



LEGAMBIENTE



Kyoto Club

Decarbonizzare le costruzioni: la nuova sfida del settore edilizio

- > L'importanza crescente del carbonio incorporato negli edifici
- > La situazione normativa e le buone pratiche in Italia e all'estero



A cura di
Gabriele Nanni, Andrea Minutolo
ufficio scientifico Legambiente

Emiliana Pandolfo, Katicia Eroe
ufficio energia Legambiente

Con la collaborazione di Arianna Buffa
Legambiente

Ottobre 2023

Progetto "Embodied Carbon Emissions"
finanziato da European Climate Foundation



Sommario

Premessa	4
I METODI DI CALCOLO	6
I SISTEMI E LE METODOLOGIE PRESENTI IN ITALIA E ALL'ESTERO	7
Approfondimento: gli F-Gas	9
I Criteri Ambientali Minimi nell'ambito del carbonio incorporato.....	10
LO STATO DELL'ARTE DELLE NORME IN EUROPA.....	15
REGOLAMENTI E NORME LOCALI	20
LE MIGLIORI PRATICHE DI EDIFICI REALIZZATI	21
LE BUONE PRATICHE IN ITALIA	26
NORME E REGOLAMENTI	26
PROGETTI E EDIFICI REALIZZATI.....	29
LE INNOVAZIONI NEL SETTORE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE.....	34
Approfondimento: utilizzo della canapa in edilizia	37

Premessa

Gli obiettivi stabiliti con gli Accordi di Parigi nel 2015, ossia mantenere l'innalzamento medio della temperatura globale sotto i 2°C e ancor meglio sotto 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali non possono prescindere da uno dei settori chiave, ambientalmente ed economicamente, quale quello delle costruzioni e dell'edilizia.

Inoltre, gli obiettivi del Green Deal europeo, prevedono il taglio delle emissioni climalteranti del 55% entro il 2030 e al loro azzeramento entro il 2050, e chiaramente la lunga filiera che compone l'edilizia deve essere al centro di una conversione dell'economia verso la sua circolarità e sostenibilità.

Come visto con la scorsa edizione di questo rapporto manca la consapevolezza di quali siano le fasi in cui un edificio emette CO₂, ignorando quasi sempre la costruzione vera e propria, il trasporto dei materiali ed il problema, che, se affrontato al meglio diventa risorsa, dello smaltimento a fine vita.

Per questi motivi Legambiente e Kyoto Club, nell'ambito del progetto ECF "Emissioni di carbonio incorporate nel settore delle costruzioni", continuano a portare avanti un lavoro di informazione sul tema, di cui questo rapporto è parte integrante, delineando un quadro della situazione attuale, partendo da dati e studi internazionali, nuovi regolamenti e norme, aggiornando le migliori pratiche sulle emissioni di carbonio incorporate in Italia e a livello internazionale.

Mentre l'efficienza e la diminuzione delle emissioni durante la fase di utilizzo di un edificio sono molto più analizzate, di carbonio incorporato (*embodied carbon*), ancora si parla troppo poco.

Ma proprio per questo motivo, e quindi grazie ai livelli di efficienza raggiunti specialmente nelle nuove costruzioni, limitare la quantità di carbonio incorporato diventa sempre più importante.

Oltre all'importanza che il ruolo dell'informazione riveste, rimane obiettivo cruciale quello di costruire una rete di associazioni, imprese, amministrazioni pubbliche, istituti scientifici, in modo da spingere il Governo ad agire con atti e indirizzi concreti, stabilendo obiettivi e standard minimi tramite norme e leggi, anche per seguire il percorso già iniziato a livello europeo.

Va ricordato come, secondo le analisi della Commissione Europea, il settore delle costruzioni è responsabile del 40% della domanda di energia primaria nell'Unione Europea e del 36% delle emissioni di gas serra. In Italia il settore residenziale contribuisce per circa il 28% alla domanda di energia e per il 24,2% alle emissioni climalteranti.

L'attenzione alla riduzione delle emissioni in tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio, a partire dalla scelta dei materiali, rappresenta, quindi, un tassello fondamentale nel percorso di mitigazione dei cambiamenti climatici di cui il settore edile deve essere protagonista, a cui si affiancano soluzioni di adattamento che funzionano in sinergia; basti pensare all'installazione di tetti verdi per migliorare i livelli di isolamento termico, ma anche per drenare le acque piovane in caso di eventi estremi.

