

PROGETTAZIONE SOSTENIBILE MEDIANTE INTEGRAZIONE TRA BIM E ANALISI LIFE CYCLE ASSESSMENT

Domenico ASPRONE, Ph.D.

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura
Università di Napoli Federico II



❑ Introduzione

- ✓ Sostenibilità nel settore delle costruzioni
- ✓ Motivazione

❑ Metodi di valutazione sostenibilità

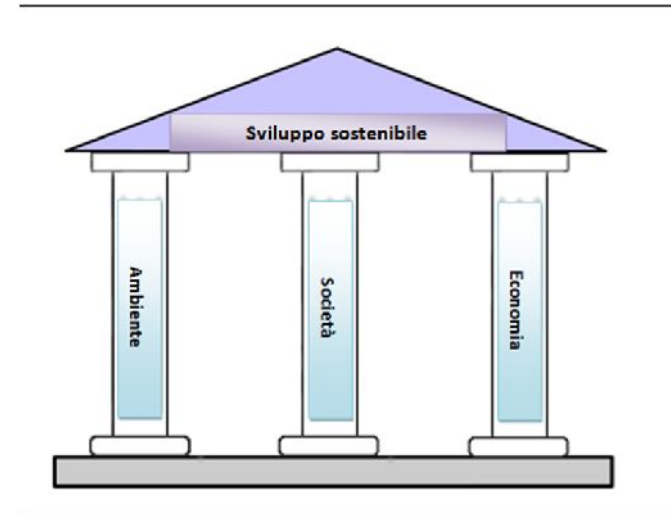
- ✓ Life Cycle Thinking

❑ LCA- BIM ➔ Casi studio

- ✓ Progettazione di 3 edifici in materiali strutturali differenti
- ✓ Retrofit strutture in muratura
- ✓ Tamponature esterne
- ✓ Tool BIM-LCA ➔ scuola Sassuolo

Definizione di Sviluppo Sostenibile

John Elkington, 1998: i tre
pilastri della sostenibilità



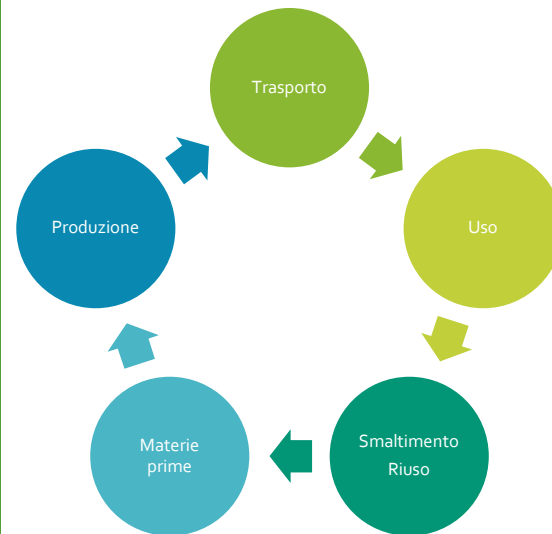
Sostenibilità ambientale: Capacità di valorizzare l'ambiente, garantendo al contempo la tutela e il rinnovamento delle risorse naturali;

Sostenibilità economica: Capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento delle popolazioni;

Sostenibilità sociale: Capacità di garantire condizioni di benessere umano (qualità della vita, sicurezza, salute)

**1991 Life Cycle Thinking (LCT):
un nuovo modo
di pensare le
trasformazioni**

1991 (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e da "ISO" (International Standard Organization): **Approccio al ciclo di vita**



CICLO DI VITA

Un prodotto (bene o servizio) è considerato come un insieme di processi, di flussi (input-output) di materiali e di energia associate a tutti gli step del suo ciclo di vita, dalla fase di progettazione fino alla fase di dismissione -recupero o smaltimento finale-

Analisi e valutazione “dalla culla alla tomba” (*cradle to grave*)

**APPLICAZIONI
MULTIDISCIPLINARI**

Obiettivi della Sostenibilità

La valutazione della sostenibilità va trattata in termini **multi criterio**

MINIMIZZAZIONE

- Capitale, costi operativi e di produzione
- Consumo energetico, sfruttamento del suolo e produzione di rifiuti
- Emissioni GHG e danno ambientale

MASSIMIZZAZIONE

- Soluzioni Ecocompatibili (risorse rinnovabili, riciclo)
- Prestazioni a lungo termine e sicurezza umana
- Uguaglianza intergenerazionale e accettazione sociale

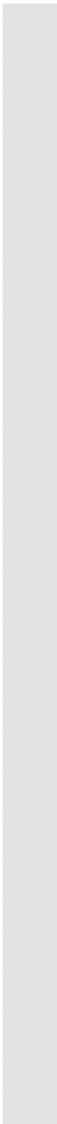
Tempo



- Concetto di Life Cycle
- Time dependence
- Prospettive future

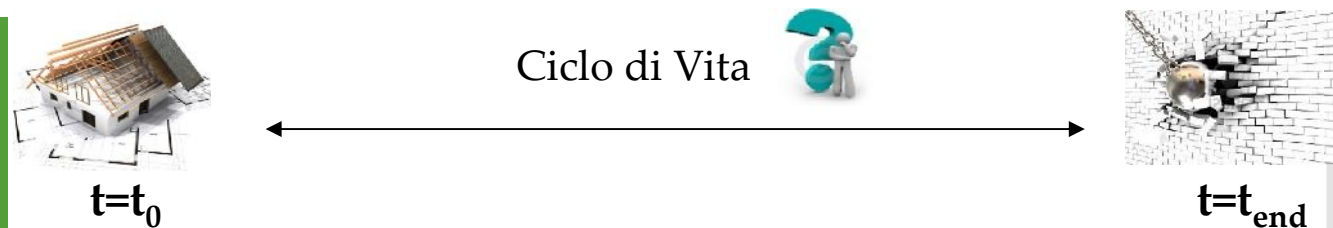
- Life Cycle Cost (LCC)
- Life Cycle Analysis (LCA)
- Social Life Cycle Assessment (S-LCA)



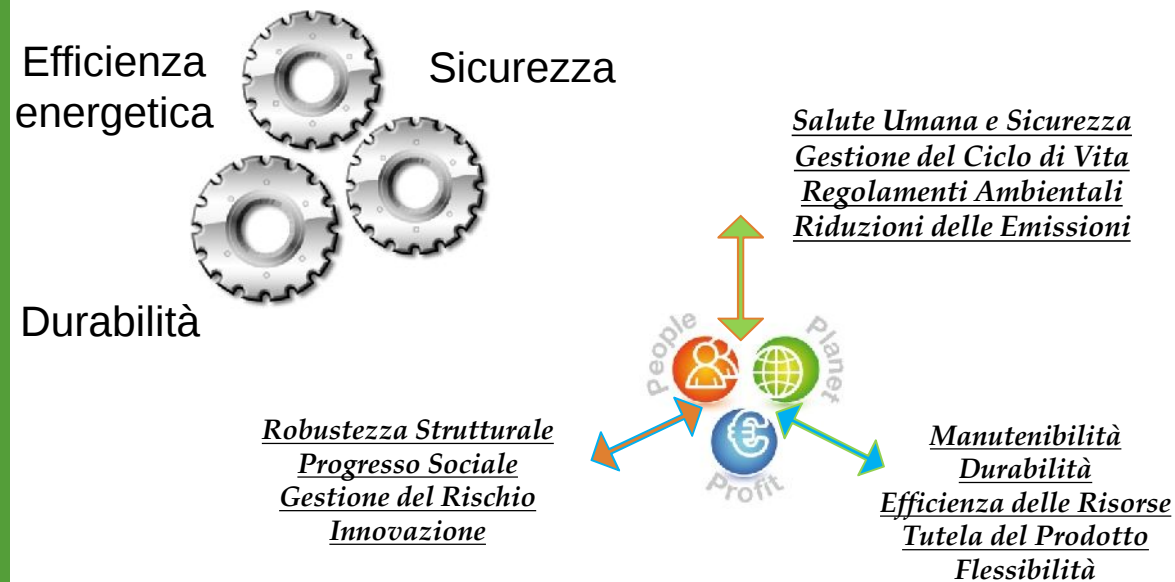


Obiettivi della Sostenibilità nel settore delle costruzioni

Sostenibilità del costruito urbano: valutare e fare



Lo sviluppo sostenibile del costruito urbano va perseguito integrando **requisiti di sostenibilità ambientale, sociale ed economica**



Contesto Normativo

Direttiva Europea (Regolamento (UE) n. 305/2011) ALLEGATO I – Requisiti di base delle opere di costruzione

4.4.2011

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 88/33

ALLEGATO I

REQUISITI DI BASE DELLE OPERE DI COSTRUZIONE

Le opere di costruzione, nel complesso e nelle loro singole parti, devono essere adatte all'uso cui sono destinate, tenendo conto in particolare della salute e della sicurezza delle persone interessate durante l'intero ciclo di vita delle opere. Fatta salva l'ordinaria manutenzione, le opere di costruzione devono soddisfare i presenti requisiti di base delle opere di costruzione per una durata di servizio economicamente adeguata.

1. Resistenza meccanica e stabilità

Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo che i carichi cui possono essere sottoposti durante la realizzazione e l'uso non provochino:

- a) il crollo, totale o parziale, della costruzione;
- b) gravi ed inammissibili deformazioni;
- c) danni ad altre parti delle opere di costruzione, o a impianti principali o accessori, in seguito a una grave deformazione degli elementi portanti;
- d) danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.

2. Sicurezza in caso di incendio

Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo che, in caso di incendio:

- a) la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- b) la generazione e la propagazione del fuoco e del fumo al loro interno siano limitate;
- c) la propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine sia limitata;
- d) gli occupanti possano abbandonare le opere di costruzione o essere soccorsi in altro modo;
- e) si tenga conto della sicurezza delle squadre di soccorso.

Contesto Normativo

Direttiva Europea (Regolamento (UE) n. 305/2011) ALLEGATO I – Requisiti di base delle opere di costruzione

3. Igiene, salute e ambiente

Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo da non rappresentare, durante il loro intero ciclo di vita, una minaccia per l'igiene o la salute e la sicurezza dei lavoratori, degli occupanti o dei vicini e da non esercitare un impatto eccessivo, per tutto il loro ciclo di vita, sulla qualità dell'ambiente o sul clima, durante la loro costruzione, uso e demolizione, in particolare a causa di uno dei seguenti eventi:

- a) sviluppo di gas tossici;
- b) emissione di sostanze pericolose, composti organici volatili (VOC), gas a effetto serra o particolato pericoloso nell'aria interna o esterna;
- c) emissioni di radiazioni pericolose;
- d) dispersione di sostanze pericolose nelle falde acquifere, nelle acque marine, nelle acque di superficie o nel suolo;
- e) dispersione di sostanze pericolose o di sostanze aventi un impatto negativo sull'acqua potabile;
- f) scarico scorretto di acque reflue, emissione di gas di combustione o scorretta eliminazione di rifiuti solidi o liquidi;
- g) umidità in parti o sulle superfici delle opere di costruzione.

