



Green
Building
Council
Italia

Life Cycle Assessment in edilizia



MAGGIO 2019

Indice

3 Executive summary

5

7 Introduzione

8 Parte 1. STATO DELL'ARTE SULL'USO DEL LCA NEL SETTORE EDILIZIO

8 1. Utilità del LCA in edilizia

8 1.1. Per le applicazioni alle diverse scale: prodotto, soluzione costruttiva, edificio, quartiere, città

8 1.2 Per gli operatori: progettisti, produttori, pubbliche amministrazioni

9 1.3 Per le applicazioni nelle diverse fasi del processo edilizio: progetto, produzione, costruzione, manutenzione, dismissione

9 2. Sviluppi normativi e domanda di informazioni ambientali

9 2.1. Le norme tecniche volontarie ISO CEN UNI

10 2.2. Le politiche ambientali europee

10 2.3. I criteri ambientali minimi CAM e il GPP

13 3. Certificazioni ambientali di prodotto e offerta di strumenti/informazioni ambientali

13 3.1. Le certificazioni ambientali di prodotto EPD

14 3.2. Le banche dati LCA di prodotti edilizi

15 Parte 2. INDIVIDUAZIONE DI CRITICITÀ E PROPOSTE E DEFINIZIONE DELLE AZIONI CHIAVE

15 1. Criticità e proposte comuni emerse dal mondo della progettazione e della produzione

16 2. Criticità e proposte emerse dal mondo della progettazione

18 3. Criticità e proposte emerse dal mondo della produzione

Executive summary ITA

Il position paper definisce le azioni chiave che GBC Italia propone, in qualità di associazione nazionale votata alla trasformazione del mercato verso edifici che ottimizzano l'utilizzo delle risorse nell'intero ciclo di vita, per favorire la diffusione dello strumento LCA nel settore edilizio in Italia.

Stato dell'arte

1. Lo strumento LCA in edilizia ha numerose utilità: può essere applicato a diverse scale (prodotto, soluzione costruttiva, edificio, quartiere, città); è utilizzato da diversi operatori (progettisti, produttori, pubbliche amministrazioni); è applicabile alle diverse fasi del processo edilizio: progetto, produzione, costruzione manutenzione, dismissione).
2. L'uso dello strumento LCA è definito, normato e promosso da diverse politiche, norme e schemi volontari a livello europeo e italiano: le norme tecniche volontarie ISO CEN UNI; le politiche ambientali europee, i criteri ambientali minimi CAM e il GPP; le certificazioni ambientali di edificio (Green Building Rating Systems).
3. Le certificazioni ambientali di prodotto EPD rappresentano lo strumento attualmente più attendibile e trasparente rispetto ad altri marchi ed etichette presenti sul mercato. Esistono diverse banche dati LCA, che si differenziano per rappresentatività e attendibilità dei dati contenuti. Esistono pochi software di calcolo LCA user-friendly, adatti alla modellazione di edificio e interfacciabili con strumenti BIM.

Messaggi chiave

L'attendibilità degli studi LCA si basa sulla qualità dei dati utilizzati. Esistono diverse banche dati LCA, a pagamento o free, che si differenziano per rappresentatività geografica e temporale, fasi del ciclo di vita considerate, attendibilità dei dati contenuti. Occorre una banca dati italiana (contestualizzata), di riferimento per il settore edilizio, con una trasparente comunicazione della qualità dei dati.

I progettisti hanno bisogno di software LCA user-friendly, adatti alla modellazione di edificio, trasparenti nelle procedure di calcolo e nella fonte dei dati contenuti, interfacciabili con strumenti BIM o altri software già in uso. Gli attuali software LCA esistenti non rispondono pienamente a queste caratteristiche e occorre definirne di più mirati, a supporto della progettazione.

Occorre supportare i progettisti con la definizione di un quadro chiaro di regole condivise per l'applicazione della valutazione LCA nella scelta dei prodotti, delle soluzioni costruttive e nell'ottimizzazione a livello di edificio. In particolare occorre maggiore chiarezza sulle assunzioni relative alle diverse fasi del ciclo di vita (es. costruzione, manutenzione, fine vita) e alla durata dell'edificio e delle sue parti.

Esistono diverse procedure per la definizione di benchmark di edificio (comparazione con un edificio baseline nel caso di LEED, definizione di un valore su base statistica nel caso del DGNB). Occorre definire valori di riferimento alla scala dell'edificio, contestualizzati e armonizzati.

Che cos'è l'LCA?

LCA è l'acronimo inglese di Life Cycle Assessment ovvero Valutazione del Ciclo di Vita. È uno strumento utilizzato per valutare il potenziale impatto ambientale di un prodotto, di un processo o di un'attività durante tutto il suo ciclo di vita. Questo avviene tramite la quantificazione dell'utilizzo delle risorse: emissioni come energia, materie prime e acqua associate con il sistema oggetto della valutazione. In altre parole Life Cycle Assessment è un processo oggettivo di valutazione dei carichi ambientali prodotti a seguito del ciclo di vita di un prodotto, processo o attività.

Quali sono gli indicatori utilizzati nell'LCA?

Vengono normalmente impiegate le seguenti categorie di impatto:

- Riscaldamento globale (GWP)
- Riduzione dell'ozono presente nella stratosfera (ODP)
- Formazione fotochimica dell'ozono nella troposfera (POCP)
- Eutrofizzazione (NP)
- Acidificazione (AP)
- Tossicità per l'uomo (HTP)
- Eco-tossicità (ETP)
- Utilizzo del territorio

Le categorie di impatto descrivono i potenziali effetti sull'uomo e sull'ambiente e differiscono in relazione alla loro collocazione spaziale (effetti globali, regionali e locali).

Azioni chiave

Proposte comuni emerse dal mondo della progettazione e della produzione

- A. Individuazione di una banca dati LCA relativa al settore edilizio affidabile/credibile
- B. Definizione di una banca dati LCA italiana relativa al settore edilizio

Proposte emerse dal mondo della progettazione

- C. Identificazione di metodi e strumenti univoci di valutazione della sostenibilità ambientale
- D. Definizione di metodologie semplificate in relazione alle diverse fasi del progetto
- E. Progettazione di software user-friendly per la valutazione LCA di edificio
- F. Integrazione LCA e BIM
- G. Estensione degli studi LCA all'intero ciclo di vita (from cradle to grave)

Proposte emerse dal mondo della produzione

- H. Riduzione della varietà di certificazioni ambientali di prodotto
- I. Definizione di benchmark LCA (prodotto, soluzione costruttiva, edificio)
- J. Definizione di una modalità standardizzata di aggregazione degli indicatori ambientali in un unico indicatore di sostenibilità ambientale
- K. Definizione di regole e assunzioni di riferimento sulla durata di prodotti/soluzioni costruttive/edifici



Executive summary ENG

GBC Italia, as a national association devoted to transforming the market towards buildings that optimize the use of resources throughout the entire life cycle, and to promoting the use of LCA methodology in the construction sector in Italy, proposes:

- a report on the the state of the art of LCA in Italy
- key messages
- priority actions.