Le stime di Green Building Council¹ parlano di come oltre il 50% delle emissioni totali di carbonio di tutte le nuove costruzioni globali tra il 2020 e il 2050 saranno proprio dovute al carbonio incorporato e quindi in gran parte alle emissioni relative ai materiali ed alla fase di costruzione (o ristrutturazione) degli edifici. Nonostante le difficoltà nei calcoli e nel tracciamento del carbonio incorporato negli edifici e nelle infrastrutture, stime attendibili come quelle del Global Status Report 2017 redatto dallo United Nations Environment Programme (UNEP) parlano dell'11% delle emissioni globali di gas serra. Ovviamente non va dimenticato il carbonio operativo, ossia quello emesso durante l'uso dell'edificio e per la sua manutenzione, che costituisce il 28% delle emissioni climalteranti globali.

Con il carbonio incorporato, o *embodied carbon*, viene quindi misurato l'impatto ambientale globale e quindi le emissioni di gas climalteranti, analizzando e considerando l'origine dei materiali da costruzione, il trasporto dei materiali, le fasi di gestione del cantiere, per poi passare alle emissioni in fase di utilizzo, manutenzione, ristrutturazione e gestione del fine vita dell'edificio (demolizione selettiva, riutilizzo dei materiali etc.).

Di particolare importanza è il peso dei materiali da costruzione "tradizionali" (cemento, laterizi, aggregati) per via degli impatti paesaggistici ed ambientali durante il prelievo, in particolare in un Paese come l'Italia dove sono tradizionalmente presenti materiali litoidi di pregio. Secondo l'ultimo rilevamento effettuato con il Rapporto Cave 2021² di Legambiente risultano 4.168 cave autorizzate, 14.141 dismesse o abbandonate e 29 milioni i metri cubi di sabbia e ghiaia estratti all'anno. A questi vanno aggiunti 26,8 milioni di metri cubi di calcare e 6,2 milioni di metri cubi di pietre ornamentali, materiali largamente impiegati nel settore edile.

È importante prendere in considerazione anche il concetto di *embodied energy*, l'energia incorporata, che misura l'impatto energetico dell'edificio preso in considerazione, sempre analizzando tutte le fasi incluse nel processo. Si tratta quindi dell'energia che viene usata per realizzare un prodotto, includendo l'estrazione delle materie

¹ <https://www.worldgbc.org/buildinglife>

² <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/07/Rapporto-Cave-2021.pdf>

prime (o l'utilizzo di materiali naturali e/o riciclati), il trasporto, la manifattura, l'assemblaggio, l'installazione e le fasi di fine vita.

Carbonio incorporato ed energia incorporata sono parti fondamentali del ragionamento verso un settore edile con impatti ambientali sempre più ridotti e con l'obiettivo di arrivare ad azzerare le emissioni. Gli esperti del settore concordano sul tassello più importante del processo: includere i calcoli e i ragionamenti sul carbonio incorporato nella pianificazione. In questa fase, infatti, vengono stabiliti i punti cardine della sostenibilità nelle costruzioni e che avranno quindi un impatto sull'intero ciclo di vita dell'edificio.

Questa fase, vista anche la necessità di sviluppare una politica lungimirante in grado di accelerare il processo di riqualificazione degli edifici, è anche il momento ideale per inserire nelle normative parametri sempre più stringenti, pensando alle diverse opzioni, simulare la selezione di materiali, geometrie, impiantistica, sempre nell'ottica della sostenibilità, sia in fase di realizzazione sia in quella operativa.

Quello che fino a ieri è stato considerato un settore ad alto impatto ambientale e consumo di materiali - oltre che di suolo - può essere considerato oggi un tassello fondamentale della rivoluzione dell'economia circolare, grazie alle innumerevoli possibilità di riciclo, recupero e di innovazione applicata nel settore dei materiali.

I METODI DI CALCOLO

Al momento ancora non esiste un consenso internazionale per un uso omogeneo delle varie metodologie di calcolo e va sottolineato come, ad oggi, anche le definizioni che si trovano nella letteratura scientifica fanno riferimento a **diversi sistemi e tipi di emissioni**.