Contesto Normativo

Direttiva Europea (Regolamento (UE) n. 305/2011) ALLEGATO I – Requisiti di base delle opere di costruzione

6. Risparmio energetico e ritenzione del calore

Le opere di costruzione e i relativi impianti di riscaldamento, raffreddamento, illuminazione e aerazione devono essere concepiti e realizzati in modo che il consumo di energia richiesto durante l'uso sia moderato, tenuto conto degli occupanti e delle condizioni climatiche del luogo. Le opere di costruzione devono inoltre essere efficienti sotto il profilo energetico e durante la loro costruzione e demolizione deve essere utilizzata quanta meno energia possibile.

7. Uso sostenibile delle risorse naturali

Le opere di costruzione devono essere concepite, realizzate e demolite in modo che l'uso delle risorse naturali sia sostenibile e garantisca in particolare quanto segue:

- a) il riutilizzo o la riciclabilità delle opere di costruzione, dei loro materiali e delle loro parti dopo la demolizione;
- b) la durabilità delle opere di costruzione;
- c) l'uso, nelle opere di costruzione, di materie prime e secondarie ecologicamente compatibili.

Contesto Normativo

Nuovo Codice degli Appalti

decreto legislativo 50/2016

recante disposizioni per l'attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto...

Art. 95

(Criteri di aggiudicazione dell'appalto)

6. I documenti di gara stabiliscono i criteri di aggiudicazione dell'offerta, pertinenti alla natura, all'oggetto e alle caratteristiche del contratto. I criteri di aggiudicazione sono considerati connessi all'oggetto dell'appalto ove riguardino lavori, forniture o servizi da fornire nell'ambito di tale appalto sotto qualsiasi aspetto e in qualsiasi fase del loro ciclo di vita, anche se non parte del contenuto sostanziale. In particolare, l'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, è valutata sulla base di criteri oggettivi, quali gli aspetti qualitativi, ambientali e/o sociali, connessi all'oggetto dell'appalto. Nell'ambito di tali criteri possono rientrare:

a) la qualità, che comprende pregio tecnico, caratteristiche estetiche e funzionali, accessibilità per le persone con disabilità, progettazione adeguata per tutti gli utenti, rating di legalità, certificazioni e attestazioni in materia di sicurezza e salute dei lavoratori, quali OSHAS 18001, caratteristiche sociali, ambientali, contenimento dei consumi energetici e delle risorse ambientali dell'opera o del prodotto, caratteristiche innovative, commercializzazione e relative condizioni;

b) il possesso di un marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) in relazione ai beni o servizi oggetto del contratto, in misura pari o superiore al 30 per cento del valore delle forniture o prestazioni oggetto del contratto stesso;

c) il costo di utilizzazione e manutenzione avuto anche riguardo ai consumi di energia e delle risorse naturali, alle emissioni inquinanti e ai costi complessivi, inclusi quelli esterni e di mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici, riferiti all'intero ciclo di vita dell'opera, bene o servizio, con l'obiettivo strategico di un uso più efficiente delle risorse e di un'economia circolare che promuova ambiente e occupazione

d) la compensazione delle emissioni di gas ad effetto serra associate alle attività dell'azienda calcolate secondo i metodi stabiliti in base alla raccomandazione n. 2013/179/UE della Commissione del 9 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti e delle organizzazioni

e) l'organizzazione, le qualifiche e l'esperienza del personale effettivamente utilizzato nell'appalto, qualora la qualità del personale incaricato possa avere un'influenza significativa sul livello dell'esecuzione dell'appalto;

f) il servizio successivo alla vendita e assistenza tecnica;

g) le condizioni di consegna quali la data di consegna, il processo di consegna e il termine di consegna o di esecuzione.



I metodi per la valutazione della sostenibilità

LCC- Life Cycle Costing (ISO 15686/5-2008)

I metodi per la
valutazione
della
sostenibilità

L'analisi LCC permette di analizzare e valutare gli aspetti economici di un prodotto (bene o servizio) lungo tutto il ciclo di vita

L'LCC prevede, infatti, la quantificazione di tutti i costi (diretti ed indiretti) associati ad un prodotto durante il suo ciclo di vita, dalla fase di realizzazione alla fase di dismissione.



Valutazione di Impatto economico

I metodi per la valutazione della sostenibilità

SLCA- Social Life Cycle Assessment (UNEP/SETAC- 2009)

L'analisi SLCA permette di analizzare e valutare gli aspetti sociali generati da un prodotto lungo tutto il ciclo di vita *sull'uomo e sulla società*.



I metodi per la valutazione della sostenibilità

LCA- Life Cycle Assessment (ISO 14040/44- 2006)

L'analisi LCA permette di analizzare e valutare le implicazioni ambientali di prodotti (bene o servizio) lungo tutto il ciclo di vita, comprendendo quindi l'estrazione e la lavorazione delle materie prime, la fase di fabbricazione del prodotto, il trasporto e la distribuzione, l'utilizzo e l'eventuale riutilizzo del prodotto o delle sue parti, la raccolta, lo stoccaggio, il recupero e lo smaltimento finale dei relativi rifiuti.

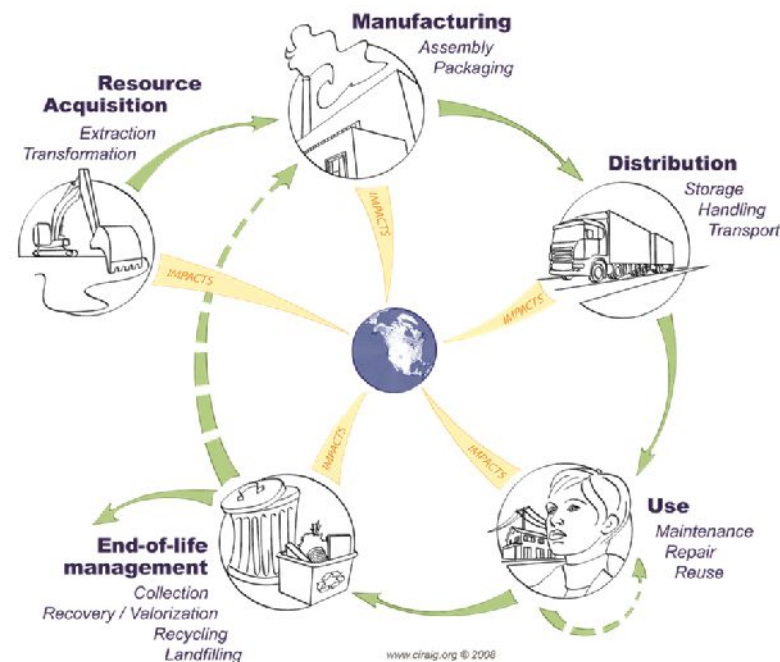


Valutazione di Impatto ambientale

I metodi per la valutazione della sostenibilità

LCA- Life Cycle Assessment (ISO 14040/44- 2006)

La LCA è un metodo di valutazione e di decision-making per identificare/quantificare i carichi ambientali e valutare le conseguenze ambientali di un prodotto, un processo o un servizio durante il suo ciclo di vita, "from cradle to grave"



Le fasi della LCA

Definizione
degli obiettivi

Analisi di
inventario
(LCI)

Valutazione
degli impatti
(LCIA)

Obiettivi
Confini del sistema
Ipotesi di calcolo
Metodi di calcolo

Inventory

Energia

MP

Acqua, ecc.

Inputs

Estrazione
delle materie
prime
Produzione
Assemblaggio
Trasporto e
distribuzione
Uso
Fine Vita

Impatti

Climate
changes
Ozone depletion
Acidification
Eutrophication
Smog
formation
Land use
Etc.

Outputs

Interpretazione

ISO standards

specifically designed for
LCA application: **14040**
series

✓ISO **14040**: Principles
and framework

✓ISO/DIS **14044**: Requisiti
e Linee Guida



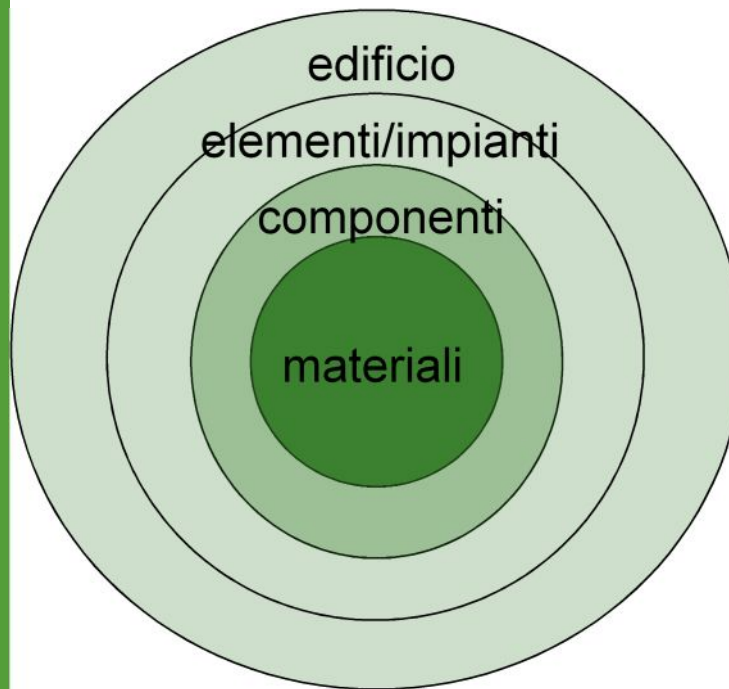
I metodi per la valutazione della sostenibilità

Le certificazioni ambientali nel settore delle costruzioni

Il ruolo della certificazione

I metodi per la
valutazione
della
sostenibilità:

Le certificazioni
ambientali nel
settore delle
costruzioni



Marchi e
certificazioni
di prodotto

Requisiti
normativi
di sistema

Certificazioni
di edificio
LEED,
ITACA, ecc.

Dipendenza da caratteristiche locali

Analisi Metodologie Di Valutazione Della Sostenibilità Nel Settore Delle Costruzioni

**I metodi per la
valutazione
della
sostenibilità:**

**Le certificazioni
ambientali nel
settore delle
costruzioni**

Gli strumenti disponibili per la VALUTAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ :

1. **Etichette, valutazioni e certificati di edifici:** valutazione costruzione per quanto riguarda gli aspetti ecologici, economici e sociali (LEED, BREEAM, DGNB);
2. **Dichiarazione di prodotto:** (EPD, ECOLABEL);
3. **Certificati Energetici:** descrizione e valutazione dell'efficienza energetica degli edifici, i.e. Energieausweis (Germania), Energy Performance Certificatem (Gran Bretagna);
4. **Pianificazione olistica e strumenti di valutazione:** strumenti interattivi di supporto al processo decisionale, ad esempio per il calcolo dei costi del ciclo di vita e degli eco-bilanci, quali LEGEP, Gabi Bauloop, **Invest 2**, **Eco-Quantum**, **Athena Impact Estimator for Buildings**, **BEES**, **Simapro**;

Analisi Metodologie Di Valutazione Della Sostenibilità Nel Settore Delle Costruzioni



64 metodi Europei

37 Metodi di Valutazione EXTRAEUROPEI

**I metodi per la valutazione
della sostenibilità
Il Protocollo LEED**

I metodi per la valutazione della sostenibilità:

Il Protocollo LEED



È lo standard mondiale più diffuso e riconosciuto perché:

- Indagini sociologiche dimostrano che le buone pratiche costruttive che caratterizzano i cantieri LEED hanno un impatto positivo sulla popolazione, sia nei confronti dell'appaltatore che nei confronti della committenza
- Il livello di sostenibilità raggiunto è comunicabile grazie alla targa da apporre all'esterno dell'edificio