State of art

1. The LCA method in construction has many uses: it can be applied to different scales (product, construction solution, building, neighbourhood, city); it is used by various operators (designers, producers, public administrations); it is applicable to the different phases of the building process: design, production, maintenance construction, disposal).
2. The use of the LCA method is defined, regulated and promoted by different policies, standards and voluntary schemes at European and Italian level: the voluntary technical standards ISO CEN UNI; European environmental policies, CAM minimum environmental criteria and GPP; environmental building certifications (Green Building Rating Systems).
3. The environmental certifications of the EPD products represent the most reliable and transparent tool currently. There are several LCA databases, which differ in the representativeness and reliability of the data contained. There are few user-friendly LCA calculation software, suitable for building modelling and interfaced with BIM tools.

Key messages

The reliability of the LCA studies is based on the quality of the data used. There are several LCA databases, charged or free, which differ in terms of geographical and temporal representativeness, phases of the life cycle considered, reliability of the data included. We need an Italian database (contextualised), a reference for the building sector, with a transparent communication of data quality.

Designers need user-friendly LCA software, suitable for building modeling, transparent in calculation procedures and in the source of the contained data, interfaceable with BIM tools or other software already in use.

It is necessary to support the designers with the definition of a clear framework of shared rules for the application of the LCA assessment in the choice of products, construction solutions and optimization at the building level. In particular, greater clarity is needed on the assumptions relating to the different phases of the life cycle (eg construction, maintenance, end of life) and the lifetime of the building and its parts.

There are different procedures for defining building benchmarks (as for LEED and DGNB). It is necessary to define reference values on the building scale, contextualised and harmonized.

Key Actions

Despite GBC Italia represents the entire supply chain and all related stakeholders of the building sector, mainly designers and manufacturers took part to the Working Group, as they are the first to be affected by the issue. Hence, emerging proposals and positions reflect mainly the view of these two stakeholder categories.

Proposals emerged from the design sector

- A. Identification of univocal methods and tools for assessing environmental sustainability
- B. Definition of simplified methodologies in relation to the different phases of the project
- C. Design of user-friendly software for building LCA assessment
- D. LCA and BIM integration
- E. Identification of an LCA database relating to the reliable construction sector
- F. Extension of LCA studies to the entire life cycle (from cradle to grave)

Proposals emerged from the production sector

- G. Reduction of the variety of environmental product certifications
- H. Definition of LCA benchmark (product, construction solution, building)
- I. Definition of a standardized way of aggregating environmental indicators into a single indicator of environmental sustainability
- J. Definition of an Italian LCA database for the construction sector
- K. Definition of reference rules and assumptions on the duration of construction products / solutions / buildings



Introduzione

Nel 2014 la Commissione Europea ha adottato la Comunicazione sulle Opportunità di migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia (COM/2014/445 final) allo scopo di ridurre l'impatto ambientale degli edifici attraverso la complessiva efficienza delle risorse e di conseguenza incrementare la competitività del mercato delle costruzioni. Nell'ambito di queste indicazioni nasce il nuovo schema di reporting LEVEL(S), promosso dalla DG Ambiente, attualmente in fase di testing, che rappresenta l'approccio europeo sulla valutazione dell'impatto ambientale degli edifici nel loro ciclo di vita, ed è in grado di integrare i concetti di circolarità in edilizia e la metodologia LCA nell'ambito delle politiche quadro per la sostenibilità ambientale. In virtù dell'impegno di GBC Italia nella diffusione dello strumento LEVEL(S) e delle attività che l'associazione sta svolgendo con i propri Soci sul tema LCA, è nata l'esigenza di definire lo stato dell'arte sull'uso del LCA nel settore edile e di fare una fotografia in particolare dell'attuale contesto nazionale. (Parte 1)

Il position paper identifica 11 azioni chiave (Parte 2) che sulla base delle criticità della situazione attuale, delineano necessari scenari di sviluppo e avanzano proposte di miglioramento.

A fronte del forte dinamismo normativo e del proliferare di standard di diversa natura e livello, più o meno riconosciuti e diffusi, il punto chiave per assicurare veridicità e affidabilità degli studi effettuati e per sensibilizzare i consumatori e gli operatori del settore su questi aspetti è quello di identificare metodologie, standard e riferimenti univoci.



Parte1

I

STATO DELL'ARTE SULL'USO DEL LCA NEL SETTORE EDILIZIO

1. Utilità del LCA in edilizia

1.1 Per le applicazioni alle diverse scale: prodotto, soluzione costruttiva, edificio, quartiere, città

In edilizia, la metodologia LCA può essere applicata a diverse scale: il prodotto edilizio (es: laterizio, calcestruzzo, pittura, etc.), la soluzione costruttiva (es: pacchetto tecnologico della muratura esterna, della copertura, etc.), l'edificio, il quartiere e la città. Differenti scale di applicazione comportano differenti assunzioni metodologiche nell'analisi life cycle, e differenti confini di sistema. I confini di sistema dell'analisi LCA si adattano pertanto all'oggetto analizzato: di un prodotto e di una soluzione costruttiva si analizza il ciclo di vita a partire dall'estrazione delle materie prime, per poi esaminare l'impatto ambientale correlato ai trasporti, alla produzione in stabilimento, alla messa in opera in cantiere, alla manutenzione/sostituzione in fase d'uso, alla modalità di demolizione e al conseguente smaltimento/riciclo a fine vita; di un edificio, si esaminano gli impatti ambientali legati ai materiali costruttivi, ma anche gli impatti associati alla fase di uso, analizzando i consumi di energia e acqua degli utenti durante la vita utile dell'edificio; di un quartiere si considerano gli edifici che lo compongono, ma anche le aree verdi, l'arredo urbano, le strade e i servizi di pubblica utilità che ne fanno parte, fino ad arrivare al complesso sistema della città. La valutazione LCA può essere applicata non solo ai prodotti e agli oggetti fisici, ma anche ai processi e ai servizi (es. fornitura di energia).

1.2 Per gli operatori: progettisti, produttori, pubbliche amministrazioni

La metodologia LCA può essere un utile strumento di valutazione per definire le criticità e i possibili miglioramenti ambientali di un certo elemento oggetto di studio (prodotto, edificio, ecc.) oppure per selezionare tra soluzioni alternative (es. prodotti, fonti energetiche, modalità di gestione del fine vita, ecc.).

I progettisti tipicamente usano la valutazione per scegliere tra soluzioni tecniche alternative, mentre i produttori usano la valutazione per definire l'impatto del proprio prodotto e individuare azioni di ottimizzazione e miglioramento ambientale nel processo di produzione o nelle catene di fornitura. Le pubbliche amministrazioni possono avvalersi di questo metodo per individuare le strategie di azione più efficaci da promuovere all'interno dei piani e delle politiche.



1.3 Per le applicazioni nelle diverse fasi del processo edilizio: progetto, produzione, costruzione, manutenzione, dismissione

La metodologia LCA può essere un utile strumento di valutazione a supporto delle scelte decisionali nelle diverse fasi del processo edilizio. In fase di progettazione, per orientare i progettisti nella scelta delle soluzioni costruttive a minor impatto; in fase di produzione, per consentire ai produttori di identificare i processi a maggior impatto e di attivare azioni migliorative del proprio processo produttivo e di fornitura; in fase di costruzione, per identificare le strategie di gestione del cantiere e messa in opera a minor impatto; in fase di uso, per definire le modalità di manutenzione e cicli sostenibili di sostituzione dei componenti; in fase di dismissione, per orientare chi gestisce il fine vita dell'edificio (demolitore) e dei suoi componenti (gestore rifiuti) verso scelte a minor impatto ambientale.

