



LCA in edilizia

Calcolo del consumo energetico per la realizzazione dei manufatti edilizi, dalla produzione alla dismissione

di Fabio Favero*



Oggi il nostro progresso non è minacciato dal numero delle imbarcazioni da pesca ma dal de-

crecente numero dei pesci; non dalla potenza delle pompe idriche ma dalla contrazione delle falde acquifere; non dal numero delle motoseghe ma dalla scomparsa delle foreste primarie". (Hawken, Lovins, 2001)

La *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*, nel 1990, conia definitivamente il procedimento, a oggi conosciuto, con il termine LCA e lo definisce come: *"Un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici e ambientali relativi a un processo o a un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trasporto delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale"*.

Questo metodo porta a un'analisi completa e sistematica che valuta tutti gli impatti nell'ambiente di un prodotto, di un processo o di un servizio, durante tutto il suo ciclo di vita, attraverso

la valutazione di tutti i flussi di materia e di energia in ingresso (consumi) e in uscita (emissioni), durante tutte le fasi, dall'estrazione delle materie prime, trasporto, produzione, distribuzione, uso e dismissione. L'intera vita di un composto o di un prodotto viene considerata *"dalla culla fino alla tomba"*.

La metodologia, che nasce per essere applicata al settore dei prodotti industriali, trova ben presto notevoli riscontri nel mondo delle costruzioni, anche se con non poche difficoltà nella sua applicazione. L'obiettivo principale che si pone la valutazione è la riduzione degli impatti prodotti nella fase di realizzazione di un edificio, fornendo informazioni a supporto delle scelte del progettista.

Le basi su cui si fonda il metodo LCA, per quello che riguarda il mondo delle costruzioni, sono la valutazione complessiva dei consumi e delle emissioni inquinanti, derivanti dalla scelta dei materiali, delle componenti edilizie, delle soluzioni tecniche costruttive e degli impianti, più una nuova variabile che riguarda la temporalità, cioè il tempo di vita utile dei materiali e dell'edificio stesso.



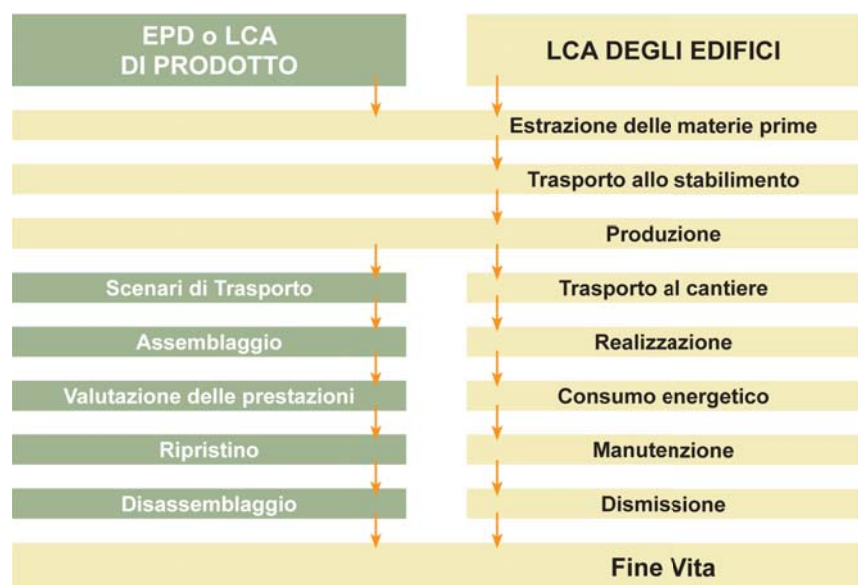
un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici e ambientali relativi a un processo o a un'attività



Le maggiori difficoltà che si riscontrano nell'analisi, riguardano diversi aspetti. Per prima cosa vediamo che la somma degli impatti dei singoli prodotti difficilmente corrisponderà all'effettivo impatto del sistema edificio, perché molte operazioni non avvengono in stabilimento ma in cantiere, luogo difficilmente controllabile dal punto di vista ambientale, avviando processi impattanti e spesso tralasciati per la difficile valutazione.