Struttura dei sistemi di certificazione

Esempio di Rating System



LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation
Project Checklist

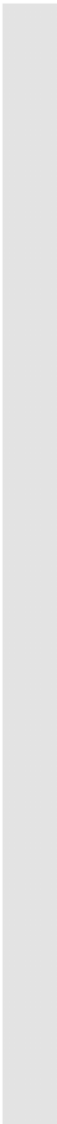
Project Name:
Date:

Y	?	N	Credit	Integrative Process	1
0	0	0	Location and Transportation <td>16</td>	16	
			Credit: LEED for Neighborhood Development Location	16	
			Credit: Sensitive Land Protection	1	
			Credit: High Priority Site	2	
			Credit: Surrounding Density and Diverse Uses	5	
			Credit: Access to Quality Transit	5	
			Credit: Bicycle Facilities	1	
			Credit: Reduced Parking Footprint	1	
			Credit: Green Vehicles	1	
0	0	0	Sustainable Sites <td>10</td>	10	
Y			Prereq: Construction Activity Pollution Prevention	Required	
			Credit: Site Assessment	1	
			Credit: Site Development - Protect or Restore Habitat	2	
			Credit: Open Space	1	
			Credit: Rainwater Management	3	
			Credit: Heat Island Reduction	2	
			Credit: Light Pollution Reduction	1	
0	0	0	Water Efficiency <td>11</td>	11	
Y			Prereq: Outdoor Water Use Reduction	Required	
Y			Prereq: Indoor Water Use Reduction	Required	
Y			Prereq: Building-Level Water Metering	Required	
			Credit: Outdoor Water Use Reduction	2	
			Credit: Indoor Water Use Reduction	5	
			Credit: Cooling Tower Water Use	2	
			Credit: Water Metering	1	
0	0	0	Energy and Atmosphere <td>33</td>	33	
Y			Prereq: Fundamental Commissioning and Verification	Required	
Y			Prereq: Minimum Energy Performance	Required	
Y			Prereq: Building-Level Energy Metering	Required	
Y			Prereq: Fundamental Refrigerant Management	Required	
			Credit: Enhanced Commissioning	6	
			Credit: Optimize Energy Performance	10	
			Credit: Advanced Energy Metering	1	
			Credit: Demand Response	2	
			Credit: Renewable Energy Production	3	
			Credit: Enhanced Refrigerant Management	1	
			Credit: Green Power and Carbon Offsets	2	
0	0	0	Materials and Resources <td>13</td>	13	
Y			Prereq: Storage and Collection of Recyclables	Required	
Y			Prereq: Construction and Demolition Waste Management Planning	Required	
			Credit: Building Life-Cycle Impact Reduction	5	
			Credit: Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations	2	
			Credit: Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials	2	
			Credit: Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients	2	
			Credit: Construction and Demolition Waste Management	2	
0	0	0	Indoor Environmental Quality <td>15</td>	15	
Y			Prereq: Minimum Indoor Air Quality Performance	Required	
Y			Prereq: Environmental Tobacco Smoke Control	Required	
			Credit: Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2	
			Credit: Low-Emitting Materials	3	
			Credit: Construction Indoor Air Quality Management Plan	1	
			Credit: Indoor Air Quality Assessment	2	
			Credit: Thermal Comfort	1	
			Credit: Interior Lighting	2	
			Credit: Daylight	3	
			Credit: Quality Views	1	
			Credit: Acoustic Performance	1	
0	0	0	Innovation <td>6</td>	6	
			Credit: Innovation	5	
			Credit: LEED Accredited Professional	1	
0	0	0	Regional Priority <td>4</td>	4	
			Credit: Regional Priority: Specific Credit	1	
			Credit: Regional Priority: Specific Credit	1	
			Credit: Regional Priority: Specific Credit	1	
			Credit: Regional Priority: Specific Credit	1	
0	0	0	TOTALS	Possible Points: 110	
Certified: 40 to 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 79 points, Platinum: 80 to 110					

I metodi per la
valutazione
della
sostenibilità:

Il Protocollo
LEED





Life-Cycle Assessment: Il software SimaPro

Il software SimaPro

- ✓ Collezionare, analizzare e monitorare le performance ambientali dei prodotti/servizi nel loro ciclo di vita
- ✓ I prodotti sono definiti nella ASSEMBLY: lista di materiali e processi produttivi, inclusi i trasporti



Il software SimaPro

✓ Struttura del programma

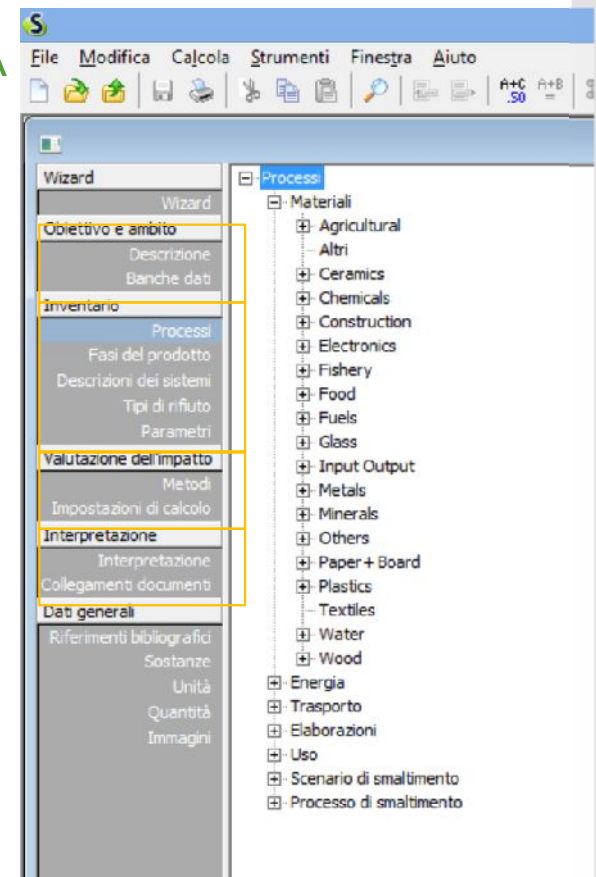
- Organizzazione per fasi di LCA

Goal and Scope

Inventory

Impact Assessment

Interpretation



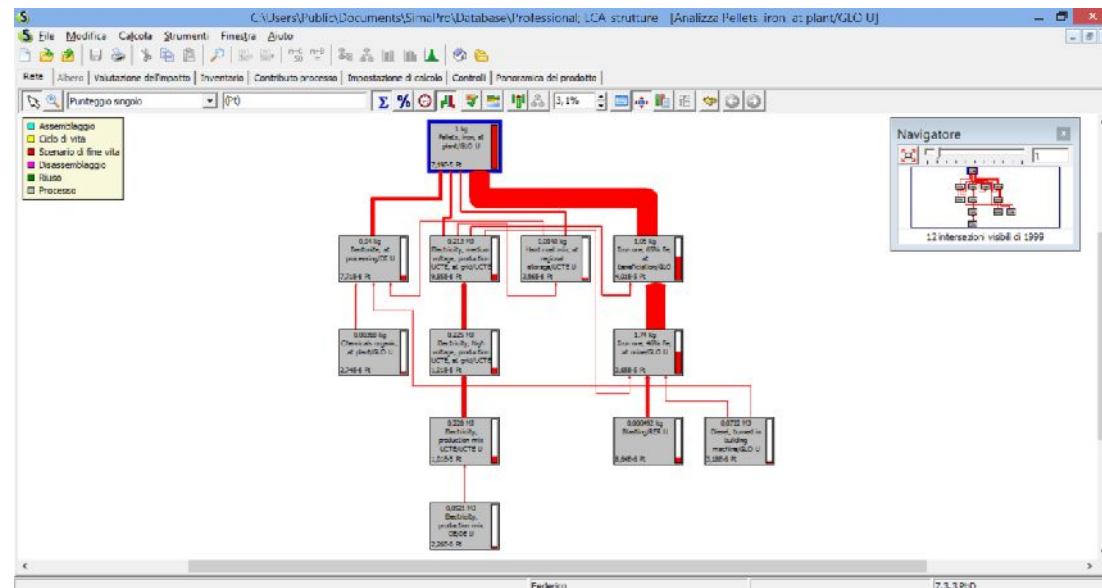
✓ Struttura del programma

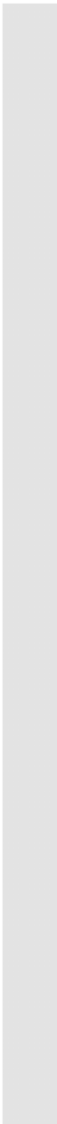
CALCOLO, ANALISI E INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI:

RETE ED ALBERI

Reti ed alberi mostrano le relazioni tra i processi e gli assemblaggi (esempio processo per realizzare i pellet di materiali ferrosi, fase necessaria per produrre la ghisa in altoforno)

Il software SimaPro





Integrazione del Life-Cycle Assessment nel Building Information Modeling

Integrazione del Life-Cycle Assessment nel Building Information Modeling

Informazioni sui
materiali, sulle tecniche
costruttive, sui consumi
energetici, sui trasporti

LCA

Informazioni sui costi,
sui volumi, sulle masse,
sulle caratteristiche
intrinseche dei materiali

BIM

Approccio Metodologico

EDIFICIO

Opzioni

1

2

3

4

Environmental Optimization

Consumo di risorse
Energia inglobata
CO₂ inglobata



Approcci di integrazione LCA+BIM

CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici
progettati in

- calcestruzzo armato
- acciaio
- legno lamellare

Obiettivi del lavoro

1. Scelta dell'edificio modello in termini di: caratteristiche architettoniche, carichi applicati, caratteristiche strutturali
2. Progettazione e verifica degli edifici
3. Valutazione dell'impatto ambientale di ogni edificio

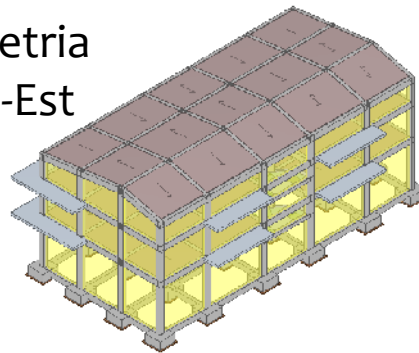
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

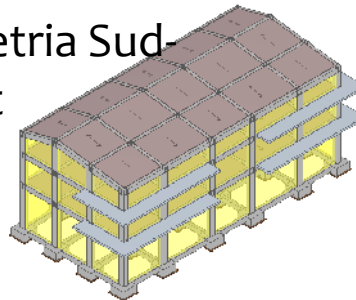
Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Edificio in C.A.