2. Sviluppi normativi e domanda di informazioni ambientali

2.1. Le norme tecniche volontarie ISO CEN UNI

A partire dal 2002, il Comitato Tecnico ISO/TC59 Building construction (oggi Sustainability in buildings and civil engineering works) e il sottocomitato SC17 Sustainability in Building construction hanno pubblicato otto norme tecniche che delineano il quadro di riferimento per analizzare la sostenibilità in edilizia, promuovendo la certificazione ambientale dei prodotti edilizi, tramite l'Environmental Product Declaration, EPD, come base dati utile e necessaria per poter sviluppare una valutazione LCA alla scala dell'edificio.

Norme tecniche del Comitato ISO/TC59/SC17. Viene indicato l'anno di edizione dell'ultima versione:

ISO/TS 12720:2014
Sustainability in buildings and civil engineering works - Guidelines on the application of the general principles in ISO 15392

ISO 15392:2008
Sustainability in building construction - General principles

ISO 16745:2015
Environmental performance of buildings - Carbon metric of a building - Use stage

ISO 21929-1:2011
Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings

ISO/TS 21929-2:2015
Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 2: Framework for the development of indicators for civil engineering works

ISO 21930:2007
Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products

ISO 21931-1:2010
Sustainability in building construction - Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works - Part 1: Buildings

ISO/TR 21932:2013
Sustainability in buildings and civil engineering works - A review of terminology



Nel 2004, su mandato della Direzione Generale Impresa e Industria della Commissione europea, è stato costituito il Comitato Tecnico TC 350 Sustainability of construction works del Comitato Europeo di Normazione, CEN. L'obiettivo era lo sviluppo di metodi standardizzati orizzontali di valutazione della prestazione ambientale integrata degli edifici. Nel tempo sono state pubblicate diverse norme per la valutazione dei tre aspetti della sostenibilità, quella ecologica, quella economica e quella sociale, sempre con una attenzione particolare al ruolo delle EPD dei prodotti edilizi.

Norme tecniche del Comitato CEN TC 350. Viene indicato l'anno di edizione dell'ultima versione:

CEN/TR 15941:2010 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Methodology for selection and use of generic data
CEN/TR 16970:2016 Sustainability of construction works - Guidance for the implementation of EN 15804
UNI EN 15643-1:2010 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici - Parte 1: Quadro di riferimento generale
UNI EN 15643-2:2011 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 2: Quadro di riferimento per la valutazione della prestazione ambientale
UNI EN 15643-3:2012 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 3: Quadro di riferimento per la valutazione delle prestazioni sociali
UNI EN 15643-4:2012 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione degli edifici - Parte 4: Valutazione delle prestazioni economiche
UNI EN 15804:2012 Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole chiave di sviluppo per categoria di prodotto
UNI EN 15942:2011 Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Modelli di comunicazione azienda verso azienda (B2B)
UNI EN 15978:2011 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della prestazione ambientale degli edifici - Metodo di calcolo
UNI EN 16309:2014 Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione delle prestazioni sociali degli edifici - Metodologia di calcolo
UNI EN 16627:2015 Sostenibilità nelle costruzioni - Valutazione della prestazione economica degli edifici - Metodi di calcolo

2.2. Le politiche ambientali europee

Nel corso degli ultimi 10 anni il Life Cycle Thinking (approccio al ciclo di vita) è sempre più presente e richiamato all'interno delle politiche europee. Di conseguenza il metodo LCA è considerato un riferimento prioritario per la verifica delle ripercussioni ambientali. Tra le politiche europee, quelle più fortemente correlate al tema LCA sono: Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste. COM (2005) 666; Thematic Strategy on the Sustainable Use

of Natural Resources. COM (2005) 670; Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan. COM (2008) 397/3; Public Procurement for a Better Environment. COM (2008) 400; A Resource-Efficient Europe—Flagship Initiative Under the Europe 2020 Strategy. COM (2011) 21 final; Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM (2011) 571; Strategy for the Sustainable Competitiveness of the Construction Sector and its Enterprises. COM (2012) 433; Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. COM/2015/0614 final.

2.3. I criteri ambientali minimi CAM e il GPP

Per facilitare l'uso di informazioni ambientali verificate e verificabili, i CAM (Criteri Ambientali Minimi) relativi all'Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (approvato con DM 11 ottobre 2017, in G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017) incentivano l'utilizzo di etichette ambientali di tipo I, II e III (in particolare l'Environmental Product Declaration EPD), le quali permettono alle stazioni appaltanti di accertare facilmente la rispondenza del progetto ai CAM. Questo ha portato i produttori a orientarsi verso la certificazione EPD e dunque a sviluppare studi LCA dei propri prodotti. Inoltre molto spesso, nell'ambito del Green Public Procurement, le stazioni appaltanti includono nei criteri di gara d'appalto l'ottenimento di certificazioni ambientali di edificio (es. LEED, BREEAM), che contengono il LCA.

2.4. Le certificazioni ambientali di edificio (Green Building Rating Systems)

Ad oggi, molti Green Building Rating Systems (es. DGNB, LEED, BREEAM) includono al loro interno la valutazione Life Cycle Assessment. In particolare, i criteri di valutazione dei materiali e dell'edificio in ottica "Life Cycle" sono sempre più rilevanti all'interno dei protocolli di sostenibilità ambientale più diffusi nel contesto italiano quali LEED® e BREEAM®. L'obiettivo principale è quello di spingere la prassi progettuale e costruttiva verso soluzioni innovative rispetto alla prassi corrente. Entrambi i protocolli LEED e BREEAM, nelle versioni attualmente vigenti per le nuove costruzioni rispettivamente LEEDv4 e BREEAM International New Construction 2016, contengono numerosi criteri premianti le prestazioni ambientali dei materiali e dell'edificio.

