. Impatto ambientale materiali

3. Impatto idrico dell'edificio

4. Qualità dell'aria interna

5. Protezione da gas radon

6. Illuminazione naturale

7. Comfort acustico

ICC ≤ 250 punti

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEI MATERIALI



**OBIETTIVO: scegliere materiali edili
che consumano poca energia per la
produzione e si caratterizzano per il
minore impatto ambientale
possibile**

Punteggio CasaClima Nature per i
materiali da costruzione
max. **250 punti**

Sostenibilità dei materiali

QUALI MATERIALI SCEGLIERE PER UN EDIFICIO SOSTENIBILE?

- Materiali naturali?
- Materiali ecologici?
- Materiali riciclabili?
- Materiali smart?
- Materiali innovativi?
- Materiali riciclati?



Sostenibilità dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



LA "SEMPLICITÀ" DELLE COSTRUZIONI DEL PASSATO

- pochi materiali e a km zero
- elevata durabilità
- facile riciclabilità e riutilizzo
- ridotte superfici abitative
- ridotte esigenze di comfort



Sostenibilità dei materiali

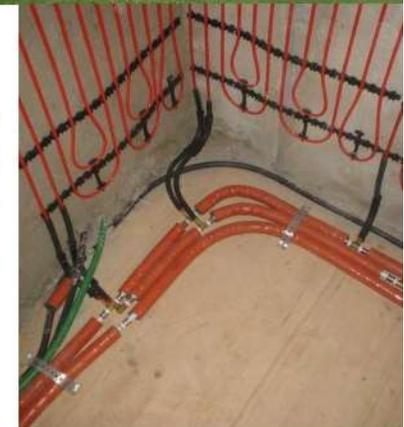
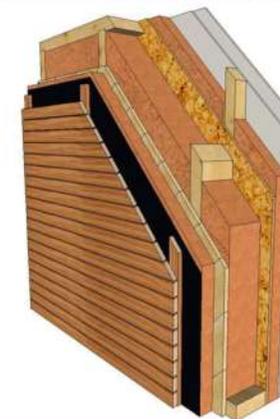


CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



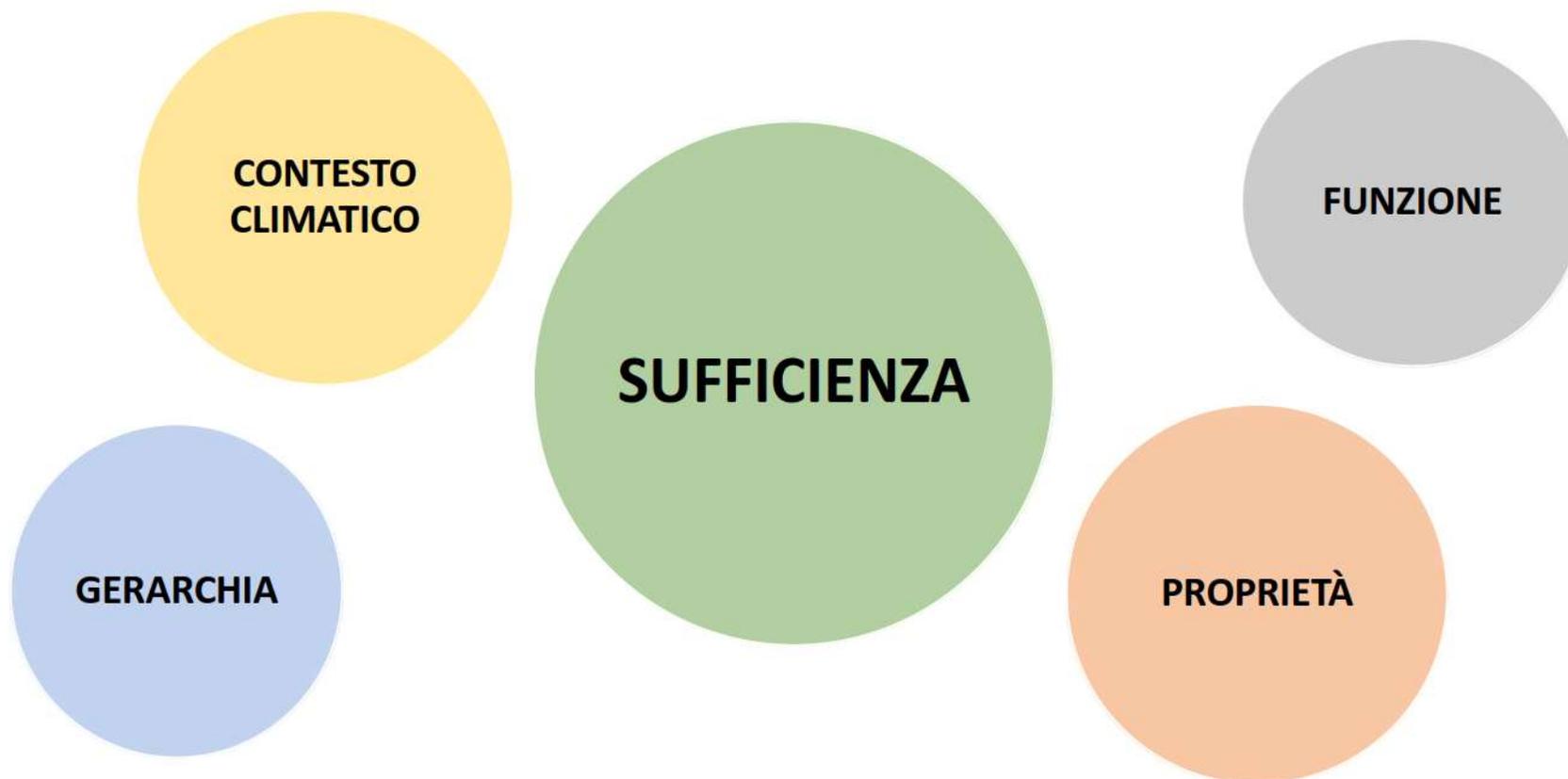
LA COMPLESSITÀ E LE SFIDE DEL PRESENTE

- numerosissimi materiali e prodotti
- alcuni con elevati impatti ambientali
- durabilità molto variabile
- complessa riciclabilità e riutilizzo
- ampie superfici abitative
- elevate esigenze di comfort
- complessità delle installazioni



Sostenibilità dei materiali

PRINCIPI GENERALI NELLA SCELTA DEI MATERIALI SOSTENIBILI



Sostenibilità dei materiali

CARATTERISTICHE DI UN MATERIALE SOSTENIBILE

**PROTEZIONE
DELLA SALUTE**

**PROTEZIONE
DEL CLIMA E
DELL'AMBIENTE**

**CONSERVAZIO-
NE DELLE
RISORSE**

**CATENA DI
APPROVVIGIO-
NAMENTO
SOSTENIBILE**

YOU CAN'T MANAGE WHAT YOU DON'T MEASURE

VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE DEVE:

- essere oggettiva e il piú completa possibile
- basarsi su metodologie condivise e normate

LCA-LIFE CYCLE ASSESSMENT

procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o ad un'attività

Impatto ambientale dei materiali

Software di calcolo
ProCasaClima



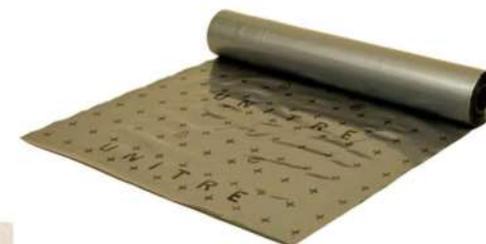
Banca dati
IBO Baustoffdatenbank
Italien



LCA
Life Cycle Assessment



Punteggio Nature di impatto ambientale dei materiali dell'edificio



<https://www.ibo.at/en/building-material-ecology/lifecycle-assessments/ibo-guideline-values-for-building-materials/>

Impatto ambientale dei materiali

LCA-LIFE CYCLE ASSESSMENT

Procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o ad un servizio durante il suo intero ciclo di vita:

- l'**estrazione** e il **trattamento delle materie prime**,
- la **fabbricazione**,
- il **trasporto**,
- la **distribuzione**,
- l'**uso**, il **riuso**, il **riciclo**
- lo **smaltimento finale**

Norme di riferimento:

UNI EN ISO 14040:2021

Environmental management- Life Cycle Assessment- Principles and framework

UNI EN ISO 14044: 2021

Environmental management- Life Cycle Assessment- Requirements and Guidelines



Impatto ambientale dei materiali

A1-A3: Product stage

- A3** produzione
- A2** trasporto della materia prima o lavorata al sito di produzione
- A1** estrazione e lavorazione delle materie prime, lavorazione del materiale secondario in ingresso

D: Benefits and loads beyond the system boundary

- D** potenziale di riutilizzo, recupero e/o riciclaggio, espressi come impatti e benefici netti

