

IL BIM A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE MEDIANTE L'INTEGRAZIONE DI ANALISI LCA

Antonio SALZANO¹, Loredana NAPOLANO^{1,2}, Domenico ASPRONE¹, Andrea PROTA¹

¹*Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura - Università di Napoli "Federico II"*

²*STRESS s.c.a r.l.*

INTRODUZIONE

La sostenibilità è oggi riconosciuta come uno dei requisiti fondamentali per lo sviluppo della società contemporanea e delle città. Il concetto di sostenibilità è evocato per caratterizzare e definire il rapporto ottimale tra uomo e natura, in qualsiasi forma esso si realizzi. Dall'utilizzo delle risorse naturali, allo sviluppo di tecnologie e prodotti, fino allo sviluppo delle città ed all'utilizzo del territorio la sostenibilità costituisce un requisito essenziale per il governo delle trasformazioni e dei processi coinvolti. Eppure il concetto di sostenibilità è estremamente complesso e la corretta implementazione di processi o trasformazioni "sostenibili" può essere estremamente ardua. La sostenibilità dello sviluppo mira, infatti, nella sua accezione più vasta, a governare un sistema complesso di soggetti ed entità, rappresentate dall'uomo e dalla società da un lato e dall'ambiente e dalle risorse naturali dall'altro, distinte nello spazio e nel tempo, connesse da relazioni complesse e conflittuali tra loro.

All'interno della sfida per lo sviluppo sostenibile delle città, un ruolo fondamentale è assunto dal mondo delle costruzioni e dell'edilizia. Il peso delle costruzioni nel generare la "insostenibilità" delle città e dei territori o in generale dello sviluppo della società è elevatissimo, perché elevatissimo è il valore delle costruzioni nella società contemporanea.

Alla luce di ciò, la sostenibilità nel settore delle costruzioni va perseguita analizzando e governando le ricadute degli interventi e delle trasformazioni sui piani economico, sociale ed ambientale, sia al momento della realizzazione degli interventi che durante la vita utile degli interventi stessi e durante la loro dismissione. Troppo spesso, soprattutto in edilizia, il requisito della sostenibilità viene ridotto e confuso con soli requisiti energetici. Infatti, a causa anche di un quadro normativo non ancora definito ed a causa di procedure e metodi di valutazione della sostenibilità non ancora affermati, spesso un intervento edilizio viene definito sostenibile solo se in qualche modo determina un risparmio energetico in una fase della vita

utile dell'intervento stesso. La sostenibilità invece deve risiedere nel raggiungimento di un equilibrio ottimale tra il soddisfacimento, in diversi momenti nel tempo, di requisiti economici, ambientali e sociali, spesso in conflitto tra loro.

E' quindi auspicabile che il processo decisionale alla base della progettazione sia quanto più possibile "informato" da dati relativi agli impatti ambientali, economici e sociali determinati dalle scelte che si operano. In altre parole, la progettazione deve poter gestire in maniera consapevole informazioni complesse riferite alla sostenibilità degli interventi progettati. Spesso però tali informazioni sono difficili da gestire in maniera integrata, perché ampie, variegata e complesse, soprattutto quando riferite agli oggetti della progettazione civile, come edifici ed infrastrutture, di per sé costituiti dalla integrazione di sistemi tecnologici diversi.

L'approccio Building Information Modeling (BIM) può quindi essere una soluzione a questo problema, offrendo la possibilità di gestire in maniera integrata un sistema di informazioni complesso, riferito ai vari sistemi tecnologici ed ai vari componenti che costituiscono l'oggetto edificio o infrastruttura, e relativi ad istanti diversi del ciclo di vita dello stesso.

A questo scopo il presente lavoro illustra una metodologia che integra l'approccio BIM con analisi di Life Cycle Assessment (LCA) mirate alla valutazione dell'impatto ambientale di opere civili, in tutto il loro ciclo di vita, dalla fase di produzione dei materiali, alla installazione e messa in opera, fino alla dismissione.