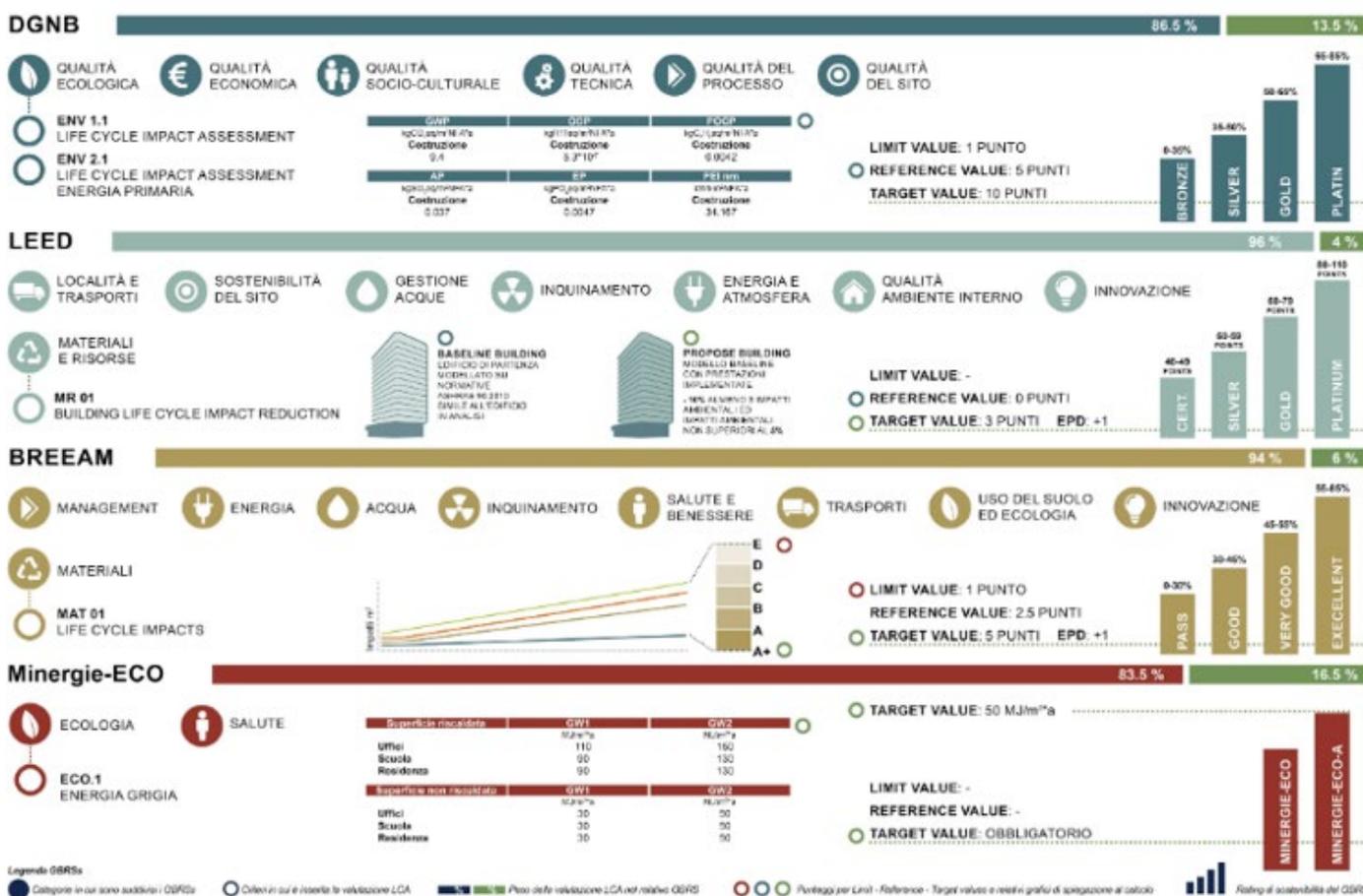
In specifico il credito LEED Building "Life-Cycle Impact Reduction – Option 4 Whole-Building Life-Cycle Assessment" richiede una simulazione delle prestazioni ambientali dell'involucro e delle strutture dell'edificio. Sono previsti fino a 5 punti nel caso in cui l'edificio di progetto dimostri un miglioramento minimo del 10% in almeno tre categorie di impatto, tra cui Global Warming Potential, rispetto all'edificio di riferimento e assicurando un peggioramento inferiore al 5% nelle altre categorie.

Inoltre il credito LEED "Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations" consente di ottenere fino a 2 punti nel caso in cui si utilizzino almeno 20 prodotti, provenienti da almeno 5 produttori diversi, dotati di EPD. Un ulteriore punto è conseguibile utilizzando, per almeno il 50% in termini di costo totale dei prodotti permanentemente installati, prodotti dotati di asseverazione da parte terza della riduzione dell'impatto ambientale rispetto alla media del mercato per la stessa tipologia di prodotto, nelle diverse categorie d'impatto.

La scheda BREEAM "MAT 01 Life Cycle Impacts" prevede fino a



5 crediti premianti la valutazione LCA dell'edificio considerando come minimo alcuni elementi costruttivi (es. chiusure verticali esterne, coperture, solai interpiano). Il numero di crediti ottenibile è in funzione della completezza di tali analisi (numero di elementi costruttivi considerati nell'analisi oltre a quelli obbligatori) e dal livello di accuratezza dell'analisi stessa, in base allo strumento utilizzato (per ciascuna metodologia/software è indicato il massimo punteggio ottenibile). È inoltre previsto un ulteriore credito premiante l'utilizzo di almeno 5 prodotti, appartenenti ad almeno 5 categorie diverse, dotati di EPD secondo ISO 14025, ISO 21930 o EN15804. Occorre sottolineare che l'approccio alla valutazione LCA e il modo di integrare il metodo LCA nella valutazione ambientale sono sensibilmente diversi da protocollo a protocollo, pur nell'intento comune di sensibilizzare il settore delle costruzioni e spingerlo verso l'ottimizzazione dei processi dal punto di vista degli impatti ambientali associati.



3. Certificazioni ambientali di prodotto e offerta di strumenti/informazioni ambientali

3.1. Le certificazioni ambientali di prodotto EPD

Oggi si assiste ad un disordinato e continuo proliferare di certificazioni, marcature, label, loghi ed etichette di tipo ambientale, ognuna delle quali segue i propri protocolli “privati” o standard internazionali ISO o EN e si focalizza su uno o più aspetti per la valutazione della sostenibilità e degli impatti del prodotto. In questo quadro i produttori percepiscono le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (DAP, in inglese EPD-Environmental Product Declaration) come l’unico strumento affidabile (con verifica di parte terza), obiettivo e trasparente con cui comunicare ad architetti e studi di progettazione le prestazioni ambientali del prodotto in modo tecnico, ma al tempo stesso standardizzato e completo: questo grazie agli standard (ISO 14025 e EN 15804) e alla metodologia LCA (definita in ISO 14040-44) che sono alla base della EPD stessa. Rispetto alle etichette ambientali di Tipo I (Ecolabel, NaturePlus, Anab Icea, ecc.), anch’esse considerate attendibili in quanto rilasciate da un organismo indipendente e basate sul rispetto di limiti di performance ambientale, il vantaggio dell’EPD è che l’informazione ambientale è oggettiva (risultato di uno studio LCA, senza parametri, criteri e soglie variabili da tipo di certificazione ad altro tipo di certificazione, come avviene in quelle di tipo I) e viene comunicata in maniera trasparente (non è un rating o un marchio, ma è un documento contenente dati ambientali).

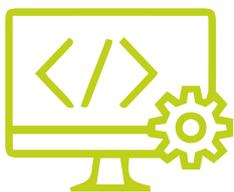
Le EPD sono etichette ambientali di tipo III, che permettono la comunicazione oggettiva delle informazioni ambientali (LCA) di un prodotto durante le fasi del suo ciclo di vita. Il sistema di certificazione viene gestito da Program Operator internazionali (Environdec, IBU, AENOR, Norge, EPDItaly, etc.) e la valutazione LCA (alla base dell’EPD) è sottoposta a verifica di un soggetto di parte terza. I dati contenuti in un EPD possono essere utilizzati dai professionisti per rispondere a richieste di sostenibilità ambientale di appalti pubblici e privati. Lo studio LCA di un prodotto certificato può essere “dalla culla al cancello” (from cradle to gate), se considera gli impatti ambientali dall’estrazione delle materie prima alla produzione in stabilimento, “dalla culla alla tomba” (from cradle to grave), se ai precedenti impatti si aggiungono le emissioni legate al processo costruttivo, all’uso e al fine vita, o “dalla culla alla culla” (from cradle to cradle), se si considerano i benefici ambientali legati al riciclo o al riuso del materiale a fine vita. Essendo etichette ambientali di tipo III, le EPD non richiedono il superamento di una soglia prestazionale, pertanto esse mostrano la performance ambientale di un prodotto e non l’effettivo raggiungimento della sostenibilità ambientale di quest’ultimo. Tuttavia, lo studio LCA di un materiale è la dimostrazione dell’attenzione e della sensibilità alle tematiche ambientali da parte di aziende e consumatori, orientando il mercato verso nuove caratteristiche di sostenibilità dei prodotti.