C1-C4: End of life stage

- C1** decostruzione, demolizione
- C2** trasporto al trattamento dei rifiuti
- C3** trattamento dei rifiuti per il riutilizzo, il recupero e/o il riciclaggio
- C4** smaltimento



A4-A5: Construction process stage

- A4** trasporto del materiale e/o del prodotto in cantiere

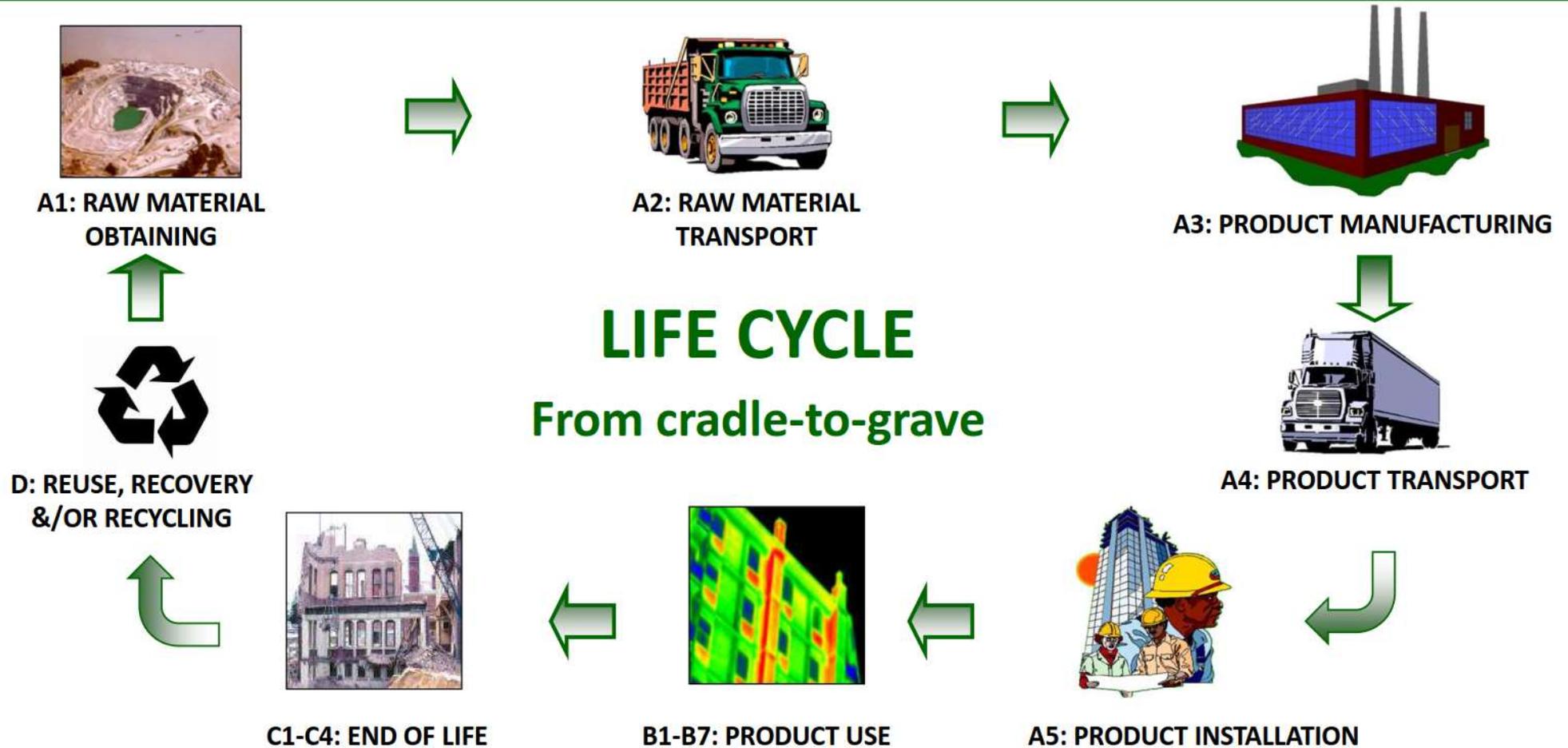
B1-B7: Use stage

- B1** uso del prodotto
- B2** manutenzione
- B3** riparazione
- B4** sostituzione
- B5** ristrutturazione
- B6** energia utilizzata
- B7** acqua utilizzata

Le 4 fasi di un'analisi LCA

- 1. Definizione degli obiettivi e dello scopo dello studio:** individuazione dello scopo dello studio, dei confini del sistema e del livello di dettaglio. Questi aspetti dipendono dal prodotto o dal servizio analizzato e possono differire profondamente tra una LCA e un'altra.
- 2. Analisi di inventario (LCI – Life Cycle Inventory):** raccolta dei dati necessari per quantificare i flussi in entrata e in uscita rispetto ai confini del sistema, in funzione dell'obiettivo dello studio.
- 3. Valutazione degli impatti (LCIA – Life Cycle Impact Assessment):** valutazione della portata dei potenziali impatti ambientali in base ai risultati della LCI
- 4. Interpretazione dei risultati:** analisi e valutazione dei risultati della LCI o della LCIA (o di entrambe), al fine di trarre conclusioni, individuare raccomandazioni in funzione dell'obiettivo dell'analisi LCA

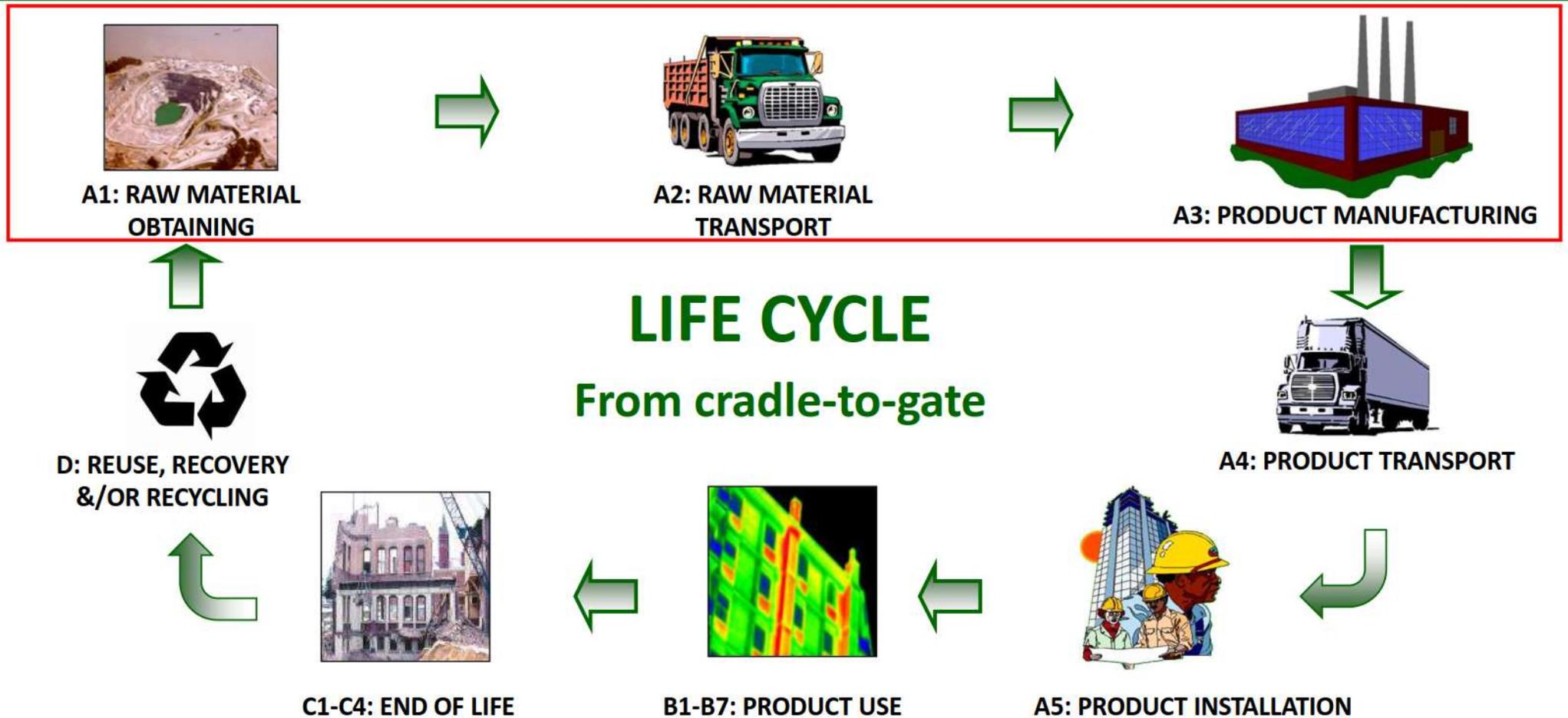
Impatto ambientale dei materiali



Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Impatto ambientale dei materiali