Isometria
Nord-Est



Isometria Sud-Ovest



Calcestruzzo	C25/30
Acciaio	B450C
Pilastri	30x50 cm ² ad esclusione del pil n°21 40x60 (verifica al taglio ultimo non soddisfatta)
Travi	30x50 cm ²
Solai calpestabili	Latero-cementizi h=22cm (soletta s=4cm) Strati di pavimento, sottofondo di allettamento e intonaco inferiore
Solai di copertura	Latero cementizi h=22cm. Strati di manto di copertura, impermeabilizzazione e intonaco inferiore
Balconi	Latero-cementizi, h=22cm. Strati di pavimento, sottofondo di allettamento, intonaco inferiore e impermeabilizzazione
Tamponatura	Doppia foderia s=30cm
Scala	Travi a ginocchio e gradini a sbalzo 35x50 cm ²
Plinti di fondazione	1,20x1,20x0,50 m ³
Travi di collegamento	Clc armato 30x50 cm ²

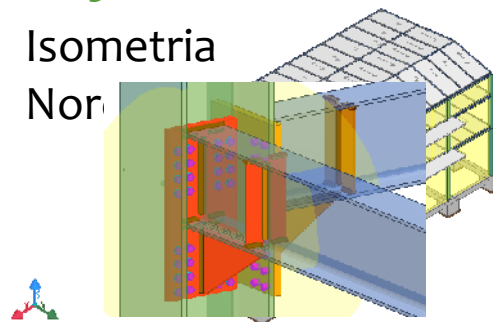
CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Edificio in acciaio

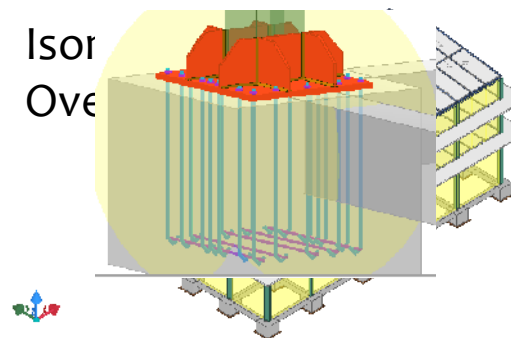
Isometria

Nor



Isor

Ove



Acciaio	S275
Pilastri	HEA320
Travi principali	IPE270
Travi secondarie	IPE200 ad interasse 1,50 m
Solai calpestabili	Misti acciaio-clt, lamiera grecata S235 tipo A557P600 HI-BOND e soletta in c.a. collaborante di spessore $s=6,5\text{cm}$. $h_{\text{tot}}=12\text{cm}$. Strati di pavimento, sottofondo di allettamento e controsoffittatura.
Solai di copertura	Misti acciaio-clt, lamiera grecata S235 tipo A557P600 HI-BOND e soletta in c.a. collaborante di spessore $s=6,5\text{cm}$. $h_{\text{tot}}=12\text{cm}$. Strati di manto di copertura, coibentazione e impermeabilizzazione
Balconi	Lamiera grecata in acciaio S235 e calcestruzzo collaborante, $h_{\text{tot}}=12\text{cm}$.
Collegamenti (computo di piastre)	Giunti flangiati trave-colonna e trave principale-secondaria. Tirafondi di collegamento pilastro-fondazione
Scala	Travi inclinate IPE300 con scalini doppiamente incastrati in lamiera stirata
Plinti di fondazione	$1,20 \times 1,20 \times 1,00 \text{ m}^3$
Travi di collegamento	Clt armato $30 \times 50 \text{ cm}^2$

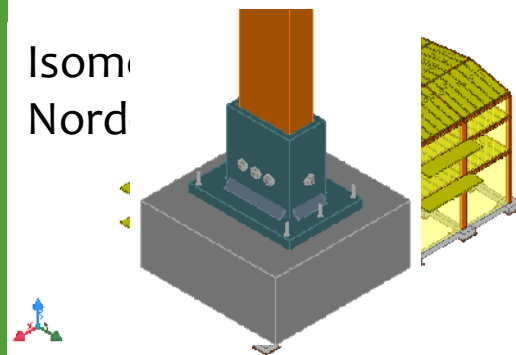
Approcci di integrazione LCA+BIM CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Edificio in legno

Isom Nord



Isom Ovest



Legno	Legno lamellare di conifera (abete bianco) omogeneo LL GL32h
Pilastrì	20x44 cm ²
Travi	16x36 cm ²
Solai calpestabili	Pavimento, sottofondo di allettamento, assito in conifera di spessore s=3,5cm, caldana di spessore s=4cm. Travi poste ad interasse 80cm
Solai di copertura	Assito, travi poste ad interasse 80cm, manto di tegole, coibentazione e impermeabilizzazione
Balconi	Orditura secondaria e tavolato in legno, pavimento, sottofondo di allettamento e impermeabilizzazione
Collegamenti pilastrì-fondazione	Piastra di base in acciaio S275 collegata al plinto con ancoraggi in acciaio S275. Bicchieri in acciaio S275 collegato al pilastrì con connettori
Collegamenti trave-pilastrì	Barre incollate in acciaio S275
Scala	Travi oblique 20x44 con scalini doppiamente incastrati in legno lamellare 30x20
Plinti di fondazione	1,20x1,20x0,50 m ³
Travi di collegamento	Clas armato 30x50 cm ²

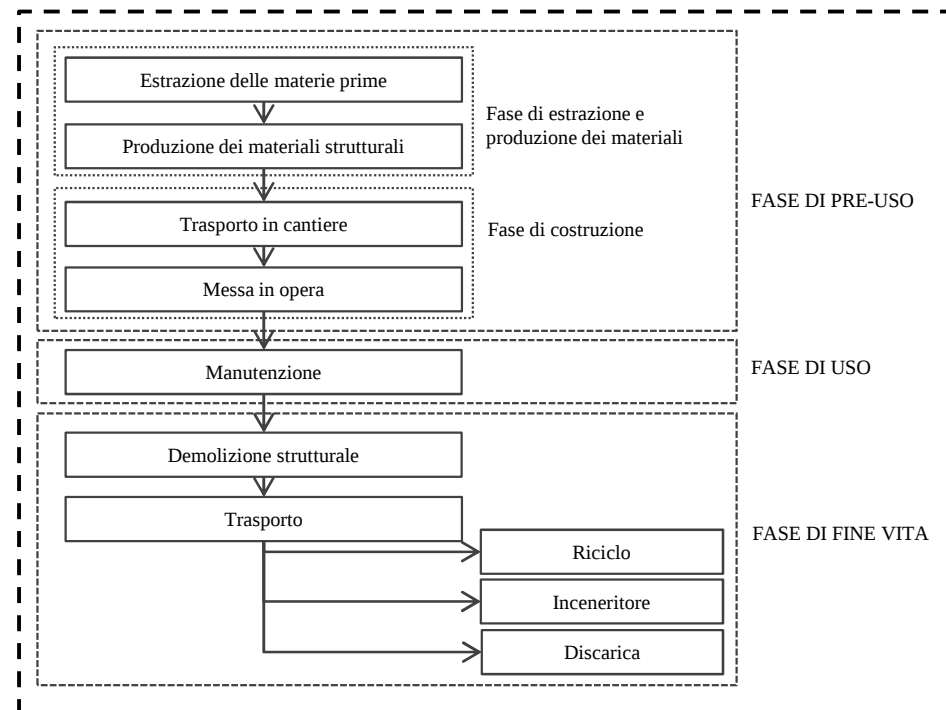
CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Goal&Scope Definition:

1.UNITA' FUNZIONALE: L'EDIFICIO (Gli impatti stimati riguardano i materiali e i processi necessari per realizzare UNA STRUTTURA INTELAIATA in c.a., in acciaio o in legno lamellare che, per i 50 anni di vita utile, garantisca ben determinate proprietà strutturali)

2. CONFINI DEL SISTEMA



CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di estrazione e produzione dei materiali

Struttura in C.A.

Materiale	Materiale Ecoinvent	Quantità	Unità di misura
CALCESTRUZZO C25/30	Concrete, normal, at plant/CH U - Italia2	251,01	[m³]
ACCIAIO B450C	Reinforcing steel, at plant/RER U	28186,57	[kg]
LATERIZI	Brick, at plant/RER U	85363,2	[kg]

- Voci del trasporto su rotaia e su nave eliminate
- Voci del riscaldamento impianti modificate
- Scheda del cemento Portland modificata a partire dai dati medi dei cementifici italiani

Struttura in Acciaio

Materiale	Materiale Ecoinvent	Quantità	Unità di misura
ACCIAIO S275	Steel, low-alloyed, at plant/RER U	73714,75	[kg]
ACCIAIO S235	Steel, low-alloyed, at plant/RER U	550,4	[kg]
CALCESTRUZZO C25/30	Concrete, normal, at plant/CH U - Italia2	118,07	[m³]
ACCIAIO B450C	Reinforcing steel, at plant/RER U	10547,93	[kg]
ZINCATURA A CALDO	Zinc coating, pieces/RER U	830	[m²]
VERNICIATURA A POLVERE	Powder coating, steel/RER U	830	[m²]

- 37% di acciaio riciclato (proveniente dalla fusione elettrica)
- Protezione da corrosione galvanica
- 63% di acciaio di nuova produzione (proveniente dal processo di trasformazione del ferro in acciaio nel forno ad ossigeno basico BOF)

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di estrazione e produzione dei materiali

Struttura in Legno lamellare

Materiale	Materiale Ecoinvent	Quantità	Unità di misura
LEGNO LAMELLARE GL32h	Glued laminated timber, outdoor use, at plant/RER U	95,55	[m ³]
CALCESTRUZZO C25/30	Concrete, normal, at plant/CH U - Italia2	63,62	[m ³]
ACCIAIO B450C	Reinforcing steel, at plant/RER U	4284,56	[kg]
LEGNO PER SOLAI	Glued laminated timber, outdoor use, at plant/RER U	18551,15	[kg]
ACCIAIO S275	Steel, low-alloyed, at plant/RER U	24611,38	[kg]
ACCIAIO 8,8	Steel, low-alloyed, at plant/RER U	315,35	[kg]
PRESERVANTI DEL LEGNO	Wood preservative, organic salt, Cr-free, at plant/RER S	5655,2	[kg]



- Protezione antitarlo e antimuffa

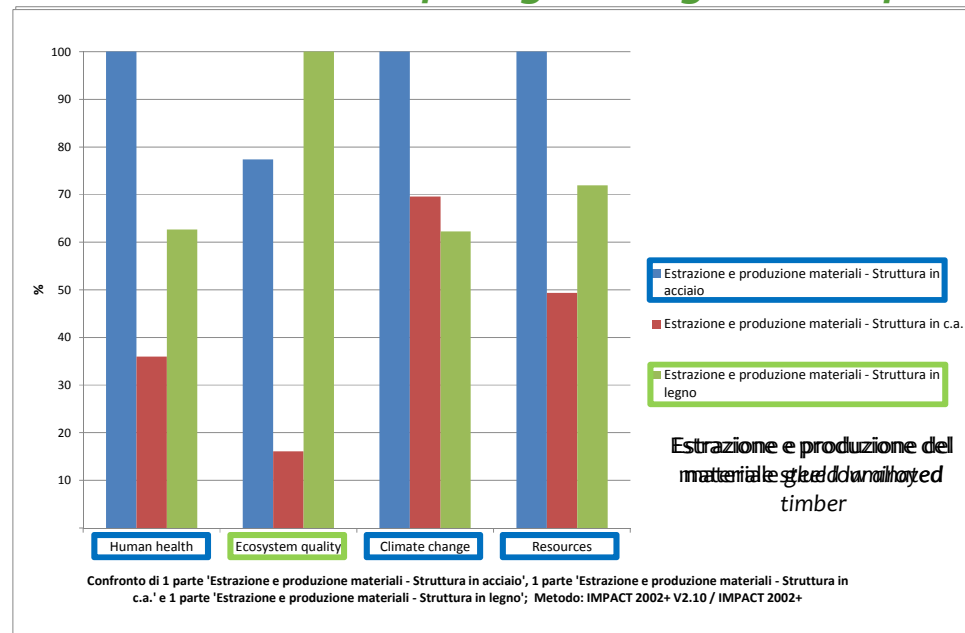
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di estrazione e produzione dei materiali