L'obiettivo è mostrare come la metodologia BIM si presti a gestire una mole di dati complessa e variegata come quella legata alla conduzione di valutazioni di impatto ambientale attraverso analisi LCA, contribuendo così a fornire in fase di progettazione informazioni circa la sostenibilità delle scelte operate, rendendo quindi consapevole ed orientando il percorso decisionale. Si precisa quindi che in questo caso, l'integrazione di analisi LCA in ambito BIM consentono di analizzare dati legati alla sostenibilità ambientale, che rappresenta quindi uno solo degli aspetti della sostenibilità complessiva, insieme ad aspetti economici e sociali.

L'analisi LCA muove innanzitutto dal concetto di ciclo di vita e mira ad analizzare tutte le fasi del processo di trasformazione, dall'estrazione dei materiali primari, alla loro lavorazione, al trasporto e distribuzione, alla messa in opera, alla fase di uso e manutenzione, fino alla dismissione al termine del ciclo di vita.

In letteratura, quest'approccio viene sintetizzato con l'espressione "*from cradle to grave*", che vuole cogliere l'obiettivo che l'approccio life cycle intende raggiungere, ovvero quello di quantificare in maniera analitica ed affidabile gli impatti che un materiale, prodotto o processo può avere sull'ambiente durante il suo intero ciclo di vita.

Le analisi LCA vengono ampiamente condotte in ambito industriale, riferite a processi o prodotti industriali, mentre in ambito edilizio tale approccio non ha avuto la stessa affermazione e diffusione a causa dell'elevata quantità di dati necessari per condurre un'accurata analisi di LCA di un intero oggetto edilizio, composto da materiali di vario genere e da lavorazioni complesse. E' proprio nella complessità e nell'elevata quantità di dati, che caratterizzano gli oggetti edilizi, che si sta diffondendo sempre più rapidamente il BIM, come supporto per l'archiviazione e la gestione ottimizzata di tutte le informazioni utili per la progettazione, la realizzazione e la gestione.

Le potenzialità della metodologia BIM nella gestione delle informazioni possono quindi fornire un valido supporto per implementare LCA direttamente in ambiente BIM con lo scopo di semplificare le procedure di valutazione e la comprensione e la fruizione dei risultati. Il BIM, inoltre, rappresenta per molte aziende di costruzioni e società di progettazione un valido strumento di *decision making* in termini di costi, tempi e soluzioni progettuali ed estendendo questa opportunità anche a valutazioni LCA, può essere utilizzato proficuamente come strumento di valutazione della sostenibilità ambientale delle opere civili.

INTEGRAZIONE DI ANALISI LCA NELL'APPROCCIO BIM

L'LCA, come detto precedentemente, quantifica l'impatto che i prodotti e processi hanno sull'ambiente durante l'intero ciclo di vita, attraverso diversi parametri ed indicatori che misurano i consumi di materia prima, energia ed emissioni nell'ambiente durante l'intero ciclo di vita, con un approccio "*from cradle to grave*". La procedura LCA è regolata dalle ISO 14040 (2006), la quale prescrive quattro fasi:

- 1) Goal and scope definition: definizione del prodotto, della sua applicazione e delle ipotesi per lo studio LCA;
- 2) Inventory analysis: definizione di un diagramma di flusso che descrive l'intero ciclo di vita del prodotto;

3) Life cycle impact assessment: valutazione dell'impatto sull'ambiente;

4) Interpretation of the results: valutazione delle fasi del ciclo di vita o dei componenti che determinano un contributo maggiore in termini di impatto sull'ambiente.

Diverse metodologie e procedure sono state sviluppate in dettaglio per la conduzione di analisi LCA. Nel caso studio qui presentato si fa riferimento all'IMPACT 2002+, che valuta gli impatti ambientali mediante indicatori mid – point oriented (basati su categorie d'impatto) e damage oriented (basati su categorie di danno), riportati nelle seguenti tabelle 1 e 2. Ulteriori dettagli circa questa metodologia possono essere trovati in Jolliet et al. 2003.