3.2. Le banche dati LCA di prodotti edilizi

I dati ambientali di molteplici categorie di prodotti edilizi sono oggi contenuti in banche dati LCA, le quali si differenziano per le caratteristiche dei dati contenuti. La caratteristica che porta alla prima distinzione tra le banche dati di prodotti è l’accessibilità dei dati: alcune banche dati sono gratuite e consultabili online (es. Okobau.dat), mentre altre sono accessibili da specifiche piattaforme



dopo aver pagato una licenza di utilizzo (es. Gabi, Ecoinvent). Differenti sono i dati contenuti all'interno, i quali possono essere specifici di un singolo prodotto (es. basati su valori di EPD), oppure generici, ossia dati medi ottenuti attraverso lo studio di molteplici realtà produttive di una categoria merceologica (come per esempio avviene in Ecoinvent). Un'altra differenza tra dati è legata alle fasi del ciclo di vita del prodotto (confini di sistema) considerate, le quali possono essere "dalla culla al cancello" (es. ICE database), "dalla culla al cancello con opzioni" o legati ad una fase specifica, ad esempio il conferimento in discarica del modulo life cycle C4 (es. Gabi ed Ecoinvent). I dati ambientali possono poi essere differenziati per confini geografici (riferendosi al contesto produttivo di una nazione o a confini produttivi europei o globali) o per tecnologia produttiva. Bisogna quindi prestare attenzione nell'utilizzo dei dataset da banca dati, poiché il loro corretto utilizzo deve essere accompagnato dalla possibilità di riuscire a comprendere le differenze che li contraddistinguono, operazione spesso non semplice, soprattutto per operatori non esperti.



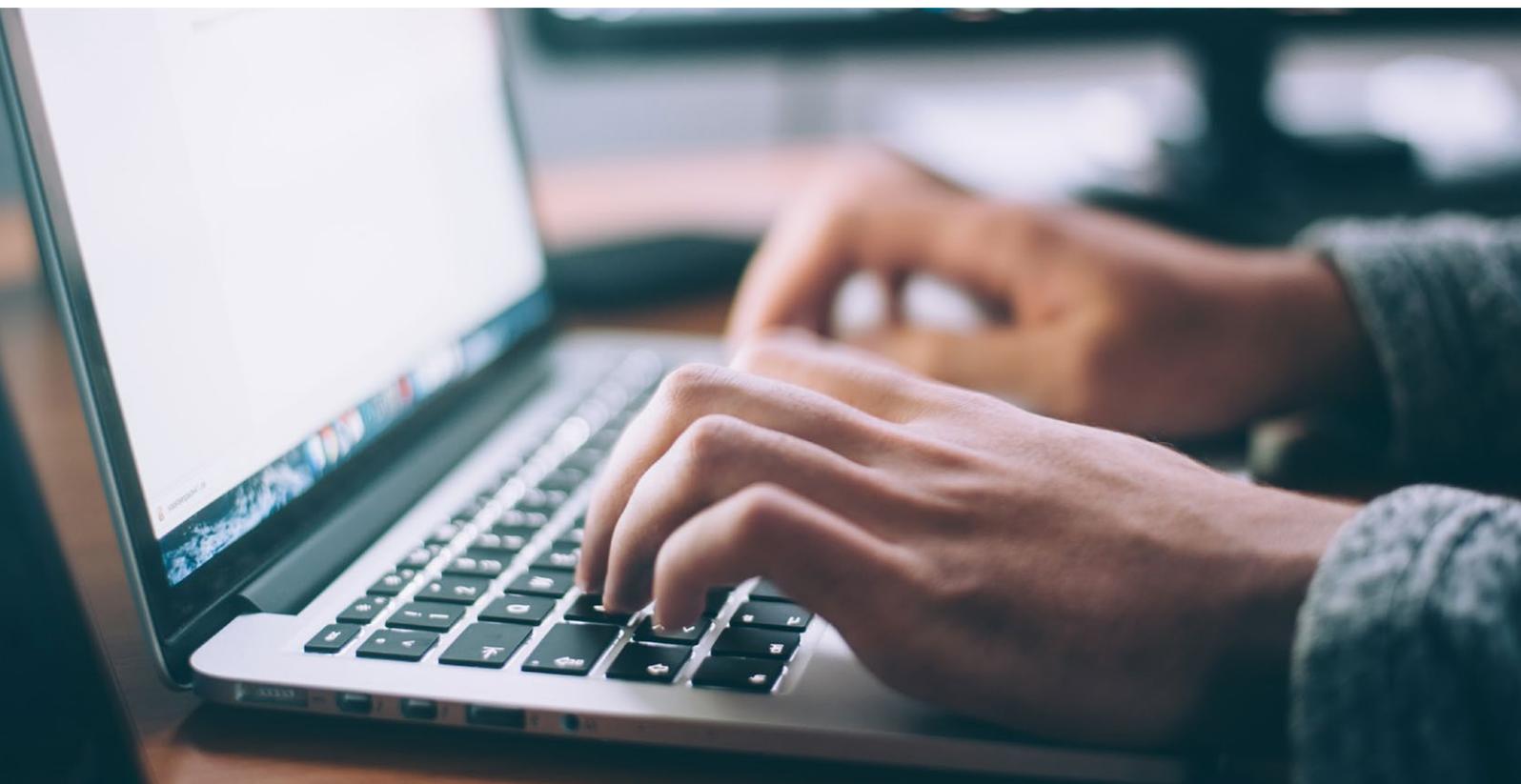
3.3. I software di elaborazione LCA di edificio

La crescente necessità di analizzare l'impronta ambientale di un edificio ha portato alla diffusione di alcuni software "user-friendly" (es. One Click LCA, eTool LCD, IES Impact Environment).

Il vantaggio di tali software è la possibilità di importare facilmente (manualmente, da xls o altri formati da modello BIM) le quantità necessarie per l'analisi alla scala edificio ed assegnare facilmente (attingendo dai dati messi a disposizione dal software) le prestazioni ambientali.

Tali software hanno inoltre il vantaggio di restituire gli output di calcolo secondo quanto richiesto dai vari protocolli. Inoltre, nel caso del BREEAM tali software sono stati ufficialmente riconosciuti come applicabili ai fini della valutazione LCA, definendo il numero di crediti potenzialmente ottenibili per ciascuno.

Il principale limite di tali software è che l'operatore ha solo parziale visibilità della "provenienza" dei dati di input e quindi della loro attendibilità ai fini dell'analisi.