In alcuni casi, infatti, vengono prese in considerazione le sole emissioni di CO₂, mentre in altri vengono inclusi i principali gas identificati nel Protocollo di Kyoto come responsabili del riscaldamento globale, oltre all'anidride carbonica, il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), gli idrocarburi fluorati e perfluorati (HFC e PFC) ed esafluoruro di zolfo (SF₆).

Uno strumento utile, e gratuito, è quello lanciato dall'agenzia di consulenza ambientale **Circular Ecology**, nel Regno Unito, per calcolare e confrontare le emissioni incorporate di diverse miscele di calcestruzzo.

Si tratta di un foglio di calcolo³ in cui inserire i vari materiali e le quantità che si prevede di utilizzare per una costruzione. Lo strumento, attivo online dal 2020, può aiutare i professionisti a

³ <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>

progettare e realizzare edifici a basse emissioni di carbonio, grazie anche all'inserimento della miscela costituente del calcestruzzo selezionato, che è spesso disponibile nei certificati di progettazione del calcestruzzo forniti dal produttore, ma sul quale l'utente finale (in questo caso progettisti e costruttori) non aveva informazioni dettagliate sull'impatto ambientale.

Ad esempio, si possono raggiungere riduzioni di carbonio incorporato inserendo nella miscela scorie d'altoforno granulate macinate e ceneri, sottoprodotti del processo di produzione della ghisa, sostituendo parte del contenuto di cemento.

Negli Stati Uniti è stato realizzato lo strumento "**Embodied Carbon in Construction Calculator**" (abbreviato in EC3), grazie a Skanska USA ed al Carbon Leadership Forum dell'Università dello Stato di Washington, oltre che ai rappresentanti dell'industria edile, e finanziato da Skanska e Microsoft.

Il proposito è quello di facilitare e diffondere i calcoli relativi alle reali emissioni climalteranti degli edifici, sottolineando quanto questa nuova visione sia fondamentale visto che potrebbe addirittura diventare secondario quanto efficientemente vengono gestiti o migliorati gli edifici nel tempo se non tagliamo nettamente le emissioni prodotte a monte del processo di costruzione.

Skanska ha collaborato con lo sviluppatore di software "C Change Labs" per sviluppare una soluzione che consentirebbe all'industria edile di accedere ai dati sulle emissioni di carbonio dei materiali e visualizzarli facilmente, consentendo loro di fare scelte meno impattanti durante le fasi di scelta dei materiali e di approvvigionamento degli stessi. Nel 2018 è stata attivata una piattaforma open source per massimizzare l'impatto di questo strumento. Nel database sono presenti oltre 16.000 materiali e nel periodo pilota dello strumento EC3, i progetti di sviluppo stanno realizzando riduzioni di carbonio incorporate fino al 30%, semplicemente grazie all'accesso a informazioni tecniche dettagliate e senza significativi impatti finanziari, ma anzi, nella maggior parte dei casi, sono neutrali in termini di costi.

I SISTEMI E LE METODOLOGIE PRESENTI IN ITALIA E ALL' ESTERO

Per arrivare a identificare in maniera corretta la quantità di carbonio incorporato di un materiale, o di un intero edificio, è necessaria quindi una **valutazione del ciclo di vita (LCA)**, che includa tutte le fasi ossia, come spesso sintetizzato, "from cradle to grave" (dalla culla alla tomba). Altro approccio è quello cosiddetto "dalla culla alla culla",

ossia quando successivamente alla fase di fine vita di un prodotto viene iniziato un processo di riciclaggio.

In sintesi, una valutazione dell'impronta di carbonio (o di carbonio incorporato) è un sottoinsieme della maggior parte degli studi LCA e considera solo la categoria di impatto ambientale dei gas a effetto serra, mentre, come già accennato, il carbonio incorporato in aggiunta alle emissioni di carbonio in uso derivanti dal funzionamento dell'edificio (ossia il carbonio operativo) e di quelle della fase di fine vita costituiscono l'impronta di carbonio dell'intero ciclo di vita dell'edificio.