Valutazione dei danni per ogni categoria di danno
Valutazione dei danni per ogni categoria di impatto



Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di messa in opera:

Costruzione e Trasporto materiali in cantiere

La fase di messa in opera ha un peso minore in termini di impatti ambientali rispetto le altre fasi



VALUTAZIONE DEGLI
IMPATTI/TONNELLATA

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di messa in opera:

Costruzione e Trasporto materiali in cantiere

Struttura	Azienda fornitrice	Comune	Provincia
Acciaio	Riva	Patrica	Frosinone (87,5km da Roma)
	Lucchini	Lovere	Bergamo
	Arvedi	Cremona	Cremona
	Dalmine	Dalmine	Bergamo
	Cogne	Cogne	Aosta
Legno	Rubner holzbaus	Calitri	Avellino (249 km da Roma)
	Holz Albertani	Fontanellato	Parma
	Ravaioli	Villanova di Bagnacavallo	Ravenna
	Compagnia del legno	Vittorio veneto	Treviso
	GR Sistemi Holzindustrie	Tito	Potenza
	Lamellare Service	Vergiate	Varese
C.A.	Calcestruzzo, acciaio da carpenteria e laterizi disponibili nel raggio di 30km		

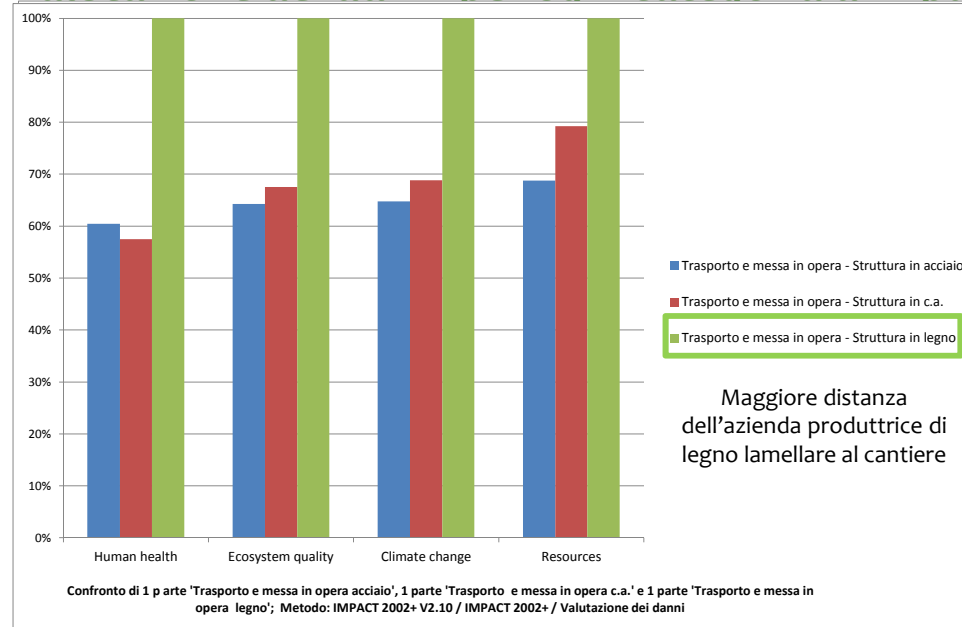
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di messa in opera

Valutazione dei danni per ogni categoria di danno



Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di uso

L'ipotesi di analisi della sola parte strutturale dell'edificio implica che la valutazione degli impatti legati ai consumi possa essere trascurata, perché costante nelle 3 soluzioni

Si considerano 50 anni di vita utile



Si analizza la sola MANUTENZIONE
ORDINARIA

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di uso

Struttura in C.A.

Distacco del copriferro:

Applicazione di prodotti antiruggine sul 5% della superficie degli elementi trave esposti e sul 5% degli elementi pilastro esposti e applicazione di malta cementizia per uno spessore di copriferro di 3 cm

Struttura in acciaio

Corrosione superficiale:

La struttura è stata sottoposta a zincatura a caldo e verniciatura a polvere secondo le UNI EN ISO 14713. Essendo in classe C3 (media aggressività), la EN ISO 12944 stabilisce la perdita dello spessore di zinco.

Codice	Classe di corrosività	Perdita spessore di zinco [µm/anno]
C1	ambiente interno asciutto	≤ 0,1
C2	area rurale esposta nell'entroterra	da 0,1 a 0,7
C3	area entroterra urbana	da 0,7 a 2
C4	area industriale o costiera urbana	da 2 a 4
C5	area industriale con alta umidità o area costiera fronte mare/offshore	da 4 a 8

Manutenzione non necessaria, ma ragionando come per la struttura in c.a. si prevede una minima manutenzione: verniciatura a polvere sul 20% della superficie metallica totale

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di uso

Struttura in legno lamellare

Corrosione superficiale dell'acciaio:

Applicazione di sostanze anticorrosive sulla superficie dei collegamenti trave-pilastro e pilastro-fondazione

Attacco dei raggi UV, dei tarli e delle muffe:

Applicazione annuale di un impregnante per legno a solvente con resina alchidica a lungo olio a forte penetrazione sulle superficie esposte di balconi, travi di colmo e pilastri

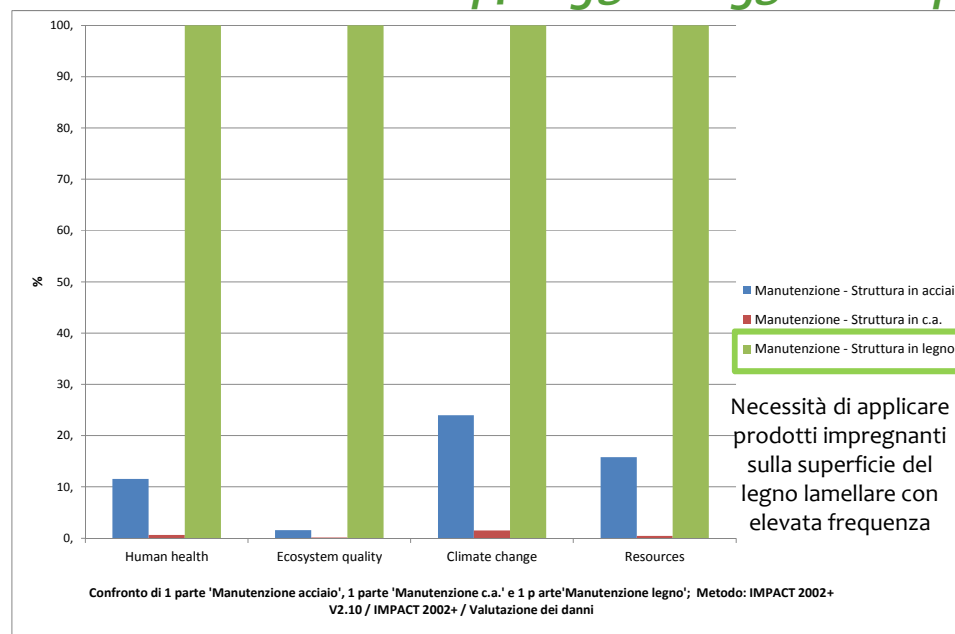
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici
progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno
lamellare

Fase di uso

Valutazione dei danni per ogni categoria di danno



CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

1. Demolizione convenzionale di tipo meccanico
2. Separazione dei materiali in cantiere, carico sugli autocarri e invio a riciclo/inceneritore/discarda secondo percentuali stabilite da enti specializzati

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

Struttura in C.A.

Demolizione

- Escavatore cingolato con martello pneumatico e pinza idraulica per demolizione meccanica e frantumazione inerti
- Pala gommata
- 3 autocarri di capienza 28 m³ che trasportano gli inerti in 17 viaggi
- 1 autocarro di capienza 28 m³ che trasporta acciaio in 1 viaggio
- Getto continuo di acqua per abbattimento polveri

Smaltimento

- Inerti: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ANPAR)
- Acciaio da armatura: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ArcelorMittal)

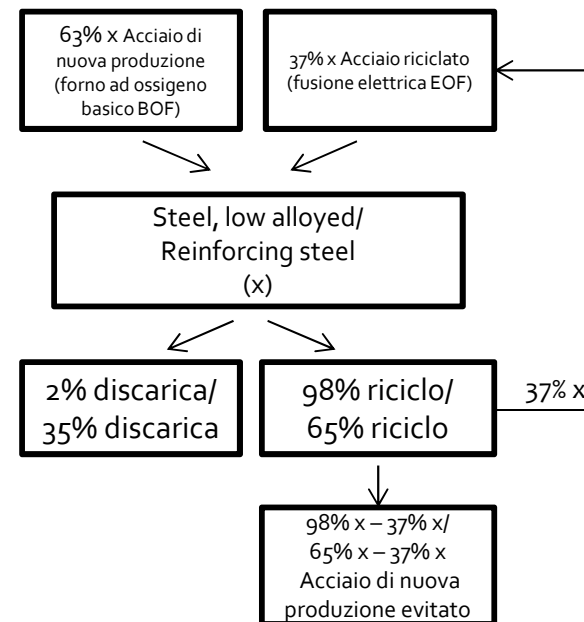
CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

Smaltimento acciaio (Open loop with closed loop recycling procedure ISO 14049:2012)



CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

Struttura in acciaio

Demolizione

- Escavatore cingolato con martello pneumatico e pinza idraulica per demolizione meccanica e frantumazione inerti
- Pala gommata
- 2 autocarri di capienza 28 m³ che trasportano gli inerti in 6 viaggi
- 2 autocarri di capienza 28 m³ che trasportano acciaio in 6 viaggi

Smaltimento

- Inerti: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ANPAR)
- Acciaio da armatura: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ArcelorMittal)
- Acciaio da profilati: 98% va a riciclo, 2% va in discarica (Fonte ArcelorMittal)

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

Struttura in legno

Demolizione

- Escavatore cingolato con martello pneumatico e pinza idraulica per demolizione meccanica e frantumazione inerti
- Pala gommata
- 1 autocarro di capienza 28 m³ che trasporta gli inerti in 3 viaggi
- 1 autocarro di capienza 28 m³ che trasporta acciaio in 1 viaggio
- 2 autocarri di capienza 28 m³ che trasportano legno lamellare in 7 viaggi

Smaltimento

- Inerti: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ANPAR)
- Acciaio da armatura: 65% va a riciclo, 35% va in discarica (Fonte ArcelorMittal)
- Acciaio da profilati: 98% va a riciclo, 2% va in discarica (Fonte ArcelorMittal)
- Legno lamellare: 16% va a riciclo, 4% va all'inceneritore, 80% va in discarica (Fonte TRADA)