Un altro tipo di impatto, di difficile analisi, che entra a far parte del processo, è la valutazione lungo tutto il ciclo di vita dell'edificio, mettendo in evidenza, come la pulizia, la manutenzione, le ristrutturazioni e gli adeguamenti impiantistici creino nuovi punti di studio per una quanto più reale e oggettiva valutazione.

Aspetto portante del metodo LCA è la limitatezza del campo d'indagine, dovuta ai confini molto rigidi che ci si pone in partenza, caratteristica che allo stesso tempo è uno dei suoi punti di forza ma anche punto di debolezza. Questo perché, mette in campo le operazioni di tutto il processo edilizio dalla progettazione alla dismissione/



riciclaggio, riuscendo a dare risultati attendibili; allo stesso tempo però trascura importanti tematiche macroambientali, come il rapporto con il contesto, la qualità dell'ambiente e la vicinanza ai servizi.

Il metodo LCA per gli edifici per alcuni aspetti, soprattutto nella parte iniziale, è molto simile alla valutazione del prodotto. Si parte infatti dalla definizione degli obiettivi e degli scopi dell'analisi, in base al destinatario della valutazione, definendo il grado di approfondimento da raggiungere e il tipo di dati da raccogliere.

01 - Non esiste un vero e proprio metodo per lo studio dell'energia incorporata degli edifici ma è possibile sviluppare uno studio che integri le informazioni provenienti dal mondo del design integrandolo alla scala dell'edificio.

01



la valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trasporto delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale



L'analisi prosegue definendo l'unità di misura di riferimento o il flusso di riferimento e l'unità funzionale necessari alla raccolta dei dati, in relazione all'oggetto da analizzare, individuando l'insieme dei processi attuati durante l'intero ciclo di vita. Questo insieme di operazioni necessarie a fornire una determinata funzione, viene definito "sistema".

Per riuscire a rilevare i flussi in ingresso e in uscita dal sistema, al fine di creare un inventario dei consumi energetici e della produzione di inquinanti, si stabiliscono dei confini che isolano e delimitano il suddetto, definendo quali processi vanno tenuti in considerazione e quale sia il grado di dettaglio necessario alla raccolta dei dati. Il reperimento avverrà in base agli obiettivi che ci si è prefissati, in alcuni casi sarà necessario cercare dati primari, per altri invece, soprattutto come supporto alla progettazione, sarà sufficiente utilizzare dati secondari, raccolti dalle banche dati esistenti. Si tenga presente che tutte le valutazioni presentano delle semplificazioni e limitazioni, per renderle maggiormente gestibili, si tratta solamente di delimitare correttamente i confini in

relazione agli obiettivi posti a monte.

Altra questione da tenere in considerazione, come già detto, è la durata. La complessità del bilancio è data dagli impatti generati dalla produzione, dalla fase d'uso dell'edificio e dal fine vita, ma tale durata è diversificata per le varie componenti; in alcuni casi infatti alcuni elementi verranno sostituiti dopo pochi anni e altri subiranno manutenzione. Queste azioni devono essere computate come ulteriore energia incorporata, con degli impatti associati. Ragionare dunque sulla durata è essenziale per i notevoli sviluppi che ne derivano, ma nonostante ciò, è un aspetto ancora in parte trascurato nelle valutazioni, che tengono conto solo della durata utile dell'edificio.

Un altro aspetto molto importante è il ruolo dell'energia utilizzata nella produzione dei componenti. La tipologia dell'approvvigionamento energetico può variare da Stato a Stato, e modifica fortemente gli impatti ambientali che ne conseguono, visto che è possibile ridurli anche tramite la scelta di utilizzare sistemi di produzione di energia di tipo "pulito", aumentando notevolmente l'efficienza energetica di produ-