Per questi motivi uno degli aspetti da considerare nel conteggio delle emissioni è quello del sequestro di carbonio, con particolare riferimento ai materiali come il **legno**. Si tratta, infatti, di biomassa vegetale che durante la fase di crescita assorbe carbonio e ne va quindi tenuto conto fino al momento della demolizione dell'edificio.

All'opposto i **materiali isolanti** sono tra quelli caratterizzati da un'elevata energia incorporata e da alti livelli di carbonio incorporato. Un contributo importante a questo tema viene dalla rete creata dal World Green Building Council e dall'idea di lanciare il "Net Zero Carbon Buildings Commitment", con l'obiettivo di ridurre di almeno il 40% le emissioni di carbonio incorporato nella costruzione e ristrutturazione di edifici ed infrastrutture **entro il 2030**. Inoltre, con questo impegno si vuole raggiungere **quota zero emissioni entro il 2050**.

Tra i passaggi fondamentali prefissati da GBC vi è quello di riqualificare gli edifici invece di costruirne di nuovi, poiché la **ristrutturazione di un'abitazione porta fino al 75% in meno di emissioni rispetto ad una nuova costruzione**. Ciò è particolarmente vero nel caso in cui le fondamenta e la struttura rimangono intatte dato che la maggior parte della CO₂ e delle emissioni incorporate risiedono lì. Anche l'utilizzo di miscele cementizie a basso contenuto di CO₂ contribuirà in maniera significativa alla diminuzione delle emissioni, grazie a materiali quali ceneri leggere, argilla calcinata e il calcestruzzo riciclato, limitando al tempo stesso l'uso di acciaio, alluminio, plastica e poliuretano espanso.

Fondamentale poi il riutilizzo di materiali e massimizzare l'**efficienza della struttura** portante, visto che si tratta della parte di un edificio maggiormente responsabile di emissioni di CO₂ incorporate.

Anche negli Stati Uniti si spinge verso questa direzione e l'**American Institute of Architects** (AIA), concorda nel sostenere che rinnovare e riutilizzare può portare ad un risparmio di emissioni di carbonio fino 75%, in comparazione con la costruzione di nuovi edifici.

Approfondimento: gli F-Gas

Gli IdroFluoroCarburi (HFC) sono tra i gas serra più potenti; infatti, il loro indice di riscaldamento globale (GWP) è anche migliaia di volte maggiore di quello della CO₂, a cui per convenzione viene dato valore 1.

Proprietà degli F-gas

Formule chimiche:

HFC, PFC, SF₆, NF₃

Tempi di permanenza in atmosfera:

HFC: fino a 270 anni

SF₆: 22.800 anni

PFC: 2.600 - 50.000 anni

NF₃: 740 anni

Potenziale di riscaldamento globale (GWP):

HFC: fino a 14.800

SF₆: 25 000

PFC: fino a 12.200

NF₃: 17.200

Fonte: Legambiente, 2021 - Rinfreschiamoci senza riscaldare il pianeta 4.0⁴

È per questo che in Europa si sta discutendo la revisione del Regolamento F-gas 517/2014, chiedendo ambizione e sostenibilità per i settori che utilizzano F-gas e per la loro graduale dismissione a favore di tecnologie più green. Infatti, agli HFC utilizzati in modo massivo nei campi della refrigerazione (tutto il settore del freddo per la conservazione e trasporto di cibo, farmaci, etc), condizionamento (aria condizionata e comfort) e riscaldamento (le famose pompe di calore), vengono contrapposti i refrigeranti naturali, con GWP prossimi allo zero. Questi refrigeranti naturali sono la CO₂ (GWP 1), l'ammoniaca (GWP 0) e alcuni idrocarburi (es. propano, GWP 3) sono l'innovazione di cui l'industria italiana può vantare una grande esperienza e concretezza, raccontata da Legambiente anche con l'Unione del Caldo e del Freddo Green.