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

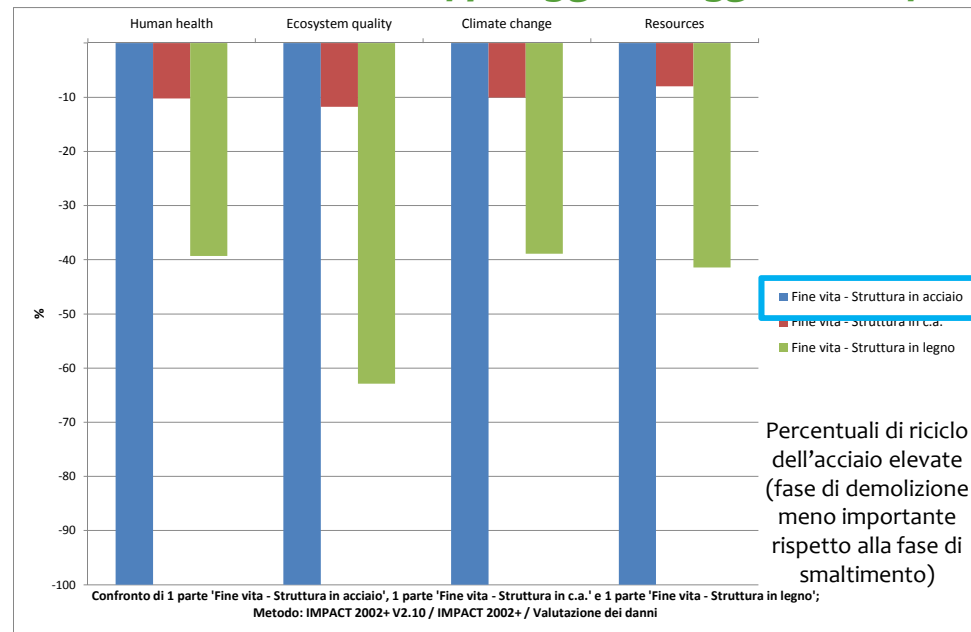
CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

Fase di fine vita:

demolizione della struttura e smaltimento dei materiali

Valutazione del danno per ogni categoria di impatto



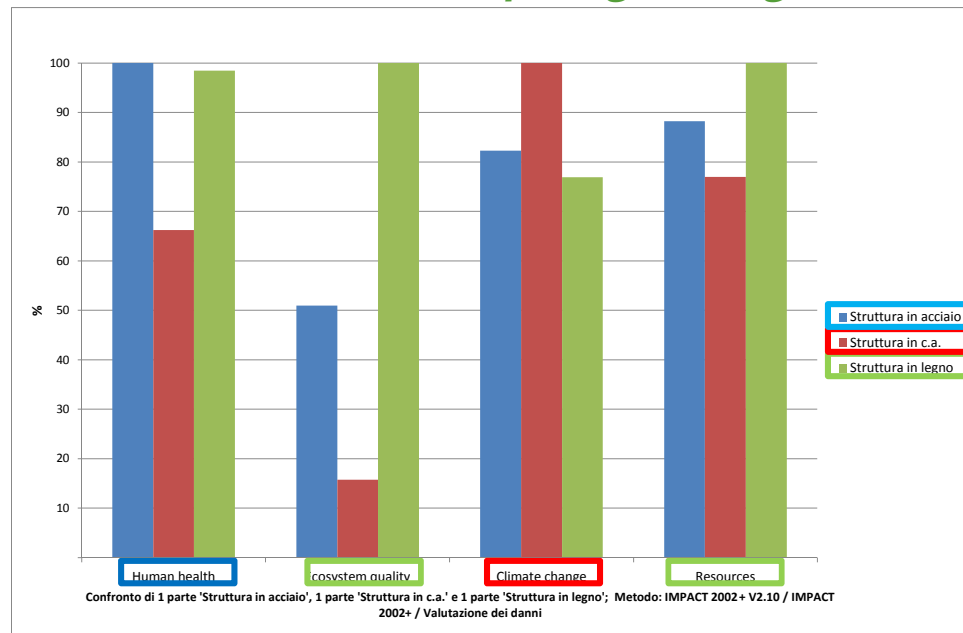
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 1

Confronto tra gli impatti ambientali di tre edifici progettati in calcestruzzo armato, acciaio e legno lamellare

IMPATTI TOTALI

Valutazione dei danni per ogni categoria d'impatto

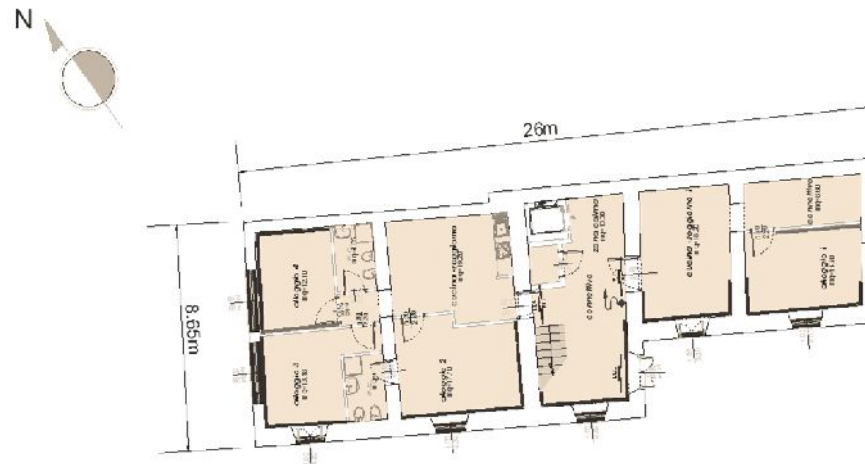


**Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO**

CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale

Si valutano gli impatti ambientali della sostituzione di un solaio di copertura di un edificio in muratura con tre differenti soluzioni, situato nel Comune di Benevento, e relativo rinforzo strutturale delle pareti dell'edificio



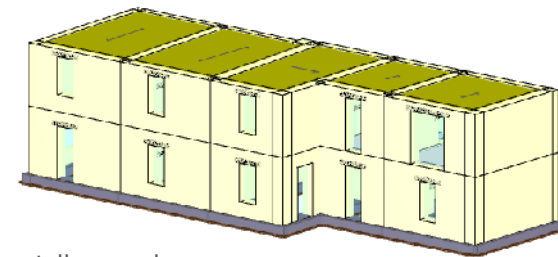
Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASI STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Descrizione edificio

- Destinazione d'uso: civile abitazione
- Localizzazione: Comune di Benevento
- Dimensioni massime in pianta: 26m x 8,65m
- Numero di piani: 2
- Altezza piano terra: 4,05m
- Altezza primo piano: 3,75m
- Tipologia di edificio: edificio in muratura, in tufo giallo napoletano
- Spessori muratura: min 40cm, max 80cm
- Caratteristiche meccaniche muratura: da MADA (ReLUIS)
- Fondazioni: travi rettangolari in C.A.
- Aperture murarie: presenti su tre lati
- Presenza di piattabande per ogni apertura
- Solaio piano terra in acciaio
- Solaio piano copertura in legno **DA SOSTITUIRE**
- Azioni accidentali ed ambientali stabiliti da NTC2008



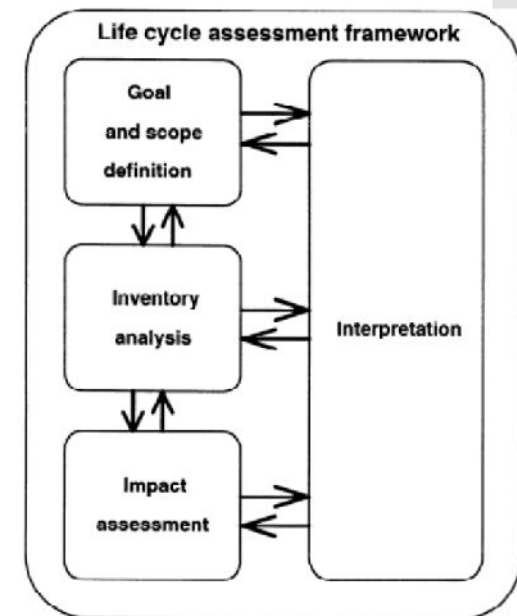
CASI STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

LCA per il caso studio: ISO 14040

In linea con le ISO 14040 e ISO 14044, la procedura di LCA segue le fasi di:

1. definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, in cui si definiscono l'unità funzionale e i confini del sistema;
2. il life-cycle inventory, in cui si individuano e si quantificano gli input e gli output dei prodotti;
3. la valutazione degli impatti, in cui si quantificano gli impatti ambientali generate dal prodotto attraverso le metodologie di LCIA;
4. l'interpretazione dei risultati, in cui si definiscono le conclusioni e le raccomandazioni per perseguire gli obiettivi di LCA.

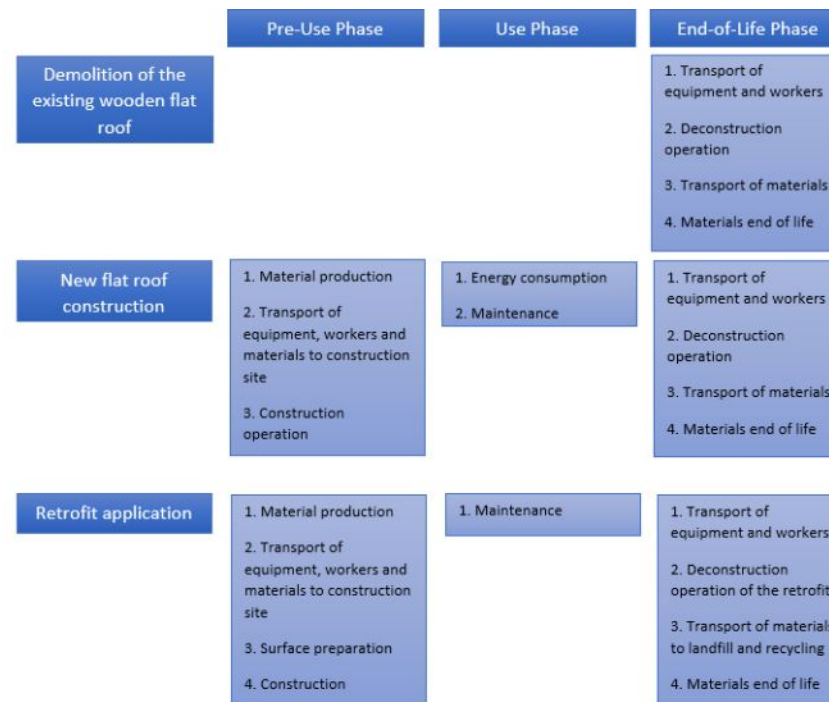


CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 1: Obiettivi e campo di applicazione

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

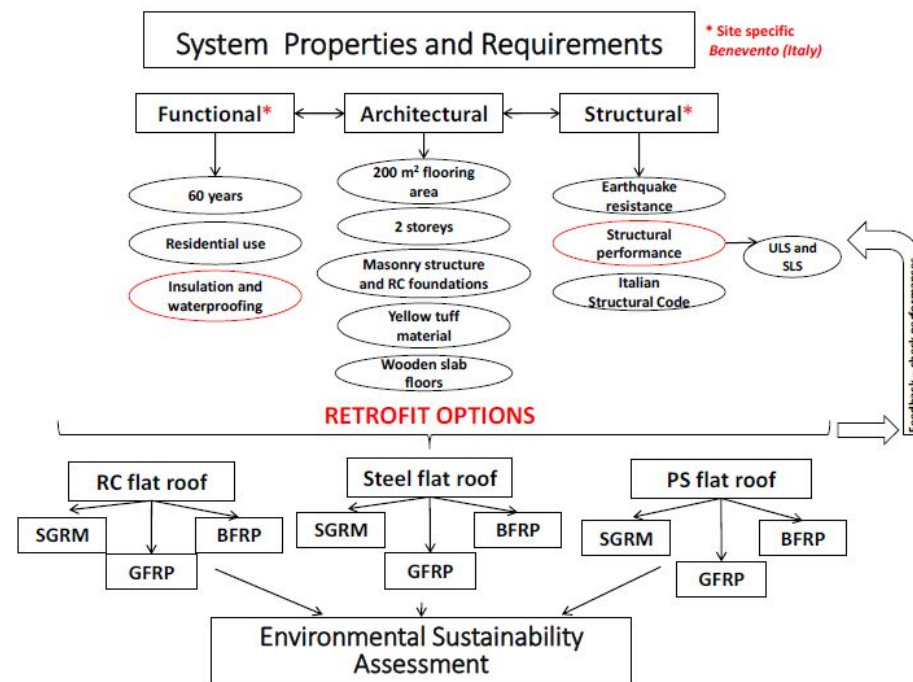


Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 1: Obiettivi e campo di applicazione – Requisiti del sistema



CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 1: Obiettivi e campo di applicazione – Opzioni solaio → stessa trasmittanza termica

Si ipotizzano tre opzioni di sostituzione di solaio: solaio latero cementizio (RC), solaio in acciaio (S) e solaio in polistirene (PS).