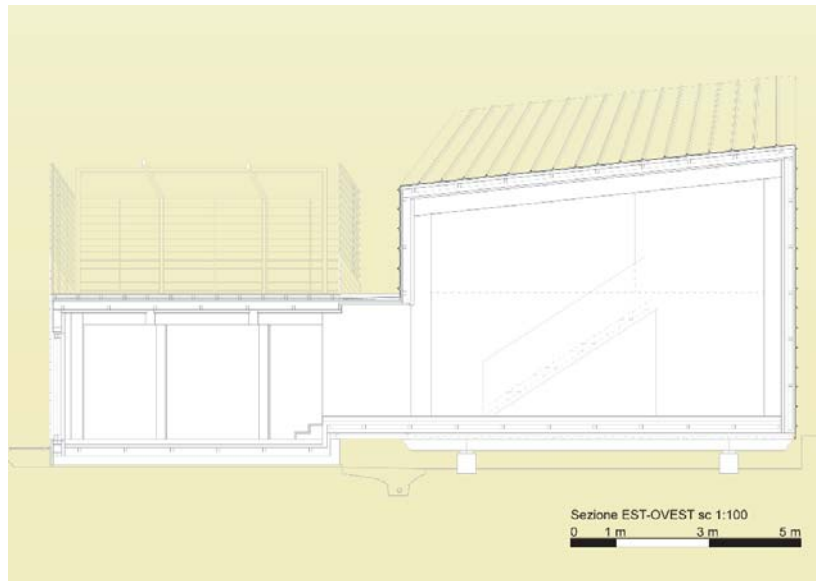
zione.

I dati che si raccolgono per la valutazione variano in base agli obiettivi e al tipo di studio, semplificato o dettagliato. Si decide così se utilizzare dati primari raccolti direttamente negli stabilimenti di produzione o se utilizzare dati secondari ricavati dalle banche dati disponibili. Rimane però il dubbio sull'affidabilità di queste banche dati per la difficoltà di comprensione nella costruzione del dato preso in considerazione. I dati vengono poi raccolti nell'inventario.

A questo punto i dati raccolti vengono sintetizzati, molto spesso in maniera semplicistica, rischiando di non risultare utili come potrebbero. Scegliendo, infatti, dei dati medi sulle emissioni inquinanti di ogni operazione, cosa che molto spesso accade, viene meno la possibilità di migliorare il processo intervenendo nei picchi di massima criticità, a prova che ogni singolo prodotto può apportare delle differenze sostanziali nel processo costruttivo.

Per verificare ciò che è stato detto fino ad ora, viene analizzato un edificio esistente. Un'analisi fatta a posteriori ci permette di dimostrare l'efficacia del

02 - Sezione est-ovest dell'edificio TVZEB.
 03 - Esempio del calcolo LCA del pacchetto costruttivo "Piano Terra" dell'edificio preso in analisi.



02

metodo, portando alla luce quante più possibili questioni da analizzare.

La valutazione dei consumi e delle emissioni inquinanti, derivanti dalla realizzazione di un edificio, detta anche calcolo dell'energia incorporata dei materiali, in concreto, viene svolta utilizzando un foglio di calcolo per l'analisi del bilancio energetico. Si inseriscono i parametri meteorologici, i contesti energetici, i dati generali, le modalità d'uso e di occupazione e gli impianti utilizzati, poi, inserendo i dati riguardanti i materiali in kg presenti nell'edificio, avremo i singoli valori di *Embodied Energy* e l'energia incorporata totale dell'edificio.

Il foglio di calcolo utilizza, per per la valutazione dell'energia incorporata, i dati provenienti dal database realizzato dall'università di Bath e ha il vantaggio di calcolare istantaneamente i valori in MJ, permettendo così un'immediata valutazione dell'incidenza del materiale preso in analisi.

L'edificio preso in oggetto è TVZEB un esperimento "ad energia zero", realizzato nel 2013 e si trova a Costabissara, in provincia di Vicenza. Il lavoro di analisi e verifica sull'edificio deriva da