⁴ <https://www.legambiente.it/news-storie/inquinamento/climatizziamoci-senza-surriscaldare-il-pianeta/>

I Criteri Ambientali Minimi nell' ambito del carbonio incorporato

In Italia, ormai da alcuni anni, sono stati introdotti e definiti alcuni requisiti ambientali obbligatori in diversi ambiti, tra cui quelli delle costruzioni edili. Si tratta dei **Criteri Ambientali Minimi**, che contribuiscono non solo alla decarbonizzazione del settore perché prevedono **quantità minime di materiali riciclati da impiegare** nel settore delle costruzioni e ristrutturazioni, ma anche ad una **maggior trasparenza sui dati** e sulla **provenienza** dei materiali stessi.

I primi Criteri Ambientali Minimi sono stati introdotti con Decreto del Ministero dell'Ambiente il 24 dicembre 2015 per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici e per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione. Il Decreto, in seguito aggiornato dal DM 11 ottobre 2017, illustra le specifiche tecniche dei componenti edilizi come calcestruzzi, laterizi, prodotti in legno, per garantire il raggiungimento di determinati criteri legati alla percentuale di riciclato e alla presenza di sostanze pericolose.

In riferimento all'intero edificio (da ristrutturare o da realizzare ex novo) il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il **15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati**. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali. Per i calcestruzzi e relativi materiali componenti confezionati in cantiere, preconfezionati e prefabbricati è previsto un contenuto minimo di materia riciclata di almeno il 5% in peso, come somma delle percentuali di materia riciclata contenuta nei singoli componenti (cemento, aggiunte, aggregati, additivi), compatibilmente con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche.

Stessa richiesta del 5% in peso per il gesso destinato per la posa in opera delle tamponature, tramezzature e controsoffitti. Gli isolanti devono contenere quantità minime di materiale riciclato, misurato sul peso del prodotto finale. Per i laterizi è previsto invece un contenuto minimo di materia riciclata di almeno il 10% in peso per le murature e i solai, mentre per coperture, pavimenti e muratura faccia vista è previsto il 5% in peso. Per materiali e i prodotti costituiti di legno o in materiale a base di legno, o contenenti elementi di origine legnosa, il materiale deve provenire da boschi/foreste gestiti in maniera sostenibile/responsabile o essere costituito da legno riciclato o un insieme dei due.

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato; qualora si tratti di acciaio da forno elettrico il contenuto minimo di materiale riciclato deve essere pari al 70%, mentre nel caso di acciaio da ciclo integrale il contenuto

minimo di materiale riciclato deve essere pari al 10%. Per la plastica il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati.

Un capitolo a parte riguarda i materiali per l'isolamento termico e acustico. Si sottolinea che laddove il materiale utilizzato nell'opera non sia citato nel documento dei CAM non è soggetto a nessuna prescrizione se non quelle generali che riguardano l'intero edificio.

L'ultimo aggiornamento è quello del **6 agosto 2022**, quando è stata pubblicata in Gazzetta Ufficiale la revisione dei CAM per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi. In questa revisione viene posta particolare attenzione all'approccio LCA e si sottolinea come in fase progettuale si debba "considerare il "sistema edificio" nel suo insieme di aspetti prestazionali coerentemente al processo di rendicontazione ambientale anche operato mediante protocolli energetico ambientali (rating system) nazionali ed internazionali".

Le novità riguardano le premialità previste in caso di competenze qualificate, da parte dei progettisti, sugli aspetti ambientali ed energetici degli edifici, ma anche da parte dei posatori se esperti del materiale da installare. Viene poi preso in considerazione il Building Information Modeling, il processo per la creazione e la gestione delle informazioni su un progetto di costruzione durante l'intero ciclo di vita, ed anche in questo caso sono previsti punteggi premianti per l'operatore economico che si impegna a implementare la base dati del BIM con le informazioni ambientali relative alle specifiche tecniche progettuali, per i prodotti da costruzione ed alle specifiche relative al cantiere.

Un aspetto importante è quello dell'applicazione dei CAM aggiornati, validi ed obbligatori anche per gli edifici ricadenti nell'ambito del codice dei beni culturali e del paesaggio, nonché a quelli di valore storico-culturale e testimoniale individuati dalla pianificazione urbanistica. Ovviamente in questo contesto dovranno essere analizzati gli interventi caso per caso e gli obblighi si intendono ad esclusione di vincoli, tutele, piani, norme e regolamenti, qualora siano più restrittivi.