Flussi input

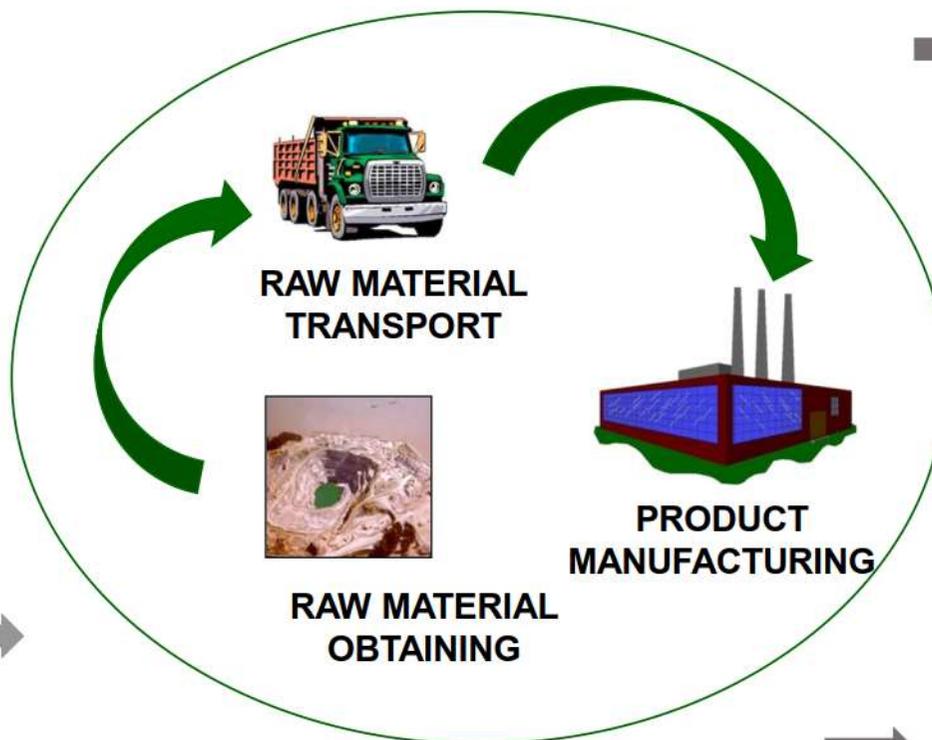
Confine del sistema

Flussi output

Energia

Acqua

Materie prime



Prodotto

Emissioni in aria

Emissioni nel terreno

Emissioni in acqua

Rifiuti

Energia

Sottoprodotti

Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Analisi degli impatti ambientali
 (LCIA Life Cycle Impact Assessment)

Categoria	Scala	Dati LCI rilevanti	Indicatore
Riscaldamento globale	globale	Biossido di carbonio CO ₂ Ossido nitroso N ₂ O Metano CH ₄ Clorofluorocarburi CFC Idroclorofluorocarburi HCFC Metil Bromuro CH ₃ Br	Potenziale di riscaldamento globale
Assottigliamento dell'ozono stratosferico	globale	Clorofluorocarburi CFC Idroclorofluorocarburi HCFC Metil Bromuro CH ₃ Br Halon	Potenziale di distruzione dell'ozono
Acidificazione	regionale/ locale	Ossidi di zolfo SO _x Ossidi di azoto NO _x Acido cloridrico HCl Acido fluoridrico HF Ammoniaca NH ₃	Potenziale di acidificazione
Eutrofizzazione	locale	Fosfato PO ₄ Ossido di azoto NO Biossido di azoto NO ₂ Nitrati Ammoniaca NH ₃	Potenziale di eutrofizzazione
Smog fotochimico	locale	Idrocarburi diversi dal metano NMHC	Potenziale di creazione di ossidanti fotochimici
Ecotossicità e tossicità per l'uomo	locale	Composti chimici tossici con una concentrazione ideale nota sugli organismi naturali e sull'uomo	LC ₅₀

Impatto ambientale dei materiali



PENRT (PEI) = contenuto di energia primaria non rinnovabile

Consumo totale di risorse energetiche non rinnovabili per le fasi del ciclo di vita del materiale considerate.

GWP= potenziale di effetto serra

Contributo di un gas all'effetto serra e quindi al fenomeno del riscaldamento globale. Per ogni gas si calcola la quantità corrispondente di CO₂ in kg.

Orizzonte di tempo considerato per valutare gli impatti: 100 anni GWP_{100}

AP= potenziale di acidificazione

Ossido di azoto (NO_x) e anidride solforosa (SO₂): si combinano in atmosfera con altre sostanze e si producono acido nitrico (HNO₃) e acido solforico (H₂SO₄).

Conseguenze: piogge acide, acidificazione delle acque che può portare alla moria di pesci, danni all'integrità dei materiali da costruzione.

Impatto ambientale dei materiali

Profilo Nature di impatto ambientale dei materiali da costruzione

Energia primaria n.r. (PEI o PENRT)

Potenziale di acidificazione (AP)

Vita media utile del materiale edile t_u

Potenziale di effetto serra (GWP_{100})

Periodo di valutazione: 100 anni

Unità funzionale o dichiarata (unità di misura di riferimento): **1 kg di materiale**

ID	materiale	λ	ρ	c	μ	κ	tempo di utilizzo	GWP	GWP processo	AP	PEI
		W/mK	kg/m ³	kJ/kg K	-	kg/kg	anni	kg CO ₂ e/kg	kg CO ₂ e/kg	kg SO ₂ e/kg	MJ/kg
79	mattoncino forato porizzato $\lambda = 0,14$	0,14	800	0,92	5	0,04	100	0,18	0,18	0,0005	2,3
31	intonaco di calce-cemento $\lambda = 0,8$	0,800	1800	1,13	25	0,02	50	0,16	0,16	0,0004	1,4
226	pannello di sughero per cappotto $\lambda = 0,04$	0,040	120	1,67	18	0,01	50	-1,21	0,60	0,0020	7,3

Impatto ambientale dei materiali

Impatto ambientale edificio

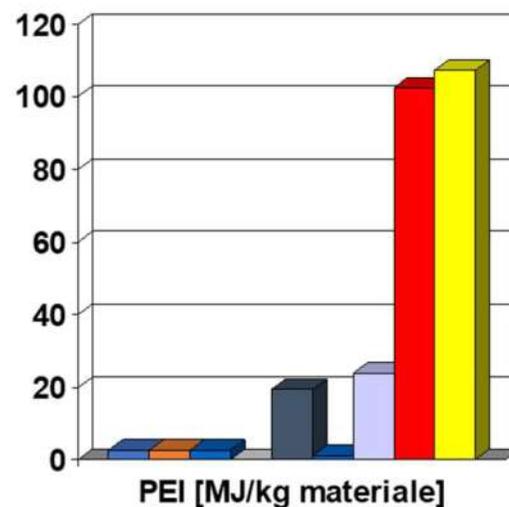
Nature	costruzione ciclo di vita		
Fabbisogno di energia primaria n.r.	377.053	676.372	MJ
Potenziale di riscaldamento globale	13.184	35.226	kg CO ₂ eq.
Potenziale di riscaldamento globale_processi	30.996	53.038	kg CO ₂ eq.
Acidificazione	136	254	kg SO ₂ eq.

**Fasi A1-A3 (cradle to gate)
+
sostituzione materiali/prodotti
nel ciclo di vita dell'edificio
(100 anni) in base alla loro vita
media utile**

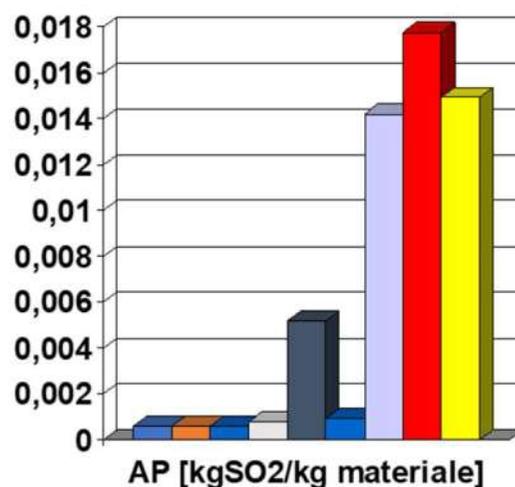
Impatto ambientale dei materiali

Indicatori di impatto ambientale

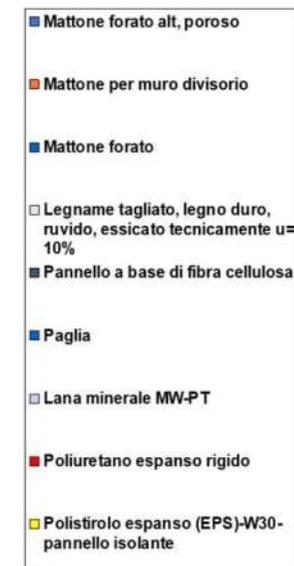
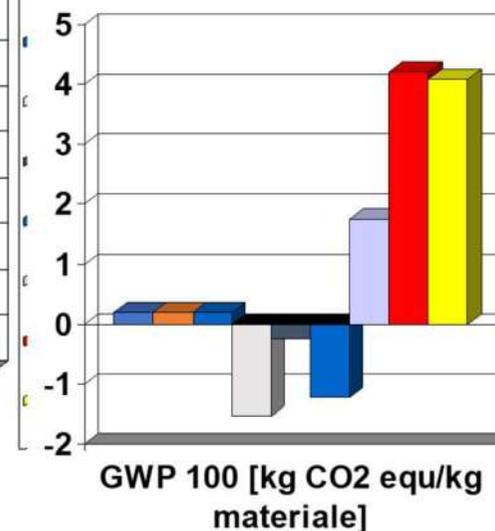
Contenuto di energia primaria n. r.