Parte 2

I

INDIVIDUAZIONE DI CRITICITÀ E PROPOSTE E DEFINIZIONE DELLE AZIONI CHIAVE

1. Criticità e proposte comuni emerse dal mondo della progettazione e della produzione

A. Azione: Individuazione di una banca dati LCA relativa al settore edilizio affidabile/credibile

Criticità. Gli operatori (progettisti, costruttori) hanno difficoltà a orientarsi nella scelta della banca dati in termini di affidabilità e credibilità. LEED non accetta banche dati non riconosciute (ma non è chiaro come individuarle). Non sempre i software sono chiari rispetto alla fonte dei dati ambientali (invece per esempio Ecoinvent e Gabi hanno degli indicatori di qualità del dato).

Proposte. Occorre definire le “regole” per identificare una banca dati affidabile. Per esempio al momento attuale le uniche banche dati ritenute affidabili sono Ecoinvent (che però non è specifica per il settore delle costruzioni) e Okobaudat (correlata però alle EPD tedesche) e INIES (correlata però alle EPD francesi). Inoltre chi compie una valutazione LCA di edificio ha bisogno di dati inerenti anche le altre fasi del ciclo di vita dell’edificio: occorre una banca dati destinata ai progettisti che contenga dati non solo riferiti ai prodotti edilizi, ma anche alle altre fasi del ciclo di vita (es. impatti dei consumi di energia nella fase d’uso, dei consumi di acqua, ecc.). E possibilmente occorrerebbe una banca dati rappresentativa del contesto italiano, utilizzabile anche in riferimento ai CAM.

B. Azione: Definizione di una banca dati LCA italiana relativa al settore edilizio

Criticità. Gli operatori (progettisti, costruttori) che sviluppano LCA di edificio hanno bisogno di poter accedere a dati LCA di prodotto e i produttori hanno interesse a mettere a disposizione dati ambientali effettivamente rappresentativi. Non per tutti i prodotti sono disponibili EPD. Attualmente dati relativi a prodotti vengono reperiti all’interno di banche dati sviluppate all’estero, in assenza di una banca dati nazionale. L’assenza di una banca dati nazionale porta gli operatori (progettisti, costruttori) che sviluppano LCA di edificio a utilizzare banche dati estere, con dati poco contestualizzati rispetto allo scenario italiano e con poca opportunità da parte dei produttori e delle associazioni di categoria di rendere visibili i dati disponibili.

Proposte. La costruzione di una banca dati italiana LCA, che si confronti con le altre realtà europee, relativa al settore delle costruzioni darebbe maggiore incentivo alle aziende di sviluppare LCA ed EPD dei propri prodotti e costituirebbe una base di riferimento comune e contestualizzata per gli operatori (progettisti, costruttori) che sviluppano LCA di edificio. Gli esempi di Francia e Germania potrebbero costituire un riferimento su come si potrebbe agire (con sostegno da parte ministeriale). La banca dati tedesca è costruita sulla base della mediana dei dati delle EPD riferite alla stessa categoria di prodotto (il dato medio nella banca dati diventa rappresentativo della categoria). Tale dato medio potrebbe essere utile nella fase preliminare

del progetto, quando il progettista non ha ancora definito un prodotto preciso (con un nome commerciale), ma sta scegliendo i materiali e le soluzioni costruttive. Occorre anche definire se la banca dati deve contenere solo dati medi (mediana), solo i dati peggiori, se deve anche contenere le EPD di prodotti specifici, se i dati medi o peggiori vanno definiti a partire dalle sole EPD oppure da dati delle associazioni di categoria (e in questo caso come stabilire il livello di affidabilità). Interessante è l'esperienza tedesca relativa alle MODEL EPD di IBU (Institut Bauen und Umwelt): si tratta di EPD di diverse categorie di prodotto che comunicano dati di categoria basati sul "worst case scenario". Le Model EPD sono state utilizzate da FEICA (Association of the European Adhesive and Sealant Industry) e EFCA (European Federation of Concrete Admixtures): le EPD di FEICA e EFCA sono certificate e pubblicate dal Program Operator tedesco IBU e l'utilizzo di MODEL EPD è possibile se l'azienda è iscritta a FEICA. Per alcuni materiali, quali cemento/calcestruzzo e ceramiche, i dati ambientali LCA sono resi disponibili da associazione di categoria dei materiali (e.g. BETie in Francia che propone un software e una serie di EPD medie per applicazioni standard in calcestruzzo). Interessante è anche l'attività svolta dal gruppo di lavoro internazionale "InData", una rete che intende strutturare una rete internazionale di dati LCA per i prodotti da costruzione basata su informazioni EPD. Questo include uno standard comune sul formato dei dati, e quindi una elevata compatibilità e trasparenza dei dati (<http://www.oekobaudat.de/en/info/working-group-indata.html>). Occorre valutare l'opportunità di diventare parte attiva di un gruppo di lavoro internazionale, considerando che molti produttori italiani di materiali sono interessati all'armonizzazione delle EPD a livello europeo, in considerazione dell'export dei propri prodotti. La banca dati italiana avrebbe comunque l'intento di colmare una lacuna conoscitiva relativa al contesto nazionale, affiancandosi alle altre banche dati europee, e potrebbe un domani confluire in una banca dati armonizzata a livello europeo, nel momento in cui si attivasse un processo di armonizzazione in tal senso.

2. Criticità e proposte emerse dal mondo della progettazione

C. Azione: Identificazione di metodi e strumenti univoci di valutazione della sostenibilità ambientale

Criticità. Il rischio del continuo proliferare di strumenti diversi e più o meno frammentari e focalizzati su indicatori e aspetti diversi è che le performance ambientali perdano di rilevanza nella scelta della soluzione finale da parte del progettista, perché trovandosi di fronte ad una miriade di opzioni non confrontabili fra loro non sa bene a quale affidarsi e quale sia effettivamente la più completa e attendibile.

Proposte. Occorre definire procedure armonizzate, condivise, uniformi di valutazione della sostenibilità; lo strumento LCA è uno strumento oggettivo di valutazione, e in quanto tale percepito come attendibile e completo, ma ci sono ancora molti aspetti metodologici che vanno definiti per rendere omogenee e confrontabili le valutazioni.

D. Azione: Definizione di metodologie semplificate in relazione alle diverse fasi del progetto

Criticità. Risulta ancora rara l'applicazione della valutazione LCA nelle prime fasi dell'attività progettuale; troppo spesso l'applicazione è confinata alla sola comparazione tra materiali alternativi in fase già esecutiva. Spesso risulta difficile applicare la valutazione LCA durante il progetto poiché essa richiede informazioni dettagliate sulle scelte costruttive e materiche che tendono a

essere definite in fase esecutiva. Si tende a semplificare molto la valutazione anche per l'assenza di dati ambientali.