CATEGORIA DI DANNO	UNITA' DI MISURA
Human Health	Daly
Ecosystem quality	PDF*m2*yr
Climate Change	kg eq.CO2
Resources	MJ Primary

Tabella 1. Parametri IMPACT2002+ - Categorie di danno

CATEGORIA DI IMPATTO	UNITA' DI MISURA
Carcinogens	kg C2H3Cl eq
Non-carcinogens	kg C2H3Cl eq
Respiratory inorganics	kg PM2.5 eq
Ionizing radiation	Bq C-14 eq
Ozone layer depletion	kg CFC-11 eq
Respiratory organics	kg C2H4 eq
Aquatic ecotoxicity	kg TEG water
Terrestrial ecotoxicity	kg TEG soil
Terrestrial acid/nutri	kg SO2 eq
Land occupation	m2org.arable
Aquatic acidification	kg SO2 eq
Aquatic eutrophication	kg PO4 P-lim
Global warming	kg CO2 eq
Non-renewable energy	MJ primary
Mineral extraction	MJ surplus

Tabella 2. Parametri IMPACT2002+ - Categorie di impatto

E' evidente come, per opere civili, la mole di dati da reperire e gestire sia estremamente alta, perché legata all'utilizzo di numerosi e diversi materiali, sistemi, impianti e componenti, all'interno di ogni singolo prodotto edilizio. Le potenzialità del BIM di archiviare e gestire le informazioni di ogni singolo componente, offrono quindi l'opportunità di supportare il processo decisionale della progettazione, perseguendo un approccio life cycle che integri nei modelli BIM informazioni relative agli impatti ambientali dei singoli componenti.

CASO STUDIO

L'attività di ricerca che ha portato allo sviluppo della procedura presentata, nasce dalla collaborazione tra il Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università di Napoli Federico II, il Consorzio TRE (Tecnologie per il Recupero Edilizio), il centro di ricerca AMRA (Analisi e Monitoraggio del Rischio Ambientale) e ACCA Software nell'ambito del progetto VINCES (Valutazione Integrata del Ciclo di vita per l'Edilizia Sostenibile), finanziato dal programma Campus della Regione Campania.

Il caso studio è relativo ad un edificio tipo, di nuova costruzione, implementato in metodologia BIM mediante il software "Edificius", appartenente alla suite di programmi interoperabili di casa ACCA.

Esso si sviluppa su due piani in elevazione, ognuno di 70,50 mq, per una superficie calpestabile totale di circa 141 mq con un'altezza di interpiano pari a 3,2 m. La struttura portante è composta da telai spaziali di travi e pilastri in cemento armato; la fondazione è costituita da una piastra in cemento armato ed i solai sono a struttura mista in cemento armato e laterizio, mentre, come elementi non strutturali sono stati considerati solo gli elementi di finitura. La figura 1 mostra il modello dell'edificio.

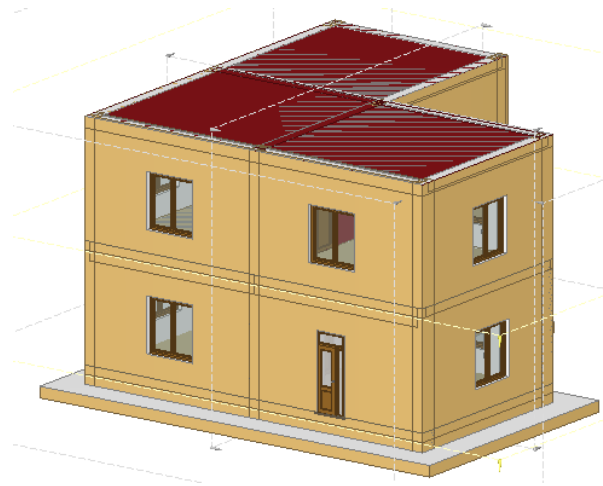


Figura 1. Modello 3D del caso studio

Allo scopo di gestire in maniera interoperabile le informazioni provenienti dall'analisi LCA è stato adoperato un software ad hoc, "Primus v100d – Beta LCA 1.00", sviluppato da ACCA, capace di interfacciarsi con gli altri software della suite BIM di ACCA.