Potenziale di acidificazione



Potenziale di riscaldamento globale



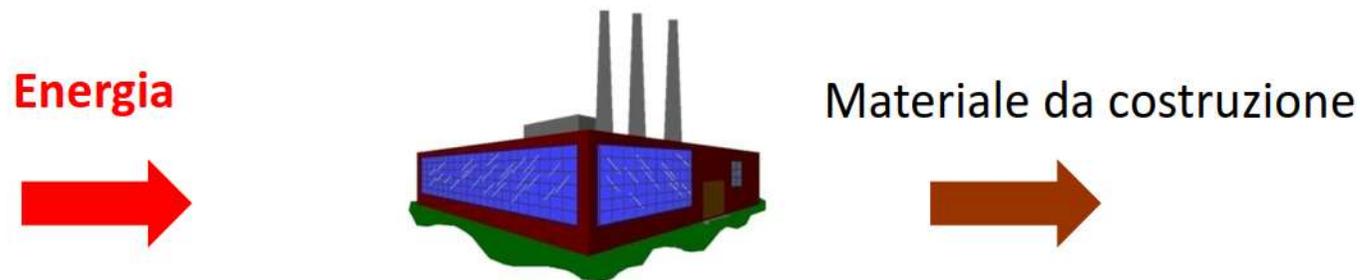
Impatto ambientale dei materiali

<u>EPS</u>	PEI [MJ]	GWP [kg CO2]	AP [gSOx]	<u>LINO</u>	PEI [MJ]	GWP [kg CO2]	AP [gSOx]	<u>LANA DI VETRO</u>	PEI [MJ]	GWP [kg CO2]	AP [gSOx]
Production raw material	87,42	2,86	20,72	Production raw material	8,68	-0,94	4,26	Production raw material	6,1	0,24	1,18
Transport raw material	1,86	0,11	1,14	Transport raw material	1,47	0,09	0,77	Transport raw material	1,0	0,06	0,79
Finished material production	8,25	0,48	4,26	Finished material production	22,42	1,13	4,85	Finished material production	27,5	1,40	7,6
Packaging	1,68	0,04	0,47	Packaging	2,84	0,09	0,72	Packaging	0,0	0,0	0,0
Total	99,21	3,49	26,59	Total	35,40	0,37	10,61	Total	34,6	2,13	9,57

Unità funzionale (unità di misura di riferimento): 1 kg di materiale prodotto

Energia Primaria n.r. (Energia grigia PEI o PENRT):

Energia associata alla produzione, al trasporto e (allo smaltimento) di un prodotto



$d[m]$: spessore strato materiale

$A[m^2]$: area superficie materiale

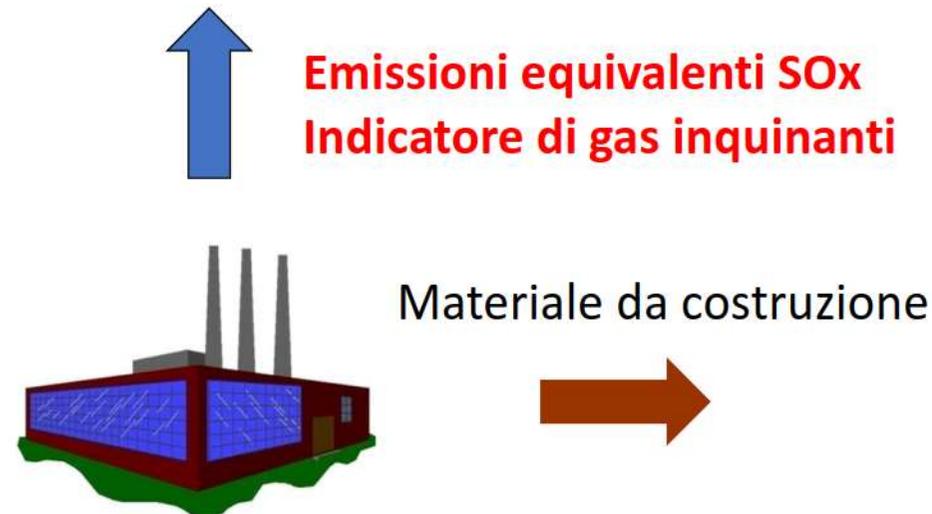
$\rho[kg/m^3]$: densità specifica

%: parte in percentuale nel caso di un elemento strutturale non omogeneo

PEI specifico: PEI per kg di materiale, da database CasaClima

$$PEI_{strato} = d[m] * A[m^2] * \rho[kg / m^3] * \% PEI_{specifico}$$

Potenziale di Acidificazione (AP)



$d[m]$: spessore strato materiale

$A[m^2]$: area superficie materiale

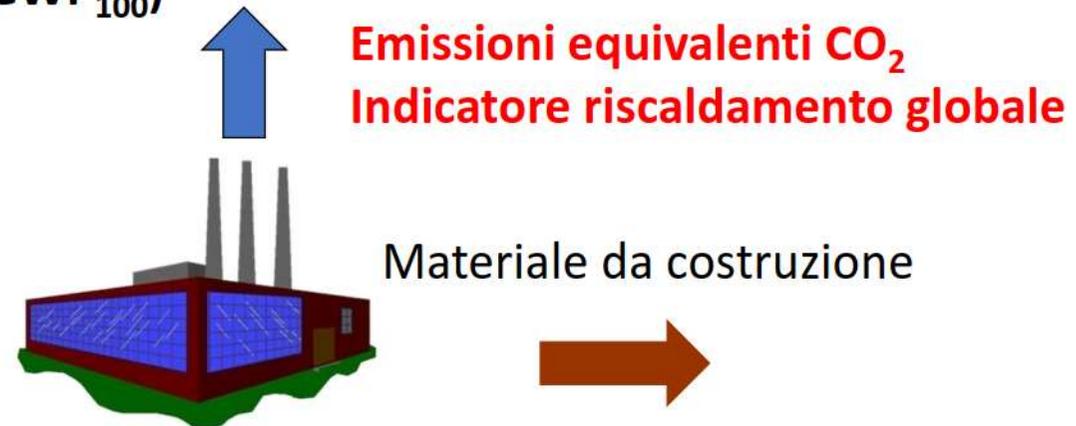
$\rho[kg/m^3]$: densità specifica

%: parte in percentuale nel caso di un elemento strutturale non omogeneo

AP specifico: AP per kg di materiale, da database CasaClima

$$AP_{strato} = d[m] * A[m^2] * \rho[kg / m^3] * \% * AP_{specifico}$$

Potenziale di riscaldamento globale (GWP_{100})



$$GWP_{strato} = d[m] * A[m^2] * \rho[kg / m^3] * \% * [GWP_{Process} * \frac{tempodivalutazione[a]}{tempodiutilizzazione[a]} + (GWP_{Produzione} - GWP_{Process})]$$

Tempo di valutazione: 100 anni

Tempo di utilizzazione: da 10 a 100 anni

$GWP_{processo}$: emissioni di processo per la produzione del materiale edile senza i CO₂ accumulati

$GWP_{produzione}$: emissioni di processo per la produzione del materiale edile con i CO₂ accumulati
(p.e. legno o altri materiali rinnovabili)

Impatto ambientale dei materiali

Bilancio di CO2 per materiali di origine vegetale (es. legno)