In questi mesi è in corso **un'ulteriore revisione** dei CAM del settore edilizio con una particolare spinta, sotto forma di premialità, verso il ricorso all'analisi del ciclo di vita degli edifici (LCA). L'approccio sarà quello "*from cradle to gate*" e andrà ad analizzare le fasi di produzione dei materiali e del loro trasporto, i consumi operativi degli edifici, l'impiantistica, il recupero e riciclo dei materiali a fine vita.

Inoltre, la revisione, oltre ad andare nella direzione di dare sempre di più indicazioni chiare e semplificate, si allinea ad esempio per quanto riguarda i criteri di vaglio tecnico del settore al principio DNSH (Do Not Significant Harm) dei progetti del PNRR; vengono inoltre inseriti

concetti e predisposizioni sulla riduzione degli impatti ambientali e climatici delle nuove realizzazioni e delle ristrutturazioni, l'importanza del risparmio idrico e del recupero delle acque meteoriche.

Un'altra importante novità normativa dell'ultimo anno riguarda il **Decreto 27 settembre 2022 n. 152** che stabilisce i criteri secondo cui **i rifiuti inerti derivanti da attività di costruzione e di demolizione** (e gli altri rifiuti inerti di origine minerale specificati nel regolamento sottoposti ad operazioni di recupero) **cessano di essere qualificati come rifiuti ai sensi dell'articolo 184-ter del Dlgs 152/2006**. Un provvedimento **atteso da anni** e che facilita il trattamento di rifiuti inerti da costruzione e demolizione e da rifiuti inerti di origine minerale, che diventano quindi aggregati di recupero di varia granulometria con prestazioni analoghe a quelli provenienti da cave. In questo modo si spinge anche alla produzione di aggregati recuperati che provengono da manufatti sottoposti a **demolizione selettiva**, che, come specificato nel Decreto saranno quelli ammessi in via preferenziale.

Nello specifico il Decreto ministeriale stabilisce i rifiuti interessati, i criteri di conformità per stabilire la cessazione della qualifica di rifiuto, a quali fini si possono utilizzare i prodotti riciclati (come sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali, recuperi ambientali, riempimenti e colmate, confezionamento di calcestruzzi e miscele legate con leganti idraulici). Vengono stabiliti poi i criteri ai fini della cessazione della qualifica di rifiuto con, in totale, 29 parametri da rispettare, con unità di misura e concentrazione limite.

Un lavoro eccezionale di sintesi, con l'obiettivo di arrivare a decarbonizzare il settore edilizio, è stato recentemente elaborato da **Green Building Council Italia**.

Si tratta della **Roadmap Italiana** per la decarbonizzazione degli edifici al 2050, che si pone come guida per indicare la strada per il raggiungimento della neutralità climatica per l'ambiente costruito, mediante un approccio sistemico. Il documento, inclusi gli allegati tecnici e finanziari, è consultabile gratuitamente al sito <https://gbcitalia.org/area-download/roadmap/>

Nel documento principale vengono esplicitati anche altri obiettivi importanti del lavoro, quali:

- **Informare e sensibilizzare gli stakeholder** della filiera e la società sui temi della neutralità climatica e sugli obiettivi e le azioni necessarie per azzerare gli impatti degli edifici nel ciclo di vita;
- **Informare e convincere i vari livelli di governo sulla necessità di adottare gli obiettivi e le proposte** della roadmap, integrandoli nei principali piani e strumenti regolatori di riferimento per guidare la trasformazione dell'ambiente costruito e istruire gli attori della filiera;
- **Fornire soluzioni tecniche, finanziarie e metodologiche** a supporto degli obiettivi e delle azioni della Roadmap;

· **Coinvolgere attivamente i decisori politici e gli stakeholder della filiera con una dichiarazione di impegno** al raggiungimento degli obiettivi progressivi proposti attraverso azioni condivise e rendicontate.