Acciaio	189.192 MJ
Calcestruzzo	165.820 MJ
Isolante	76.340 MJ

	Misura (mm)	Peso (kg)	Energia Incorporata (MJ)
Zoccolo in calcestruzzo armato	400x400 mm	14.825	29.946
Travi strutturali a doppia T	250 mm		
Staffe di sostegno travi	70 mm	7.488	150.508
Profilati di contenimento	150 mm		
Lamiera grecata	75 mm	1.775	35.677
Getto collaborante con lamiera grecata	60 mm	25.800	52.116
Doppio strato di isolante STIRODUR	90+90 mm	672	73.382
Intervallo di murali in legno di larice ogni 1.00 m	90x60 mm	1.014	10.140
Solaio a terra - Calcestruzzo	70 mm	62.976	83.758
Solaio a terra - Tubi radiante	110 mm	29,2	3.007
HVAC - Distribuzione acqua - Tubo		31	626
HVAC - Distribuzione acqua - Isolante		1,6	194
HVAC - Distribuzione aria - Condotta		251	5.056
HVAC - Distribuzione aria - Isolante		27	2.958

Energia Primaria 447.369

03

04 - Calcolo totale dell'LCA dell'edificio preso in analisi.
 05 - Considerazioni sull'influenza dei diversi pacchetti analizzati sul calcolo totale.

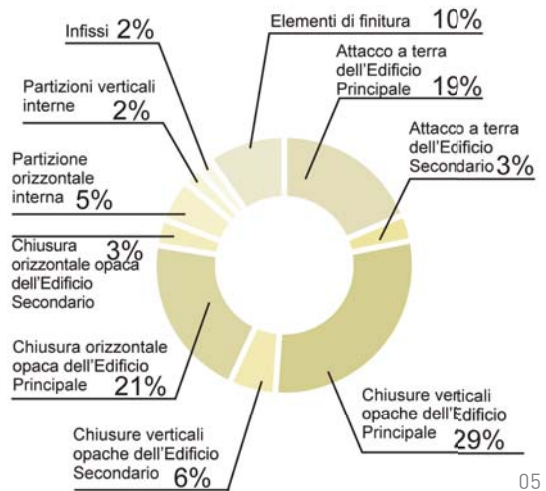
uno studio condotto attraverso una tesi di laurea in Architettura per la Sostenibilità, svolta presso l'Università Iuav di Venezia, dal titolo "Energia incorporata ed Energia di funzionamento, il caso studio TVZEB", laureando Fabio Favero, Marzo 2014, relatori Maria Antonia Barucco e Massimiliano Scarpa. L'edificio ha una dimensione di circa 200 m² sviluppati in due blocchi e sfrutta l'uso di pannelli fotovoltaici in grado di sostenere circa il 75% dei consumi energetici; utilizza pacchetti costruttivi con una notevole massa per ottenere un buon controllo climatico interno e i materiali provengono da piccole aziende artigianali locali. La forma fa sì che la radiazione solare venga sfruttata al massimo nel periodo invernale ed esclusa quasi completamente nel periodo estivo. Ogni singolo elemento costruttivo è disegnato con precisione tale da ridurre al minimo i tempi di realizzazione, i costi intrinseci del cantiere, gli scarti e i rifiuti, nonché lo spreco di acqua e tempo. La pesante struttura in larice lamellare e acciaio zincato è appoggiata su due linee di fondazione longitudinali, viene assemblata a secco rendendo così TVZEB smontabile e ri-

Energia Incorporata (MJ)	
Attacco a terra dell'Edificio Principale	447.369
Attacco a terra dell'Edificio Secondario	81.961
Chiusure verticali opache dell'Edificio Principale	702.059
Chiusure verticali opache dell'Edificio Secondario	143.432
Chiusura orizzontale opaca dell'Edificio Principale	494.665
Chiusura orizzontale opaca dell'Edificio Secondario	78.904
Partizione orizzontale interna	112.922
Partizioni verticali interne	55.885
Infissi	47.103
Elementi di finitura	229.382
Energia Incorporata_{tot}	2.403.683

ciclabile. Dagli studi svolti sull'edificio vediamo che una progettazione ben ragionata a monte riduce i costi energetici per la sua realizzazione, oppure origina dei costi che sono facilmente recuperabili nell'immediato periodo, grazie all'utilizzo di tecnologie che sfruttano le energie rinnovabili. La scelta dei materiali impiegati nella costruzione, diventa fondamentale per raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico che si traducono in un piano di ammortamento dei costi sostenuti veloce e ben giustificato. In conclusione, quello che ci sembra di

poter sottolineare è che un intervento complessivo che voglia ottenere risultati in termini di riduzione dei costi energetici, deve tener conto di tutte le fasi indicate: dalla progettazione alla gestione, dalla scelta dei materiali a quella della manovalanza necessaria. Solo in questo modo l'obiettivo indicato diventa concreto e raggiungibile.