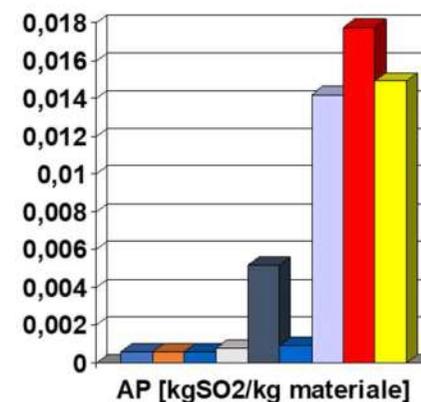
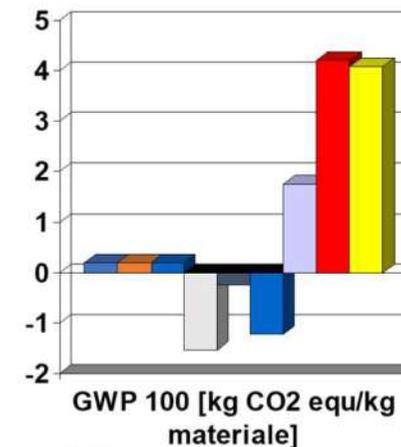
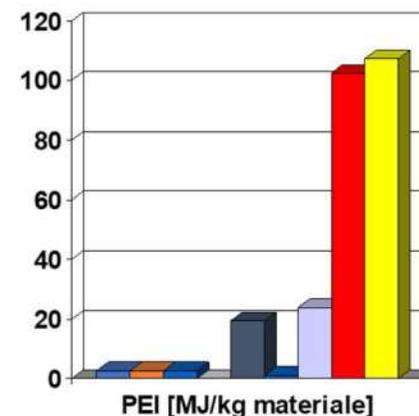
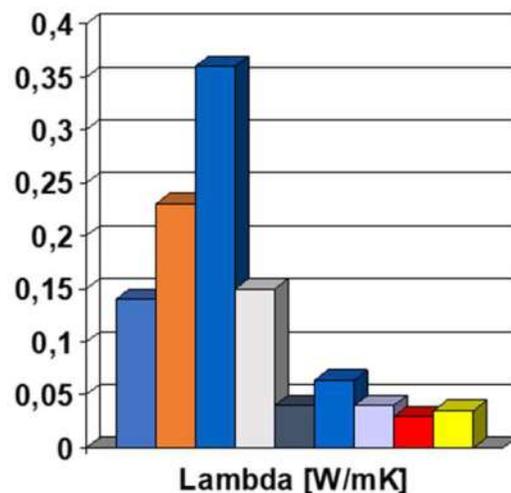
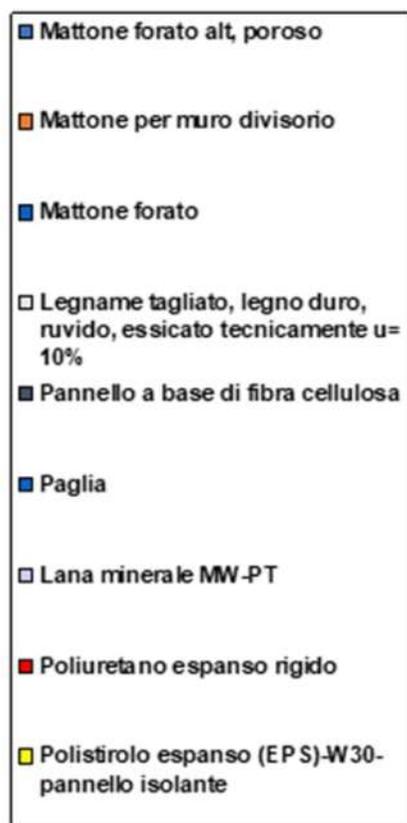
Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Indicatori di impatto (per kg di materiale)



Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Raffronto fra diversi materiali isolanti

Materiale	Densità	Conducibilità termica	Spessore	Trasmittanza termica	Superficie parete	PEI	AP	GWP100
	Kg\m ³	W/mK	cm	W/m ² K	m ²	MJ	kg SO ₂ equ	kg CO ₂ equ
EPS	18	0,04	10	0,37	1	481,18	0,066	18,300
XPS	38	0,04	10	0,37	1	769,67	0,118	31,300
Poliuretano espanso	40	0,03	7,5	0,37	1	613,68	0,106	25,110
Lana di roccia	130	0,04	10	0,37	1	768,07	0,459	56,470
Lana di vetro	50	0,04	10	0,37	1	513,07	0,150	24,690
Fibra di legno	140	0,04	10	0,37	1	376,87	0,170	-1,790
Fiocchi di cellulosa	55	0,04	10	0,37	1	83,78	0,033	0,720
Pannello di sughero	120	0,04	10	0,37	1	174,16	0,048	-7,330
Vetro cellulare	105	0,04	10	0,37	1	419,62	0,059	24,300

Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



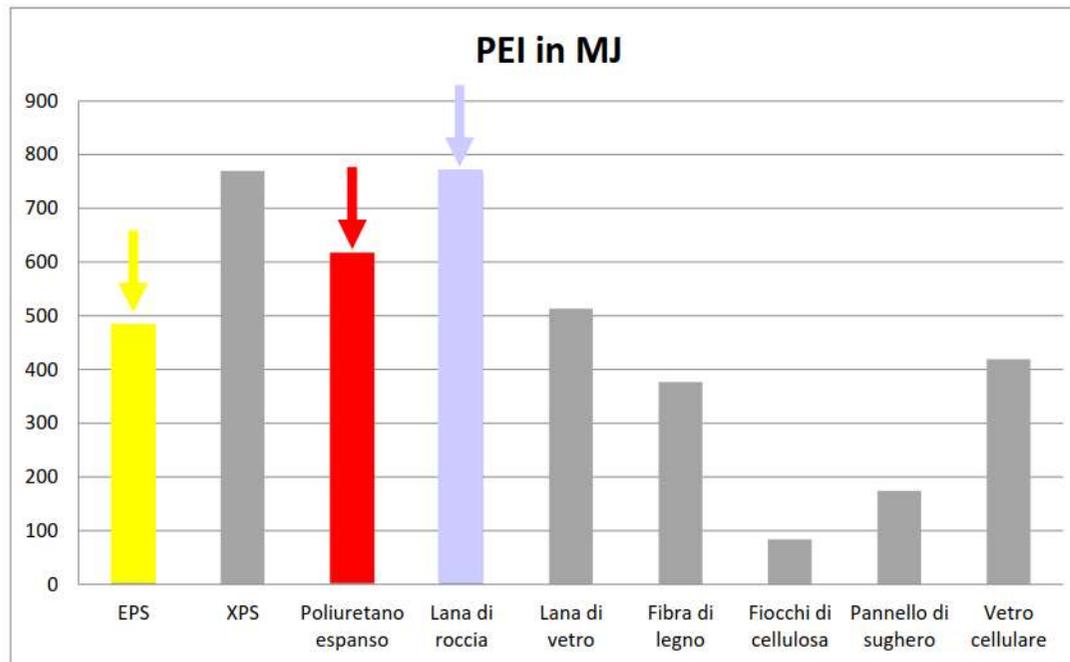
Raffronto fra diversi materiali isolanti

Materiale	Densità	Conducibilità termica	Spessore	Trasmittanza termica	Superficie parete	PEI	AP	GWP100
	Kg\m ³	W/mK	cm	W/m ² K	m ²	MJ	kg SO ₂ equ	kg CO ₂ equ
EPS	18	0,04	10	0,37	1	481,18	0,066	18,300
XPS	38	0,04	10	0,37	1	769,67	0,118	31,300
Poliuretano espanso	40	0,03	7,5	0,37	1	613,68	0,106	25,110
Lana di roccia	130	0,04	10	0,37	1	768,07	0,459	56,470
Lana di vetro	50	0,04	10	0,37	1	513,07	0,150	24,690
Fibra di legno	140	0,04	10	0,37	1	376,87	0,170	-1,790
Fiocchi di cellulosa	55	0,04	10	0,37	1	83,78	0,033	0,720
Pannello di sughero	120	0,04	10	0,37	1	174,16	0,048	-7,330
Vetro cellulare	105	0,04	10	0,37	1	419,62	0,059	24,300

Impatto ambientale dei materiali

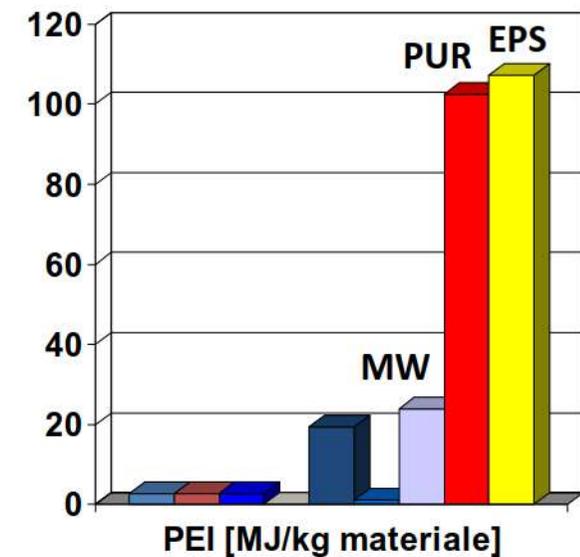


CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Unità di riferimento: 1 m² di materiale - U=0,37 W/m²K