Proposte. Occorre cercare di definire come la valutazione LCA vada applicata in relazione alle diverse fasi del processo (di elaborazione progettuale preliminare-definitivo-esecutivo e di realizzazione in cantiere), quali livelli di semplificazione ritenere accettabili, sia dal punto di vista della quantità e qualità delle informazioni considerate (definizione delle quantità di materiali, del tipo di materiali, dei consumi di energia) e sia dal punto di vista della qualità dei dati ambientali (secondari da banca dati o primari da EPD), considerando anche le richieste dei protocolli (in particolare di LEED). In merito, lo schema di rendicontazione europeo Level(s), attualmente in fase di test, pro-

E. Azione: Progettazione di software user-friendly per la valutazione LCA di edificio

Criticità. I software di elaborazione LCA attualmente disponibili si possono suddividere in due categorie: quelli ritenuti più attendibili ma dall'uso complesso e non a scala di edificio (es. SimaPro e Gabi) e altri, ritenuti meno attendibili ma più user friendly ed economici, se non anche open source. Si sta assistendo inoltre allo sviluppo di numerosi plug-in per software BIM dichiarati come strumenti utili e veloci per sviluppare analisi LCA di interi edifici. Non si conosce l'attendibilità dei dati contenuti in questi software (es. Oneclick per LEED, Tally per BIM) ancora poco utilizzati e considerati poco affidabili anche per la loro struttura non trasparente. L'utente finale (il progettista) si trova di fronte ad una vastità di strumenti e fatica a comprendere su quale indirizzarsi, spesso preferendo (ovviamente) soluzioni più veloci ed economiche. Il rischio è l'eccessiva semplificazione e banalizzazione di uno studio LCA, reso un mero strumento per guadagnare visibilità e (nel caso dei sistemi di rating) per guadagnare crediti.

Proposte. Occorre cercare di definire le caratteristiche di un software LCA per l'edilizia (facendo anche riferimento ad alcuni software in uso in ambito internazionale già declinati per l'edilizia), tenendo conto anche della necessità di muoversi in una prospettiva BIM. Occorrerebbe un software per l'edilizia che consenta di inglobare LCA, simulazione energetica dinamica e valutazione dei costi per creare sinergie, in particolare relativamente alla raccolta dati sui materiali. Fondamentale per la qualità del software è la qualità della banca dati. Inoltre occorrerebbero software flessibili rispetto al tema dei diversi livelli di valutazione LCA in relazione alle diverse fasi del processo (progettazione preliminare, progettazione definitiva, progettazione esecutiva, gara d'appalto, cantiere). Utile sarebbe anche l'integrazione del LCA con la redazione del piano di manutenzione.

F. Azione: Integrazione LCA e BIM

Criticità. Al momento i progettisti usano il BIM per il calcolo delle quantità di materiali e un file di excel per moltiplicare le quantità di materiali per i dati ambientali da banca dati (ma con difficoltà di reperimento di tali valori). I program operators, così come alcune associazioni di categoria a livello europeo, stanno lavorando alla digitalizzazione delle EPD per consentire l'applicazione a livello di BIM.

<https://ibu-epd.com/en/indata-2-2> https://www.eurima.org/uploads/ModuleXtender/Publications/170/Eurima_LCA_WhitePaper_Final_20170915.pdf

I principali software LCA (Oneclick, Tally) offrono già la possibilità di estrarre da plug-in BIM le valutazioni LCA utilizzabili nell'ambito dei sistemi di rating; la facilità e rapidità di calcolo sembrano però andare a scapito della qualità. Manca una effettiva integrazione tra gli strumenti e i dati.

Proposte. Occorre sviluppare strumenti in prospettiva BIM, ma che possano essere riconosciuti da tutti gli operatori come affidabili, cercando di integrare le esigenze dei progettisti di completezza dei dati relativamente a tutte le fasi del ciclo di vita (oltre alle informazioni sui prodotti derivanti da EPD).

G. Azione: Estensione degli studi LCA all'intero ciclo di vita (from cradle to grave)

Criticità. Gli operatori che sviluppano una LCA di edificio tendono oggi a concentrare la loro attenzione sugli aspetti ambientali della sola fase di produzione dei prodotti scelti, dunque sulle fasi A1-A3 (from cradle to gate), utilizzando dati ambientali relativi ai prodotti (che sono maggiormente disponibili) per compiere scelte relative alle soluzioni materiche del progetto (in genere tra alternative possibili). La ridotta esperienza in merito alla valutazione LCA completa e la carenza di dati LCA relativa alle altre fasi del ciclo di vita scoraggia gli operatori a estendere la valutazione LCA all'intero ciclo di vita, con inevitabili semplificazioni nell'applicazione della metodologia. Alla luce della revisione della EN15894 si rende obbligatoria anche l'introduzione dei moduli C e D, ad esclusione di eccezioni (es. il cemento). A livello dei singoli paesi, alcune associazioni di categoria stanno già aggiornando i loro software e banche dati. Risulta particolarmente complessa la definizione degli scenari di fine vita dell'edificio e relativi materiali (EoL). Di fatto Level(s) propone un criterio specifico che richiede di precisare "lifespan, adaptability, deconstruction" dell'edificio e quindi dei suoi componenti.

Proposte. Occorre promuovere maggiormente applicazioni della valutazione LCA che considerino l'intero ciclo di vita, evitando le applicazioni semplificate. Del resto le nuove tendenze relative ai criteri LCA dei protocolli vanno nella direzione di richiedere una LCA completa. I dati LCA che tengano conto anche delle altre fasi del ciclo di vita (trasporto, uso, smaltimento) sono meno sviluppati e tendono a essere più generici. Potrebbe essere importante mettere a disposizione procedure e dati anche su queste fasi. Si auspica che nel tempo anche questi dati vengano sviluppati, a partire dai dati contenuti nelle EPD (come richiesto dalla EN15804), ma anche nei database destinati ai progettisti. In questo momento la maggior parte delle EPD a livello europeo stanno quanto meno integrando i moduli C e D. Interessante è anche il percorso in atto di definizione di un modello di LCA di edificio, attuato dal JRC, al fine di definire una metodologia armonizzata utile per Level(s). Nel report del JRC sulla modellizzazione LCA degli edifici vengono anche proposti scenari standard di fine vita degli edifici, inclusa la gestione dei CWD.
<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/model-life-cycle-assessment-lca-buildings>

3. Criticità e proposte emerse dal mondo della produzione

H. Azione: Riduzione della varietà di certificazioni ambientali di prodotto

Criticità. Le certificazioni ambientali di prodotto sono molteplici, con finalità differenti e diversamente richiamate dai protocolli GBRS, dai CAM nel GPP, ecc. Gli operatori, e soprattutto le aziende, rischiano di essere da un lato disorientate dalla varietà di certificazione e di ambiti di utilizzo, dall'altro sovraccaricate dall'onere di diversificare le certificazioni in base alle richieste emergenti nei differenti ambiti di applicazione. Il rischio del continuo proliferare di strumenti diversi e più o meno frammentari e focalizzati su indicatori e aspetti diversi è, per chi investe nell'ambito dello sviluppo di certificazioni ambientali di prodotto, di non certificarsi in alcun modo, non sapendo quale certificazione scegliere. Inoltre l'attuale percorso della PEF (Product Environmental Footprint) sta mettendo in discussione l'impostazione dei lavori del CEN TC 350 e dell'EPD, con onerosi cambiamenti non sempre favorevoli al settore edilizio, che aveva elaborato un proprio percorso, basato sulle specificità del settore (es. prodotto industriale non è il prodotto finale, ma il prodotto finale è l'edificio, dunque l'EPD è un tassello informativo della valutazione LCA di edificio e non è destinata al consumatore, ma è ancora destinata al B2B; di conseguenza la comunicazione trasparente dei risultati quantitativi di una LCA è fondamentale).