La Roadmap è strutturata con tappe intermedie, mentre l'obiettivo finale, nell'ambito della circolarità del settore delle costruzioni è di **arrivare al 2050 con tutti gli edifici di nuova costruzione, e quelli ristrutturati, progettati e gestiti affinché il loro ciclo di vita sia massimizzato ed i relativi rifiuti siano valorizzati mediante decostruzioni selettive, e processi di riciclo, recupero e riuso.**

Per le tappe intermedie, **entro il 2025** si prevede di **organizzare tavoli di lavoro nazionali per completare il quadro di normative** per la certificazione della qualità dei materiali e componenti da costruzione riciclati. Le **aree di cantiere** dovranno essere organizzate con **zone per la raccolta differenziata** dei rifiuti da demolizione e costruzione. Vengono definite le **linee guida nazionali per i dati da includere nei passaporti dei materiali** e componenti per l'edilizia, con una **piattaforma digitale** per la raccolta dei passaporti dei materiali. Sono previste, in diverse aree d'Italia, filiere industriali e **centri pilota per la raccolta, il riciclo e riuso** dei materiali e componenti da decostruzione.

Gli ordini e i collegi professionali, le camere di commercio, le pubbliche amministrazioni e tutti gli organi di formazione competenti, devono organizzare **percorsi formativi** sui temi della digitalizzazione del processo edilizio e sulla creazione di gemelli digitali dell'edificio, combinando la sostenibilità ambientale con la digitalizzazione del processo edilizio.

Tra gli obiettivi da realizzare **entro il 2030**, oltre a quello di completare il quadro di normative nazionali sulla riutilizzabilità dei materiali, almeno **l'80% dei rifiuti da demolizione e da costruzione dovrà essere recuperato, riciclato o predisposto per il riuso.** In questa fase le filiere industriali per il riciclo dei rifiuti da demolizione e costruzione e i centri territoriali di raccolta sono attivi e funzionali, mentre i produttori di materiali e componenti immettono sul mercato solamente prodotti disassemblabili e recuperabili a fine vita. Dal lato digitalizzazione si prevede la realizzazione del modello digitale dell'edificio in cui si raccolgono le informazioni relative ai passaporti dei materiali e componenti. L'intervento deve essere rendicontato con un sistema che misuri la sostenibilità dell'intervento (es. protocolli, Level(s)).

Ultimo tassello, da realizzare **entro il 2040, il 100%** dei rifiuti da demolizione e da costruzione **viene recuperato, riciclato o predisposto per il riuso**, esclusi i rifiuti speciali pericolosi e tossici per cui si prevedono adeguate modalità di trattamento specifiche.

Va sottolineata, infine, l'importanza dell'allegato **“Strumenti per la decarbonizzazione: contabilizzazione dell'Embodied Carbon nel ciclo di vita di un manufatto edilizio”**

In questo documento viene spiegato come la valutazione del carbonio incorporato sia da intendersi come un processo di valutazione sequenziale, contraddistinto da **diverse fasi di analisi e approfondimento**, sulla base dello stato di avanzamento del progetto: preliminare ed esecutivo. Le valutazioni vengono contraddistinte secondo un duplice approccio, dove la fase preliminare è caratterizzata da un **metodo base** di valutazione dell'embodied carbon di un manufatto edilizio, mentre la fase esecutiva fa invece riferimento a un **approccio di tipo avanzato**, in cui i materiali e le tecnologie si riferiscono a prodotti specifici, identificati all'interno di documenti a corredo del progetto così come a informazioni dettagliate inerenti macchinari, mezzi di trasporto e impianti a servizio dell'edificio.

Va citato poi, tra i sistemi di certificazione presenti in Italia che hanno da sempre spinto all'abbassamento delle emissioni climalteranti nel settore delle costruzioni, a partire dalle fasi progettuali e di cantiere fino a quelle di utilizzo dell'edificio, CasaClima. In particolare, **CasaClima Nature** certifica un edificio non solo dal punto di vista energetico ma anche in relazione agli **impatti sull'ambiente, sulla salute** e il **benessere delle persone** che ci vivono. Questa specifica certificazione introduce una valutazione oggettiva dell'eco-compatibilità dei materiali e dei sistemi impiegati nella costruzione, oltre che dell'**impatto idrico** dell'edificio. Nello specifico per calcolare l'impatto ambientale dei materiali da costruzione vengono considerate l'energia primaria non rinnovabile, il potenziale di acidificazione ed il potenziale effetto serra.