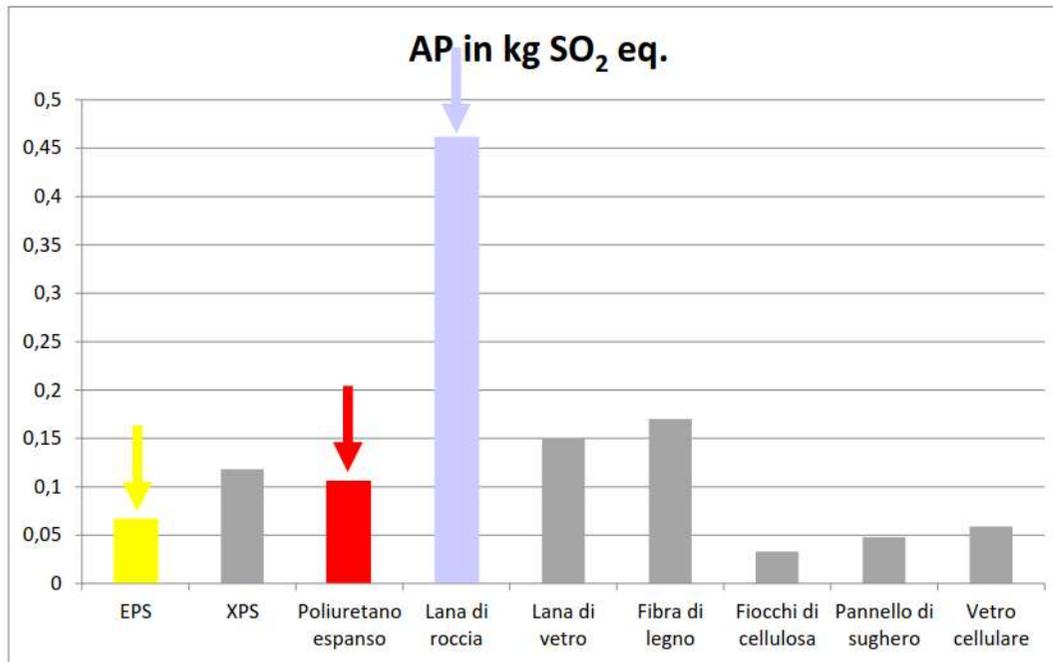
Unità di riferimento: 1 kg di materiale



Impatto ambientale dei materiali

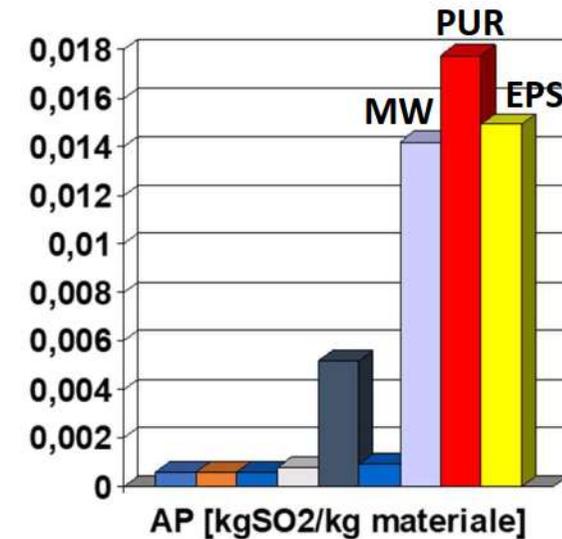


CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Unità di riferimento: 1 m² di materiale - U=0,37 W/m²K

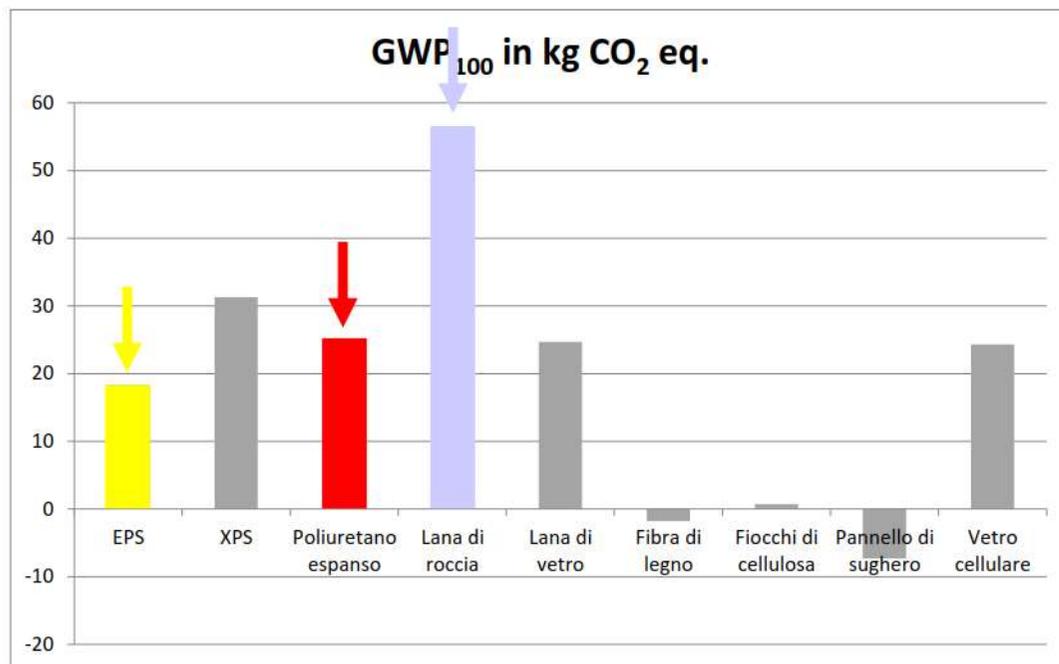
Unità di riferimento: 1 kg di materiale



Impatto ambientale dei materiali

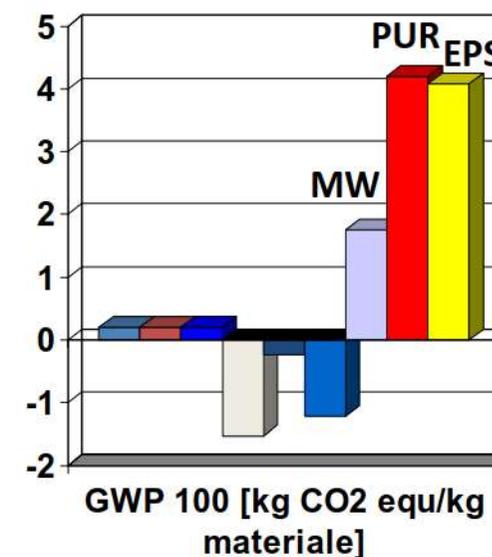


CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Unità di riferimento: 1 m² di materiale - U=0,37 W/m²K

Unità di riferimento: 1 kg di materiale



Impatto ambientale dei materiali



La dichiarazione ambientale di prodotto (EPD)

Possibilità di inserire nel calcolo i valori dei **parametri ambientali dichiarati e certificati con EPD** del prodotto.

EPD = Environmental Product Declaration

La dichiarazione ambientale di prodotto deve essere elaborata ai sensi della ISO 14025 e della EN 15804.

Non è un certificato ecologico!

Impatto ambientale dei materiali

Product stage

A1- estrazione e lavorazione delle materie prime, lavorazione delle materie seconde in ingresso

A2- trasporto al sito di produzione

A3- produzione

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																
Product stage			Construction process stage		Use stage							End of life stage			Benefits and loads beyond the system boundaries	
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport to construction site	Installation in building	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	Deconstruction/ Demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse, Recovery or Recycling potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

Impatto ambientale dei materiali

Parametri descrittivi degli impatti ambientali

GWP	Riscaldamento globale
ODP	Riduzione dello strato di ozono
AP	Acidificazione del suolo e dell'acqua
EP	Eutrofizzazione
POCP	Creazione di ozono fotochimico
ADPE	Esaurimento delle risorse abiotiche (elementi)
ADPF	Esaurimento delle risorse abiotiche (fossili)

Impatto ambientale dei materiali

Parametri descrittivi del consumo di risorse

PERE	Consumo di energia primaria rinnovabile ad esclusione delle risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime
PERM	Consumo di risorse energetiche primarie rinnovabili impiegate come materie prime
PERT	Consumo totale di risorse energetiche primarie rinnovabili
PENRE	Consumo di energia primaria non rinnovabile ad esclusione delle risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materia prima
PENRM	Consumo di risorse energetiche primarie non rinnovabili impiegate come materie prime
PENRT	Consumo totale di risorse energetiche non rinnovabili
SM	Consumo di materie seconde
RSF	Consumo di combustibili secondari da fonte rinnovabile
NRSF	Consumo di combustibili secondari da fonte non rinnovabile
FW	Consumo netto di acqua dolce