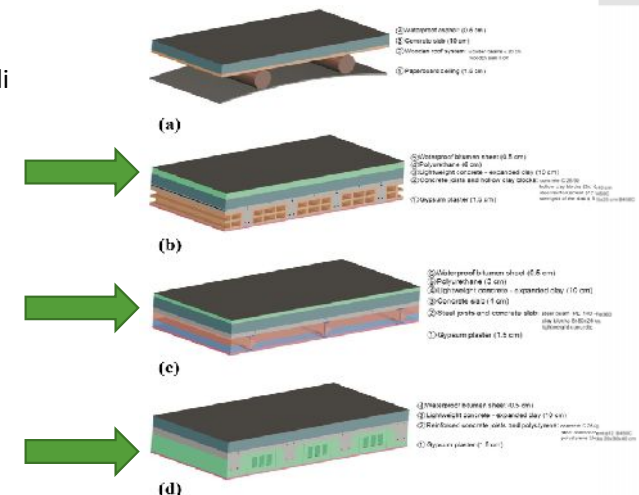
Solaio latero-cementizio (RC): 1,5cm di intonaco; 16cm di laterizio e di travetto in c.a., 4 cm di soletta in c.a., 10 cm di cls alleggerito, 5cm di poliuretano per isolamento termico, 0,5cm di guaina bituminosa per impermeabilizzazione.

Htot = 38cm

Solaio in acciaio (S): 1,5cm di intonaco; travetti IPE 140, 6cm di laterizi, 4 cm di soletta in c.a., 10 cm di cls alleggerito, 3cm di poliuretano per isolamento termico, 0,5cm di guaina bituminosa per impermeabilizzazione.

Htot = 33cm

Solaio in polistirene (PS): 1,5cm di intonaco; 20cm di blocchi in polistirene, 16cm di travetti in c.a., 4 cm di soletta in c.a., 10 cm di cls alleggerito, 0,5cm di guaina bituminosa per impermeabilizzazione. **Htot = 36cm**

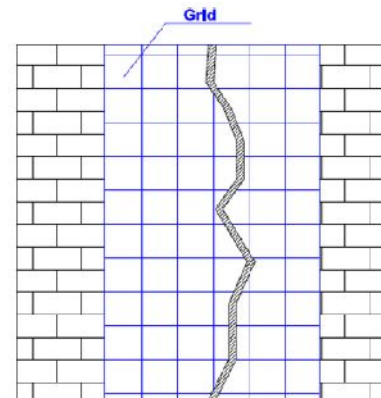


CASI STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 1: Obiettivi e campo di applicazione – Opzioni rinforzo strutturale

Si ipotizzano tre opzioni di rinforzo strutturale: rinforzo in acciaio (S GRM), rinforzo in fibre di vetro (GFRP), rinforzo in fibre di basalto (BFRP)



CASI STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 2: Analisi di inventario (LCI)

La struttura è analizzata in linea con la normativa tecnica NTC2008 e la relativa circolare n°667/2009, variando le tre alternative di solaio e le tre alternative di rinforzo strutturale.

Verifiche dei pannelli murari:

- Verifica a presso-flessione nel piano
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a taglio nel piano
- Verifica a torsione

Combinazioni di carico:

- Combinazione sismica
- Combinazione non sismica
- Combinazione rara
- Combinazione frequente
- Combinazione quasi-permanente



SLU

SLE

Modalità di analisi strutturale: analisi dinamica lineare

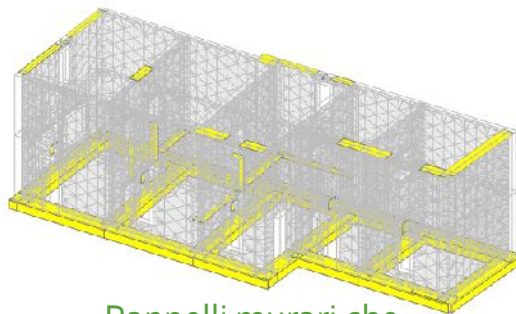
CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

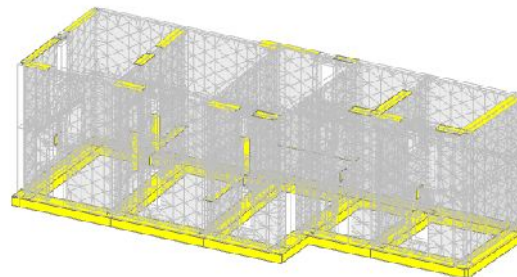
Fase 2: Analisi di inventario (LCI)

La tipologia di solaio e il numero di pannelli da rinforzare sono strettamente interconnessi

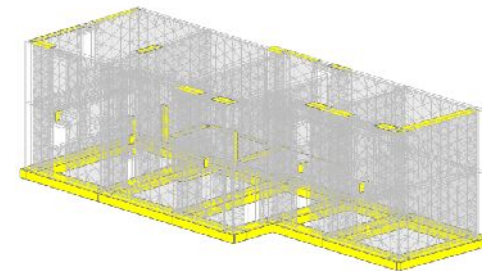
RC flat roof			Steel flat roof			PS flat roof		
S GRM	GFRP	BFRP	S GRM	GFRP	BFRP	S GRM	GFRP	BFRP
[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
205,04	194,46	194,46	232,71	232,71	232,71	211,97	205,22	205,22



Pannelli murari che necessitano di rinforzo dopo la sostituzione del solaio con il solaio in RC



Pannelli murari che necessitano di rinforzo dopo la sostituzione del solaio con il solaio in acciaio



Pannelli murari che necessitano di rinforzo dopo la sostituzione del solaio con il solaio in PC

Approcci di integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla
sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale
correlato

Fase 3: Valutazione degli impatti (LCIA)

Software di calcolo per la valutazione degli impatti:

SimaPro 7.3 Database dei materiali e dei processi:

Ecoinvent

Metodologia di valutazione degli impatti ambientali:

EPD2008

IMPATTI VALUTATI:

Global Warming (GWP₁₀₀), measured in kg CO₂ eq

Ozone Layer Depletion (ODL), measured in kg CFC-11 eq

Photochemical Oxidation, measured in kg C₂H₄ eq

Acidification, measured in kg SO₂ eq

Eutrophication, measured in kg PO₄⁻ eq

Non-renewable, fossil, measured in MJ eq.

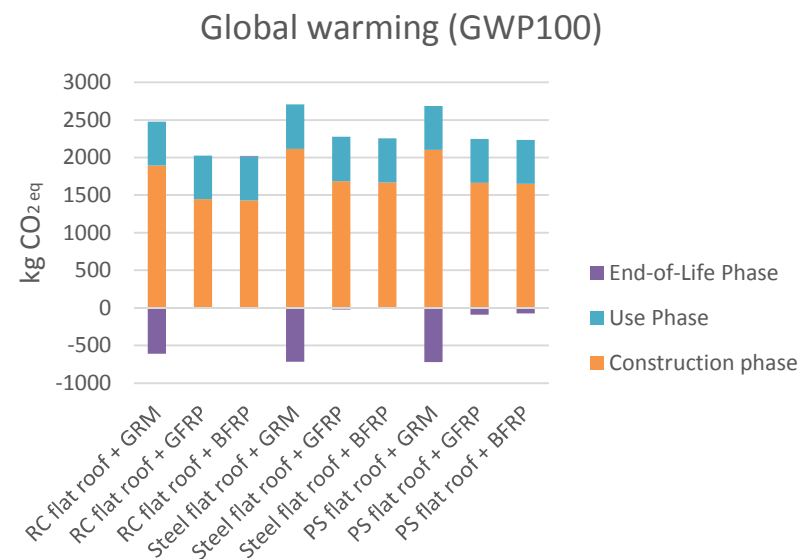
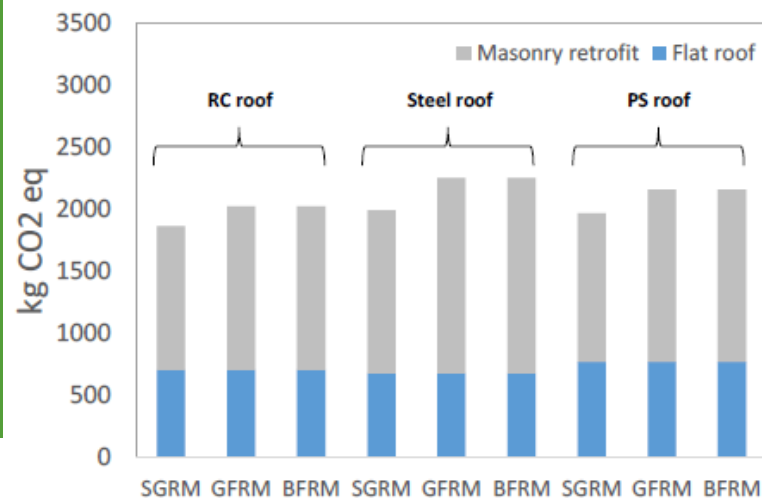
CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 3: Valutazione degli impatti (LCIA)

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

Global Warming (GWP100)