Proposte. È importante quindi cercare di accentrare in poche certificazioni le informazioni utili. Inoltre l'attuale possibile spostamento dalla EPD alla PEF potrebbe mettere in difficoltà gli operatori che hanno già investito nel percorso dell'EPD.

I. Azione: Definizione di benchmark LCA (prodotto, soluzione costruttiva, edificio)

Criticità. La definizione di benchmark LCA è un tema chiave, poiché occorre avere dati di riferimento e di confronto per poter dire se il risultato LCA ottenuto dalla valutazione di un materiale, un prodotto, una soluzione costruttiva, un edificio, è molto impattante o poco impattante. Il benchmarking LCA alla scala del prodotto è una questione critica. La PEF (Product Environmental Footprint) ha introdotto il tema del benchmark di prodotto, ma l'applicazione al settore edilizio richiede un differente approccio (non si possono definire prodotti più o meno sostenibili alla scala del prodotto, lo si deve fare alla scala dell'edificio, o quantomeno alla scala della soluzione costruttiva, tenendo conto dei requisiti richiesti dal progetto dell'edificio rispetto allo specifico contesto d'uso). In questo momento i dati disponibili provengono o da banche dati o da EPD, ma sono dati difficilmente confrontabili tra loro, poiché definiti con assunzioni e regole differenti (le EPD sono di differenti program operator, con differenti PCR). Fino a quando le regole non verranno uniformate, fare confronti tra prodotti è una operazione problematica (la stessa EN15804 raccomanda di non fare paragoni tra prodotti usando i dati delle EPD calcolate secondo diverse PCR). Sempre la norma EN 15804 stabilisce inoltre che ogni confronto tra prodotti per edilizia debba essere eseguito solamente a scala di edificio, come specificato nel paragrafo 5.3, nota 4. Inoltre il confronto tra prodotti deve tener conto delle prestazioni in uso, della durata del prodotto, dello smaltimento a fine vita (quindi dell'intero ciclo di vita). Ma molto spesso ci sono carenze informative: la questione della durata non è ancora bene definita e non ci sono norme che specifichino o permettano di calcolare il tempo di vita del prodotto per edilizia.

Proposte. È importante che la questione dei benchmark si sposti dalla scala del prodotto alla scala della soluzione costruttiva o, meglio ancora, alla scala dell'intero edificio (ogni edificio richiede prestazioni differenti). Inoltre, sarebbe impensabile stabilire un unico benchmark per i prodotti da costruzione vista la vastità di tipologie di prodotto esistenti e le innumerevoli destinazioni d'uso presenti per altrettante soluzioni costruttive. Bisognerebbe anche approfondire la questione del baseline (edificio) richiesto da LEED, dando maggiori specifiche per la definizione di tale benchmark (qual è la soluzione tecnica ritenuta rappresentativa come baseline). Il manuale infatti precisa che per progetti fuori dagli USA il baseline dovrebbe essere rappresentativo della pratica costruttiva della zona sia in termini di tipologia che di prestazioni. Per progetti negli USA il baseline deve essere definito come da Appendice G della Norma Ashrae 90.1-2010 che specifica la tipologia costruttiva (es. struttura in acciaio) da considerare, ma non la prestazione ambientale (worst / average case). Sarebbe opportuno che GBC Italia formulasse delle indicazioni utili ai progettisti per la definizione del baseline nel contesto italiano ai fini della risposta ai crediti LEED.

K. Azione: Definizione di una modalità standardizzata di aggregazione degli indicatori ambientali in un unico indicatore di sostenibilità ambientale

Criticità. La lettura dei risultati di una LCA e dei valori contenuti in una EPD non è semplice: vi si trovano elencati molti indicatori, che spesso sono poco conosciuti e utilizzati. Inoltre, se si fanno valutazioni comparative, spesso diventa difficile la scelta finale, poiché nel confronto il prodotto A può essere migliore del prodotto B su alcuni indicatori e il prodotto B può risultare migliore del prodotto A rispetto ad altri indicatori.

Proposte. Un miglioramento per lo strumento EPD al fine di renderlo più comprensibile e "utilizzabile" potrebbe essere quello di standardizzare (ovviamente in base ai gruppi di prodotti e quindi alle PCR) come poter comunicare in modo aggregato in un unico macro-indicatore tutti i principali indicatori previsti dall'EPD per i prodotti da costruzione, in modo da renderlo anche più immediato agli occhi dei destinatari meno tecnici. Ciò senza perdere la comunicazione trasparente e numerica dei singoli indicatori, ma per esempio esprimendo anche un valore aggregato che sia la "somma" pesata (o normalizzata) a seconda della rilevanza da questi rappresentata all'interno della categoria "prodotti per l'edilizia". In questo modo anche ai fini dell'inserimento di un prodotto in capitolato per la realizzazione o ristrutturazione di un edificio o opera edile in generale il progettista sarebbe decisamente facilitato nella scelta e così anche le stazioni appaltanti potrebbero essere facilitate nella verifica.

J. Azione: Definizione di regole e assunzioni di riferimento sulla durata di prodotti/soluzioni costruttive/edifici

Criticità. La reference service life dei prodotti è un elemento importante da considerare nelle valutazioni LCA e che può cambiare profondamente l'esito di valutazioni comparative tra alternative tecniche. In genere nelle EPD per i prodotti si dichiara la durata di 50 anni, a causa della assenza di normative specifiche per la definizione della durata dei prodotti (anche a ridosso della marcatura CE). E alla stessa scala dell'edificio le assunzioni rispetto alla durata dell'edificio variano da studio a studio per l'assenza di una assunzione stabilita in maniera armonizzata (esistono le norme internazionali sul service life planning, elaborate dall'ISO/TC 59 SC14, ma riguardano procedure teoriche di previsione della durata/durabilità). Occorrono invece valori di riferimento condivisi. Dati relativi alle durate di prodotti e soluzioni tecniche sono definiti anche all'interno di database, che però hanno valori molto variabili e alle volte discutibili.

Proposte. Occorrerebbe definire regole e assunzioni di riferimento sulla durata, valide almeno a livello italiano, che consentano di rendere maggiormente omogenee le valutazioni. Occorrerebbe una banca dati che individui la durata stimata dei prodotti e delle parti d'opera riconosciuta a livello nazionale.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento a **Monica Lavagna** (Politecnico di Milano, Dipartimento ABC) che ha curato la coordinazione del gruppo di lavoro che ha redatto il presente documento. Tra gli altri, si ringraziano inoltre **Eleonora Baleani** ed **Elena Gonzi** (Planex), **Alessandra Bessi** (Manens-Tifs s.p.a.), **Anna Dalla Valle**, **Sara Ganassali** e **Serena Giorgi** (Politecnico di Milano, Dipartimento ABC), **Mikaela Decio** e **Marco Mazzetti** (MAPEI), **Lara Fagandini** (Kerakoll), **Simona Marinelli** (UniMoRe), **Andrea Meneghelli** (Lombardini 22), **Manuela Ojan** (Italcementi).



**Green
Building
Council
Italia**

Piazza Manifattura, 1
Rovereto (TN)
38068 Italia
t. +39 0464 443458

formazione@gbcitalia.org
www.gbcitalia.org

Follow us