2. Impatto ambientale dei materiali I

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Parametri descrittivi delle categorie di rifiuto e dei flussi in uscita

HWD	Rifiuti pericolosi smaltiti
NHWD	Rifiuti non pericolosi smaltiti
RWD	Rifiuti radioattivi smaltiti
CRU	Componenti per il riutilizzo
MFR	Materiali per il riciclo
MER	Materiali per il recupero energetico
EE	Energia esportata per vettore energetico

Impatto ambientale dei materiali

Parametri ambientali che si possono inserire nel calcolo CasaClima: **GWP- AP- PENRT**
 Unità funzionale di riferimento da inserire nel ProCasaClima: **kg**
 Fasi del processo da considerare: **A1-A3** (produzione)

Ergebnisse der Ökobilanz: Umweltauswirkungen: 0,1 m³ XENERGY™: Szenario 1 & 2									
		Produktion	Transport zur Baustelle	Installation	Transport zum EoL	100% therm. Verwertung (Szenario1)		100% Deponie (Szenario 2)	
	Unit	A1-A3	A4	A5	C2	C3	D	C4	D
GWP	[kg CO ₂ -Äq.]	1,02E+01	4,17E-01	2,25E-01	9,59E-02	1,18E+01	-8,19E+00	2,01E-01	-1,18E-01
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,63E-09	7,28E-12	9,18E-13	1,68E-12	4,82E-11	-8,06E-10	3,75E-11	-4,39E-09
AP	[kg SO ₂ -Äq.]	3,78E-02	2,01E-03	1,45E-05	4,63E-04	7,61E-04	-4,15E-02	2,98E-04	-2,80E-04
EP	[kg PO ₄ ³⁻ -Äq.]	2,23E-03	4,68E-04	2,73E-06	1,08E-04	1,43E-04	-1,27E-03	4,57E-05	-1,92E-05
POCP	[kg Ethen Äq.]	7,93E-03	-6,74E-04	1,69E-06	-1,55E-04	8,84E-05	-2,36E-03	7,75E-05	-2,34E-05
ADPE	[kg Sb Äq.]	3,60E-06	1,55E-08	9,90E-10	3,58E-09	5,19E-08	-5,45E-07	1,75E-08	-9,21E-09
ADPF	[MJ]	2,86E+02	5,77E+00	2,67E-02	1,33E+00	1,40E+00	-1,08E+02	6,84E-01	-2,00E+00
Legende	GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe								

Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Parametri ambientali che si possono inserire nel calcolo CasaClima: **GWP- AP- PENRT**

Unità funzionale di riferimento da inserire nel ProCasaClima: **kg**

Fasi del processo da considerare: **A1-A3** (produzione)

Ergebnisse der Ökobilanz: Ressourceneinsatz: 0,1 m³ XENERGY™: Szenario 1 & 2									
Parameter	Einheit	Produktion	Transport zur Baustelle	Installation	Transport zum EoL	100% therm. Verwertung (Szenario1)		100% Deponie (Szenario 2)	
		A1-A3	A4	A5	C2	C3	D	C4	D
PERE	[MJ]	5,07E+00	-	-	-	-	-	-	-
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PERT	[MJ]	5,07E+00	2,26E-01	2,03E-03	5,21E-02	1,07E-01	-6,05E+00	5,07E-02	-1,43E-01
PENRE	[MJ]	1,46E+02	-	-	-	-	-	-	-
PENRM	[MJ]	1,40E+02	-	-	-	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	2,86E+02	5,77E+00	2,67E-02	1,33E+00	1,40E+00	-1,08E+02	6,84E-01	-2,00E+00
SM	[kg]	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	[MJ]	2,77E-03	3,65E-05	1,05E-06	8,40E-06	5,5E-05	-1,47E-03	1,20E-03	-2,75E-05
NRSF	[MJ]	2,91E-02	3,82E-04	1,04E-05	8,79E-05	5,48E-04	-1,54E-02	2,84E-03	-2,88E-04
FW	[m³]	5,69E-02	2,51E-04	4,28E-04	5,78E-05	2,24E-02	-2,59E-02	-1,29E-03	-4,02E-04
Legende	PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen								

Impatto ambientale dei materiali



Link utili per trovare EPD:

The International EPD® System - Environmental Product Declarations

www.environdec.com

Institut Bauen und Umwelt e.V

<https://ibu-epd.com/veroeffentlichte-epds/>

Programma EPDIItaly

www.epditaly.it/

Attenzione: per l'inserimento nel calcolo ProCasaClima si deve fare sempre riferimento ad EPD secondo norme **ISO 14025 e EN 15804**

Impatto ambientale dei materiali

Risultati calcolo di impatto ambientale dei materiali

Punteggio Nature - Impatto ambientale dei materiali	
oggetto:	Example 1
	Siena

area delle strutture			
superfici rilevanti $AB = \sum A_i$	$A_B =$	376	m ²
compatezza	$A / V =$	0,78	1 / m
superficie di riferimento	NGFB =	133	m ²

Nature	costruzione ciclo di vita		
fabbisogno di energia primaria n.r.			
PEI	PEI =	376.429	675.339 MJ
potenziale di effetto serra			
GWP	GWP =	13.170	35.165 kg CO ₂ eq.
effetto serra processi			
GWP _{processi}	GWP Prozess =	30.932	52.930 kg CO ₂ eq.
acidificazione			
AP	AP =	136	253 kg SO ₂ eq.

Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Risultati calcolo di impatto ambientale dei materiali

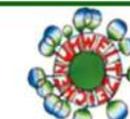
Punteggio Nature - Impatto ambientale dei materiali	
oggetto:	Example 1
	Siena
area delle strutture	
superfici rilevanti $AB = \sum A_i$	$A_B = 376 \text{ m}^2$
compatezza	
superficie di riferimento	
Nature	ICC
fabbisogno di energia primaria n.r.	
PEI	
potenziale di effetto serra	
GWP	
effetto serra processi	
GWPprocessi	
acidificazione	
AP	
	costruzione ciclo di vita
Picc,PEI _{ne}	P _{icc,PEI_{ne}} = 92 204 punti
Picc,PEI _{ne} = (1/20)(x-1000)	
Picc,GWP	Picc,GWP = 149 315 punti
Picc,GWP = (1)*(x)	
Picc,AP	Picc,AP = 145 321 punti
Picc,AP = (200)*(x-0,3)	
ICC	costruzione ciclo di vita
Punteggio Nature senza bonus points	
P _{l3cc,BF}	P _{l3cc} 129 280 punti
Punteggio Nature senza bonus points	
 B	280 punti

Impatto ambientale dei materiali



Bonuspoints:

- materiali in pietra prodotti entro 200 km dal cantiere
- materiali in laterizio prodotti entro 500 km dal cantiere
- materiali in legno prodotti entro 500 km dal cantiere o con certificato FSC/PEFC
- materiali con **certificato ecologico** di parte terza (Etichetta ecologica di tipo 1-ISO 14024)
- materiali prodotti in uno stabilimento che ha ottenuto la targhetta KlimaFactory



Materiale	Luoghi di riferimento per	Distanza massima fra cantiere e luoghi di riferimento	Documentazione richiesta
PIETRA	scavo lavorazione fornitura	200 km	Dichiarazione di provenienza+ bolla di accompagnamento
LATERIZIO	estrazione argilla produzione lavorazione fornitura	500 km	Dichiarazione di provenienza + bolla di accompagnamento
LEGNO	abbattimento degli alberi lavorazione fornitura	500 km	Dichiarazione di provenienza + bolla di accompagnamento+ certificazione di gestione sostenibile delle foreste

Impatto ambientale dei materiali

ICC	costruzione ciclo di vita
Picc,PEI _{ne} Picc,PEI _{ne} = (1/20)(x-1000)	PI _{cc,PEI_{ne}} = 92 204 punti
Picc,GWP Picc,GWP = (1)*(x)	Picc,GWP = 149 315 punti
Picc,AP Picc,AP = (200)*(x-0,3)	Picc,AP = 145 321 punti

ICC	Punteggio Nature senza bonus points	PI _{3cc}	punti bonus
	Punteggio Nature senza bonus points		
	PI _{3cc,BF}		
	Punteggio Nature senza bonus points		
	280 punti		
			quantità prodotti certificati ecologici
			8 prodotti
			punti bonus prodotti certificati ecologici
			-89 punti
			quantità prodotti regionali
			0 prodotti
			punti bonus prodotti regionali
			0 punti
			punti bonus totali (max. 100)
			-89 punti