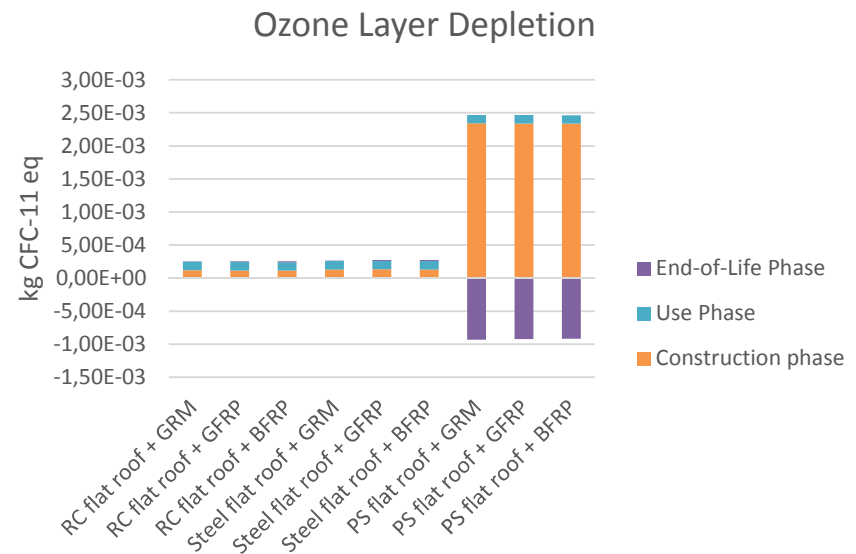
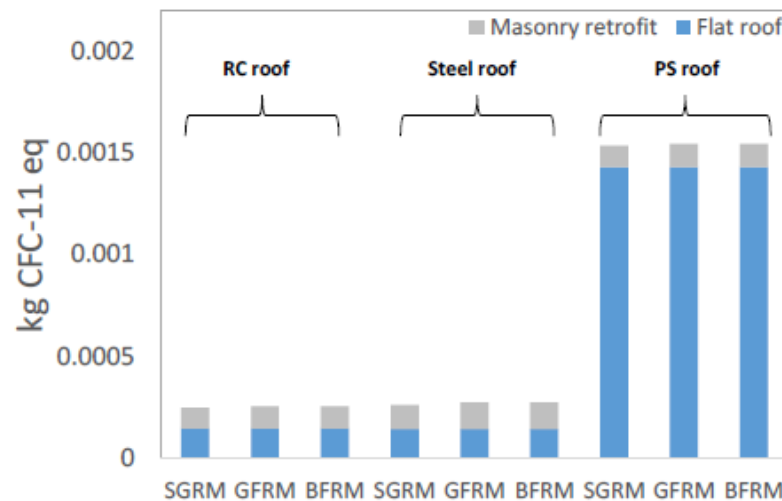
CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 3: Valutazione degli impatti (LCIA)

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

Ozone Layer Depletion (ODL)



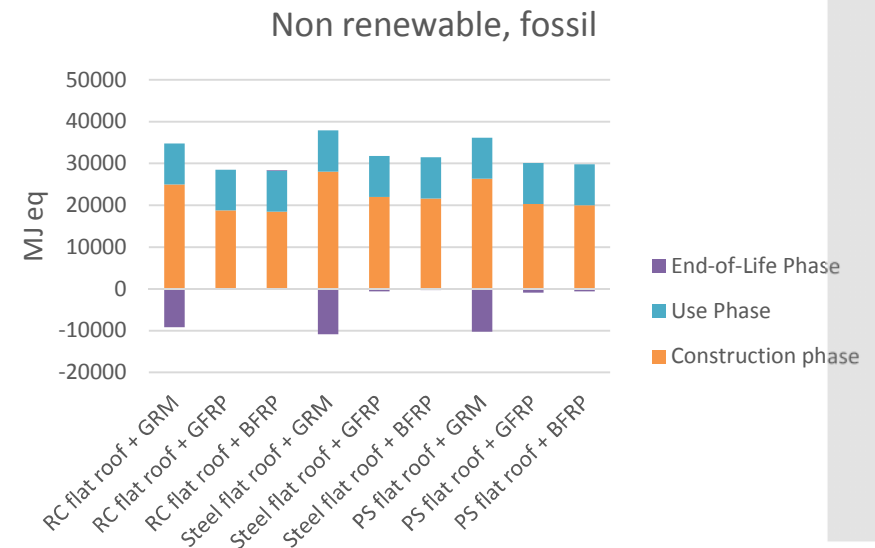
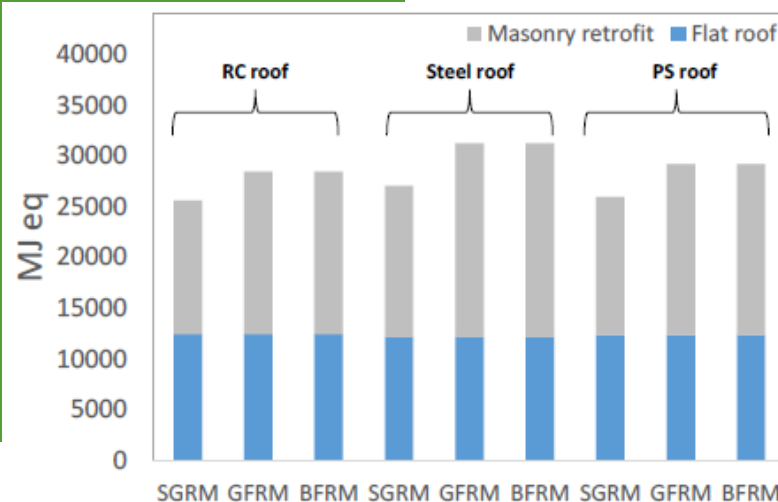
CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 3: Valutazione degli impatti (LCIA)

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

Non-renewable, fossil



CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla
sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale
correlato

Fase 3: Valutazione degli impatti (LCIA)

		IMPATTI MINIMI		IMPATTI MASSIMI	
Global warming (GWP100)	kg CO ₂ eq	1864,654	RC flat roof + SGRM	2251,21	Steel flat roof + GFRP
					Steel flat roof + BFRP
Ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,000248	RC flat roof + SGRM	0,001544	PS flat roof + GFRP
					PS flat roof + BFRP
Non renewable, fossil	MJ eq	25577,63	RC flat roof + SGRM	31199,74	Steel flat roof + GFRP
					Steel flat roof + BFRP

CASO STUDIO 2

Confronto tra gli impatti ambientali generati dalla sostituzione di un solaio e dal rinforzo strutturale correlato

Fase 4: Interpretazione dei risultati e conclusioni

- Considerando il riscaldamento globale, gli impatti del rinforzo rappresentano il 60-70% degli impatti totali
- Considerando il consumo di risorse, la percentuale diventa 51-61%
- Per l'assottigliamento dello strato di ozono, la percentuale è variabile: per i solai latero-cementizio e in acciaio varia tra 41-47% degli impatti totali; per il solaio in polistirene tale valore è pari al 7%
- La fase di pre-uso, per gli impatti di GWP e consumo di risorse, risulta pari al 70% degli impatti totali; la fase di uso è pari al 30%; la fase di fine vita è pari al -30% del totale per il rinforzo in acciaio e -4 e -6 per, rispettivamente, il rinforzo in GFRP e in BFRP
- Per l'impatto di ODL, per i solai latero-cementizio e in acciaio, le fasi di pre-uso, uso e fine vita contribuiscono per il 45%, 50% e 5% del valore totale. Per il solaio in PS, questi valori sono, rispettivamente 150%, 10%, -60%.

CASO STUDIO 3

Computo LCA

[CARRELLO !\[\]\(fd9602f1b4aef9e0ef450afc30e2681e_img.jpg\)](#)[MY ACCA !\[\]\(43a171973503cf021c93d2f747b4e5f8_img.jpg\)](#)[LOGIN !\[\]\(ed82d43502e1a1da83ed8a47f1353805_img.jpg\)](#)

Software / PriMus

PriMus LCA (Life Cycle Assessment)



PriMus LCA

un servizio
POWER PACK

PriMus LCA è il servizio che consente di ottenere una relazione LCA (Life Cycle Assessment) da un computo metrico.

CASO STUDIO 3

Computo LCA

Approcci di integrazione LCA+BIM CASI STUDIO

PrMus-A-N-I POWER(d) - (Beta LCA v.2.00)

FILE Modifica Visualizza Strumenti Finestre Servizi ?

PROGETTO: "REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA SCUOLA PER L'INF..."

vista: Computo

N°	Tavola	DESCRIZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI per ug. lung. larg. spessore	Quantità	IMPORTI materiale L. TOTALI
1	B.01.01 0.010.b	Scavo a sezione aperta per sbancamento, eseguito con mezzo meccanico, anche in presenza di battente di cui la $T_{sc} = 20$ cm sul fondo, compresi i trovati di volume fino a 0,30 mc, la e e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. In rocce lapidee e sulo, scavati con benne da roccia			
MISURAZIONE:				57,00	557,00
SOMMARIO mc.				57,00	9,42 5 246,54
3	B.01.01 0.010.b	Scavo a sezione aperta per sbancamento, eseguito con mezzo meccanico, anche in presenza di battente di cui la $T_{sc} = 20$ cm sul fondo, compresi i trovati di volume fino a 0,30 mc, la e e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. In rocce lapidee e sulo, scavati con benne da roccia			
MISURAZIONE:				42,17	242,17

Job Generali Bionco Prezzi Misurazioni Stampa [mc] 1.557,00 * 9,03 = euro Totale euro 681.186,29

ISTINTO: "IstintoCampania_2014_LCA.dcf"

vista: lista Prezzi

Tavola	DESCRIZIONE DEI ARTICOLI	unità di misura	prezzo [mc]	Ind. % MDC	Ind. % SIC
E.18.065.C	Fora in legno ad un ante cieca omologata e certificata, R	cad	102,69	120	125
E.18.065.C	Fora in legno ad un ante cieca omologata e certificata, R	cad	84,73	150	125
E.18.065.C	Fora in legno ad un ante cieca omologata e certificata, R	cad	102,50	120	125
E.18.065.C	Fora in legno ad un ante cieca omologata e certificata, R	cad	107,59	110	124
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	131,97	140	124
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	135,41	110	124
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	105,03	180	124
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	165,45	100	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	115,10	160	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	197,15	8,0	124
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	152,04	140	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	185,71	140	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	124,16	120	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	105,38	130	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	115,06	180	121
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	115,68	130	121
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	127,67	170	125
E.18.065.C	Fora ad uno o due battenti lisci decati omologata e certificata	mc	124,36	130	121
E.18.065.C	verata fissa omologata e certificata, non apribile anche in	mc	191,34	130	125
E.18.065.C	verata fissa omologata e certificata, non apribile anche in	mc	174,36	180	125
E.18.065.C	Fora tagliafuoco in legno per interni omologata e certificata	mc	134,58	150	121
E.18.065.C	Fora tagliafuoco in legno per interni omologata e certificata	mc	184,11	150	125
E.18.075.C	Infisso in alluminio per porte interne ad uno o più battenti	mc	151,16	180	125
E.18.075.C	Infisso in alluminio per porte interne ad uno o più battenti	mc	125,60	130	121
E.18.075.C	Infisso in alluminio per porte interne ad uno o più battenti	mc	121,65	110	126
E.18.075.C	Fora interna ad uno o più battenti costituita da pannelli	mc	112,70	160	122
E.18.075.C	Fora interna ad uno o più battenti costituita da pannelli	mc	115,65	120	121
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	125,81	180	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	197,53	140	123
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	113,81	160	126
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	195,00	110	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	199,21	160	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	113,84	160	126
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	128,31	130	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	105,91	150	121
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	125,23	180	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	175,11	150	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	117,73	180	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	131,19	110	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	102,80	110	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	107,79	160	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	185,71	180	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	133,88	170	126
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	182,37	180	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	104,73	140	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco ad un battente, conforme alle norme vig.	cad	195,88	180	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	175,58	180	124
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	195,67	140	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti con vetri, conforme alle r	cad	114,20	180	125
E.18.075.C	Fora tagliafuoco a due battenti, conforme alle norme vig.	cad	111,06	130	121

Job Generali Bionco Prezzi Stampa (1.599 euro)

PrMus-A-N-I POWER(d) - (Beta LCA v.2.00)

Approcci di
integrazione
LCA+BIM
CASI STUDIO

CASO STUDIO 3

Computo LCA

Valutazione degli impatti