Definito il modello BIM, è stato possibile condurre le analisi strutturali in modo tale da verificare, secondo le NTC 08, gli elementi portanti e definire l'armatura per gli elementi in c.a. In seguito è stato possibile associare ad ogni elemento, del modello centrale BIM, la voce di costo del Prezzario della Regione Campania delle Opere Pubbliche, sviluppando in tal modo il computo dei materiali e delle lavorazioni.

Una volta definito il computo metrico estimativo, è stato possibile lo sviluppo delle analisi LCA, seguendo tutte le fasi prescritte dalla ISO 14040, con il supporto delle informazioni ricavate direttamente dal modello BIM in esame.

Alla base dello studio, si è ipotizzato di condurre analisi LCA "*from cradle to gate*", valutando quindi l'impatto ambientale fino alla fase di realizzazione dell'edificio, trascurando, al solo scopo di semplificare il caso studio, la fase di uso, di manutenzione e di dismissione. La figura 2 riporta una delle fasi di input dei dati LCA nel modello BIM.

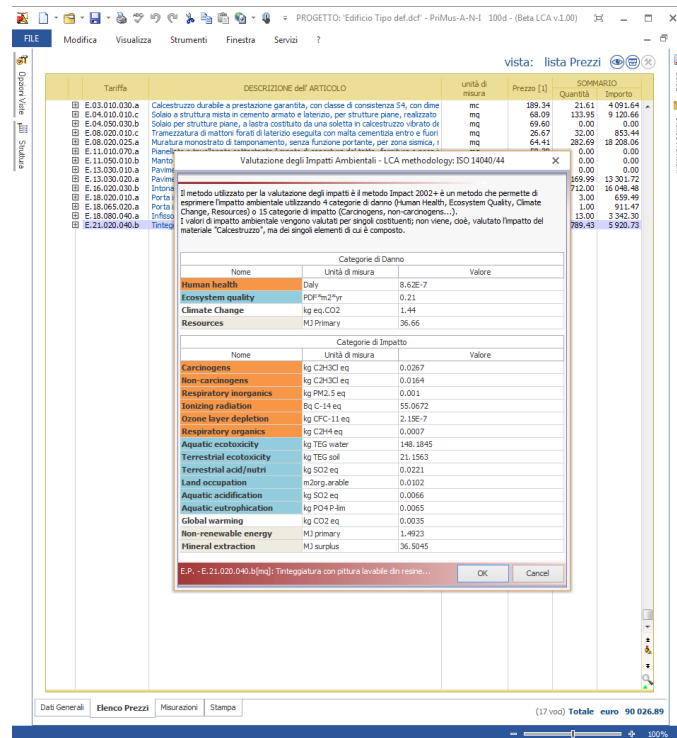


Figura 2. Integrazione in BIM dei dati LCA

Grazie al supporto delle informazioni dedotte dal computo metrico estimativo è stato possibile ricavare per tutti i materiali e componenti, le loro quantità e le lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'edificio. Entrando nello specifico, è stato possibile effettuare un'analisi dettagliata delle quantità e dei prodotti utilizzati grazie al supporto delle schede del Prezzario Regionale, nelle quali sono riportati tutti i materiali, le quantità e le attrezzature necessarie per ogni voce di costo. La figura 3 riporta un esempio di tali schede.