Massimo di punti bonus:
- 100 punti

ICC	costruzione ciclo di vita
Punteggio finale Nature	PI _{3cc} 40 191 punti

Punteggio finale Nature	
191 punti	Verificato

Materiali non ammessi:

- **prodotti contenenti sostanze dannose per lo strato dell'ozono**
(p.e. cloro-fluoro-carburi CFC, idro-bromo-fluoro-carburi HBFC, idro-cloro-fluoro-carburi HCFC, idro-fluoro-carburi HFC. Le sostanze sono definite nei gruppi I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e “Sostanze Nuove” allegato I e II del Regolamento (CE) N.1005/2009 e successive modifiche).
- **materie plastiche contenenti metalli pesanti** quali piombo, cadmio, cromo VI, mercurio
- **materie plastiche contenenti composti organici dello stagno** quali TBT, TPT, DBT
- **materie plastiche contenenti ftalati** sia ad alto che a basso peso molecolare
- **lamine e fogli di piombo**
- **legno tropicale senza** certificazione FSC-PEFC

Impatto ambientale dei materiali

Alcune considerazioni in merito al fabbisogno energetico per la costruzione e per l'uso di un edificio



Classe C
Punti Nature:
150

Materiali utilizzati:

Parete: Mattone/c.a
Primo solaio: c.a. XPS
Tetto . Lana di vetro
Finestre PVC
Caldaia cond. a gas

EP costruzione/m² anno:

1400 kWh/m²

Ca. 140 l gasolio

EP uso/m² anno:

190 kWh/m²a



CasaClima B
Punti Nature:
220

Materiali utilizzati:

Parete: Mattone/c.a EPS
Primo solaio: XPS
Tetto . Lana di vetro
Finestre PVC
Caldaia cond. a gas

EP costruzione/m² anno:

1700 kWh/m²

Ca. 170 l gasolio

EP uso/m² anno:

110 kWh/m²a



CasaClima A
Punti Nature:
120

Materiali utilizzati:

Parete: struttura legno/cellulosa
Primo solaio: c.a. XPS
Tetto : legno cellulosa
Finestre legno
Caldaia a pellet-FV 1 KWp

EP costruzione/m² anno:

1200 kWh/m²

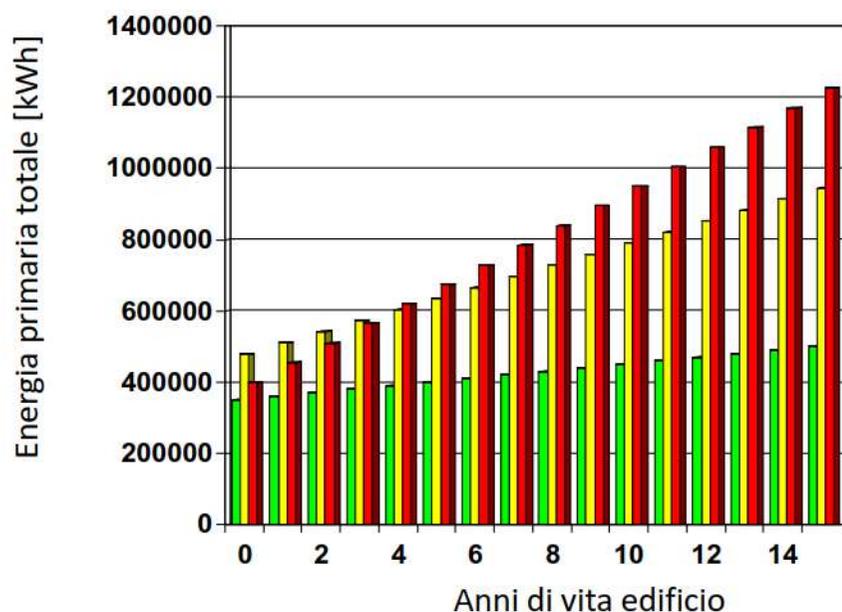
Ca. 120 l gasolio

EP uso/m² anno:

40 kWh/m²a

Impatto ambientale dei materiali

Esempio: edificio 288 m² area netta, S/V = 0,66; n. di appartamenti: 3



CasaClima A
Nature A

CasaClima B
Nature B

CasaClima C
Nature A

**CasaClima A
Nature 120 p.**

**CasaClima B
Nature 220 p.**

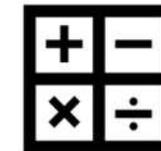
**Classe C
Nature 150 p.**

Osservazioni:

- 1) **Un edificio energeticamente efficiente è anche ambientalmente sostenibile.**
Il maggior investimento in termini di quantità di materiale utilizzato e quindi il relativo aumento dell'impatto ambientale **si ripaga già dopo il 5°(massimo 10°) anno.**
- 2) Il consumo energetico in fase d'uso per edifici poco efficienti è **circa 10 volte maggiore del consumo energetico per la costruzione** (su un periodo di 100 anni di valutazione).
- 3) Quando un edificio è efficiente (CasaClima B o superiore) allora **l'impatto ambientale dei materiali** (energia grigia, ecc.) è un concetto **tanto importante quanto l'efficienza energetica dell'edificio.**

Stare al passo coi tempi

Necessità di integrare o sostituire il **database** attuale
(dati più aggiornati, più completi in riferimento all'intero ciclo di vita e ai parametri descrittivi delle diverse categorie di impatto)



Necessità di rivedere l'**algoritmo di calcolo** che sta alla base della valutazione (più trasparenza per gli utenti/ valutazione rispetto a più fasi del ciclo di vita e a più categorie di impatto)

1 Nuovo database di riferimento

Ökobaudat (BBSR Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung)

- Banca dati online
- Conforme alla EN 15804
- Qualità dei dati verificata
- Gratuito e costantemente aggiornato



2 Analisi e rielaborazione

- Utilizzo esclusivo di materiali con generic dataset (worst case conditions) o average dataset (dati medi derivanti da EPD di settore)
- Raggruppamento dei materiali per categoria
- Armonizzazione unità funzionale di riferimento in chilogrammi

3 Integrazione dati

- Per materiali compositi, telai, vetri e distanziali il database è stato elaborato da un ente di ricerca esterno (**Politecnico di Milano**)
- Per i valori relativi alle fasi C3-C4 e D, laddove questi non siano presenti nel dataset specifico del materiale/prodotto fornito da Ökobaudat (2017) sono stati utilizzati dati generici per gruppi di materiali con scenari di fine vita simili, anche questi reperiti dal database **Ökobaudat (2020)**
- Per ogni materiale/prodotto del database è definita una durata di vita utile espressa in anni, ripresa dal tool **eLCA** sviluppato dal BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Referat II 6 Bauen und Umwelt)



Impatto ambientale dei materiali

La finestra si apre al momento della scelta del materiale

Per ogni materiale/prodotto il database fornisce i valori specifici dei diversi indicatori ambientali per le seguenti fasi:

Fasi A1-A3: product stage

Fasi C3-C4: end of life stage (parziale)

Fase D: benefits and loads beyond the system boundary (se esistente)

ID	Modul	GWP	ODP	POCP	AP	EP	PENRT	PENRM	PENRE	PERT	PERM	PERE	ADPelem	ADPfossil
<input checked="" type="checkbox"/>	29	A1-A3	0,242	0	0	0	2,07	0,06	2,01	0,416	0	0,416	0	1,89
<input checked="" type="checkbox"/>	30	C4	0,014	0	3	2	0,203	0	0	0,015	0	0	0	0,194
<input checked="" type="checkbox"/>	31	D	-0,018	0	0	0	-0,279	0	0	-0,026	0	0	0	-0,242
<input type="checkbox"/>														

Possibilità di modifica da parte dell'utente nel caso il materiale disponga di un certificato EPD secondo ISO 14025 e EN 15804.

Impatto ambientale dei materiali



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



PRIMA

3 indicatori

**Fasi A1-A3 del ciclo
di vita del
materiale**

**Solo impatto dei
materiali**

DOPO

+ 10 indicatori

+ Fasi C e D

**+ Impatto dovuto al
fabbisogno di
energia in fase d'uso**

Certificazioni CasaClima Nature



**Edifici certificati
Nature
(a fine 2021)**



**38 Gold/Nature
534 A/Nature
50 B/Nature**



Certificazioni CasaClima Nature

2011: prima direttiva CasaClima Nature

2012: introduzione del "Bonus energia", dal 2015 in poi ottenibile solo con certificazione CasaClima A-Nature

2022: prolungamento "Bonus energia" con introduzione di limiti più restrittivi per impatto materiali (da 300 a 250 punti) e rinnovabili

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TOTALE EDIFICI CERTIFICATI CC	824	837	928	958	985	796	817
CERTIFICAZIONI NATURE	10	14	44	45	131	135	194
% NATURE SUL TOTALE	1%	2%	5%	5%	13%	17%	24%



Grazie per l'attenzione