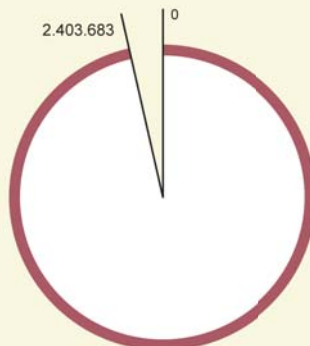
** Fabio Favero, Architetto, laureato in Architettura per la Sostenibilità presso l'Università Iuav di Venezia.
 e-mail: fabio.favero1986@gmail.com*



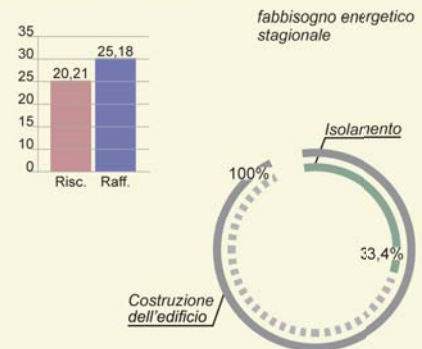
05

Interpretazione e considerazioni finali sui risultati ottenuti dal calcolo LCA dell'intero edificio.

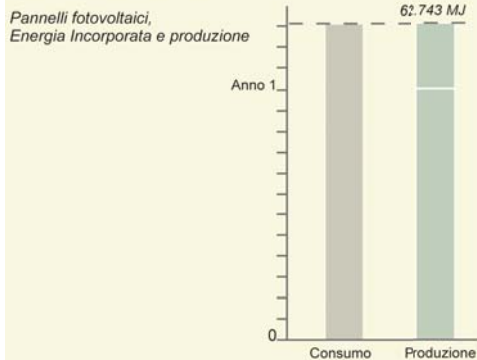
Con lo studio svolto grazie al programma di valutazione LCA si è calcolato che la realizzazione dell'edificio TVZEB ha un costo energetico pari a 2.403.683 MJ, valore che rimarrà totalmente invariato per i primi 10 anni vista la garanzia sugli impianti tecnologici, e per i futuri 20 anni gli incrementi di energia incorporata derivanti dalla manutenzione ordinaria saranno lievi e non incidenti sui calcoli precedentemente fatti.



La realizzazione dell'edificio ha un costo energetico calcolato pari a 2.403.683 MJ, nei dati rilevati si è notato come più del 33% dei suddetti costi, siano dovuti all'isolamento. Questo dispendio energetico è giustificato dai valori di trasmittanza ottenuta grazie al pacchetto costruttivo pari a 0,15 W/(m²K) e dai bassi valori di fabbisogno energetico stagionale ottenuti dalle simulazioni svolte, di 20,21 kWh/(m²y) per il riscaldamento e 25,18 kWh/(m²y) per il raffrescamento.



La realizzazione del sistema fotovoltaico ha un costo in termini di energia incorporata pari a 62.743 MJ, costo sostenuto durante la produzione e che non subirà variazioni per i primi 10 anni. Allo stesso tempo i 25 m² di pannelli permettono una produzione di energia pari a 13.812 kWh/y cioè 49.725 MJ. Vediamo quindi che i costi energetici sostenuti per la realizzazione dell'impianto verranno completamente recuperati in poco più di un anno.



L'uso dell'acciaio corten per il rivestimento del blocco principale rispetto all'uso del legno nell'edificio minore ha costi energetici nettamente superiori. Dai pochi dati che abbiamo in possesso sul corten però possiamo dire che si riacquano i costi per la manutenzione e ha una durata superiore. Gli acidi utilizzati per l'ossidazione dell'acciaio corten in oltre lo rendono molto più resistente del "normale" acciaio e quindi meno costoso, grazie ad un ridotto spessore. Per TVZEB, viene scelto come rivestimento anche per la sua cromaticità naturale che si armonizza con i colori del bosco circostante.