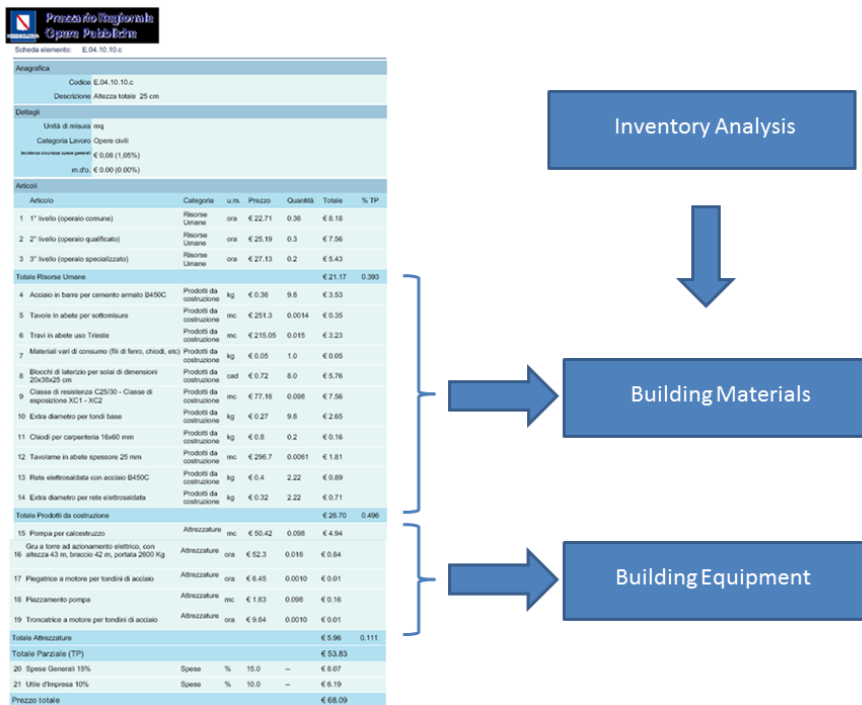


Figura 3. Fase di Inventory da scheda Prezzario Regione Campania

Una volta noti tutti i materiali ed i processi edilizi, è stato possibile passare alla fase di Life Cycle Impact assessment, con il supporto del Software “SimaPro 7.3” e l’utilizzo del database Ecoinvent 2.2 (Ecoinvent; Hedemann e König 2007), con il quale è stato possibile ricavare gli indicatori previsti dalla metodologia IMPACT2002+.

I dati di output delle LCA, sono stati successivamente integrati nel database di Contabilità e Computi, ancora in versione sperimentale, “Primus v100d – Beta LCA 1.00”, interoperabile con gli altri software della suite ACCA Software.

Terminata la fase di inserimento degli indicatori di LCA, ad ogni voce del Computo dei materiali e delle lavorazioni sono stati associati non solo i costi ma anche i singoli indicatori di impatto ambientale, permettendo quindi di effettuare la valutazione LCA dell’intero edificio direttamente dal Computo metrico estimativo.

L’interpretazione dei risultati, fase finale della valutazione LCA dell’edificio, è stata condotta in maniera automatica mediante le analisi effettuate dal software “Primus v100d – Beta LCA 1.00” con le informazioni estratte direttamente da modello centrale BIM dell’edificio.

La figura 4 riporta una vista della visualizzazione dei risultati relativi al caso studio, tramite il software “Primus v100d – Beta LCA 1.00”.

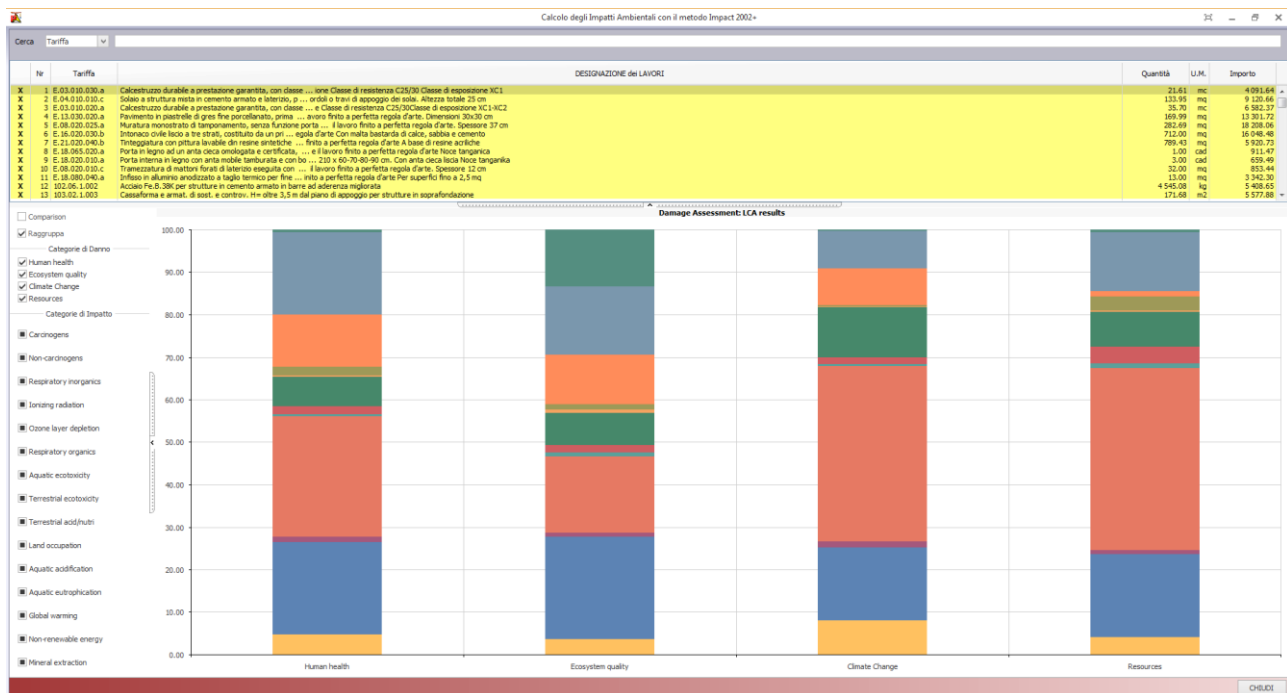


Figura 4. Risultati di impatto ambientale, vista del software Primus v100d – Beta LCA 1.00

CONCLUSIONI

La mitigazione dell’impatto ambientale degli edifici e delle opere civili è sicuramente un aspetto molto importante nelle strategie di sviluppo sostenibile, ma complesso da perseguire.

Le metodologie LCA rappresentano degli strumenti affidabili e oggettivi per la valutazione degli impatti sull’ambiente di materiali e processi, che però risultano ancora scarsamente utilizzati in ambito civile, a causa della difficoltà nella gestione dell’elevata mole di dati necessari per condurre tali analisi. L’elevata mole di dati infatti, scaturisce dall’estrema complessità ed eterogeneità di sistemi, materiali e componenti che caratterizza l’oggetto prodotto dall’industria delle costruzioni.

L’approccio BIM che rivoluzionerà nel prossimo futuro la gestione delle informazioni relative ad opere civili, consentirà di superare questa problematica grazie proprio alla possibilità di gestire numerose informazioni integrandone contenuti e proprietà, supportando i processi decisionali in fase di progettazione.

Il lavoro qui presentato vuole mostrare come l'approccio BIM è potenzialmente in grado di gestire la complessità delle informazioni provenienti da un'analisi LCA, offrendo ai progettisti quindi la possibilità di operare scelte progettuali, avendo a disposizione informazioni chiare sugli impatti ambientali legati alle diverse alternative tecniche a disposizione.

Ovviamente tale opportunità può rendersi disponibile solo a valle di un importante lavoro di inventario e catalogazione degli impatti ambientali legati ai materiali, ai sistemi, ai componenti ed alle lavorazioni che vengono adoperati nell'industria delle costruzioni.

BIBLIOGRAFIA

- Hedemann, J. and U. König (2007). Technical Documentation of the Ecoinvent Database. Final report ecoinvent data v2.0 No. 4, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH.
- ISO:14040 (2006). Environmental management- life cycle assessment-principles and framework, ISO - International Organization for Standardization.
- Jolliet, O., M. Margni, R. Charles, S. Humbert, J. Payet, G. Rebitzer and R. Rosenbaum (2003). " IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology." International journal of Life Cycle Assessment 8(6): 324 – 330.