LO STATO DELL' ARTE DELLE NORME IN EUROPA

In Europa, al momento, la normativa di riferimento per la valutazione dell'energia e del carbonio incorporati negli edifici è la **EN 15978:2011 "Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method"**, che indica le varie fasi necessarie alla realizzazione di un edificio e ne suddivide gli impatti relativamente ai livelli di carbonio incorporato in:

- **impatti iniziali** (approvvigionamento, trasporto e produzione dei materiali; trasporto e installazione durante la fase di costruzione);
- **impatti ricorrenti e di fine vita** (riparazioni, manutenzioni, ristrutturazioni; demolizione, trasporto e fine vita dei materiali);
- **recupero** (riuso e riciclo dei materiali).

Accelerare la decarbonizzazione degli edifici, in tutte le fasi e componenti, rappresenta uno dei punti chiave per raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica dell'UE entro il 2050.

Il piano d'azione europeo per l'economia circolare cerca di facilitare l'adozione di materie prime seconde, che possono ridurre fino al 70% delle emissioni associate agli edifici utilizzando materiali da costruzione riciclati anziché vergini.

Va sottolineato però come per sfruttare appieno il potenziale della circolarità sia necessaria una migliore raccolta e divulgazione delle informazioni. Ci sono già passi positivi, anche se insufficienti, in questa direzione nell'ambito della legislazione UE. Ad esempio, la proposta di revisione della Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia utilizza la **metodologia "Level(s)"** per informare sull'impatto globale di anidride carbonica degli edifici ed include indicatori di circolarità, ma si tratta di cambiamenti limitati alle sole nuove costruzioni di grandi dimensioni.

Un altro dei punti fondamentali di intervento è costituito dal Regolamento sui Prodotti da Costruzione, all'interno del quale vengono stabiliti requisiti di informazione obbligatoria sulle emissioni incorporate nei materiali da costruzione.

Il Regolamento garantisce la libera circolazione dei materiali all'interno del mercato unico, stabilendo norme armonizzate per l'immissione sul mercato dell'UE dei prodotti da costruzione. Ciò garantisce la disponibilità di informazioni affidabili e univoche a professionisti, autorità pubbliche e consumatori, in modo che possano confrontare le prestazioni di diversi prodotti provenienti da diversi Paesi.

Il 30 marzo 2022 la Commissione europea ha pubblicato la proposta di revisione del Regolamento per i Prodotti da Costruzione "CPR -

REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL - Laying down harmonised conditions for the marketing of construction products, amending Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Regulation (EU) 305/2011". Una prima discussione sulla revisione si è tenuta il 15 giugno 2022.

I due obiettivi principali sono quelli di realizzare un **mercato unico** ed efficiente per i materiali da costruzione e contribuire al raggiungimento degli obiettivi della **transizione verde e digitale**.

Significative le differenze e le modifiche apportate rispetto alla versione ancora attualmente in vigore. Tra queste è stata data maggiore chiarezza alla definizione dell'ambito di applicazione con l'**inclusione dei prodotti da costruzione "riutilizzati" e stampati in 3D**, nonché di manufatti quali piccoli edifici unifamiliari prefabbricati (con superficie minore di 180 m² o di 100 m² su due piani).

Verrebbero, poi, introdotti i **requisiti ambientali, funzionali e di sicurezza** per i prodotti da costruzione in linea con i principi del Green New Deal e dell'Economia circolare con l'obbligo per i produttori di fornire una nuova **"dichiarazione di conformità"** complementare ad una dichiarazione di prestazione. Si propone anche la richiesta di fornire un elenco di **requisiti generali di sostenibilità** (da definire ulteriormente per i singoli prodotti) e l'allineamento al regolamento sulla **progettazione ecocompatibile** per i prodotti sostenibili, sulla sostenibilità climatica e ambientale e sul passaporto digitale dei prodotti. Inoltre, tra le iniziative europee per la spinta alla sostenibilità delle costruzioni, nel febbraio 2022 il settore ha avviato, con il sostegno della Commissione, un partenariato per le competenze nell'ambito del **Patto per le Competenze**. La collaborazione mira a riqualificare almeno il 25% della forza lavoro del settore edile nei prossimi cinque anni, che corrisponde a tre milioni di lavoratori.

Con queste misure la Commissione Europea vuole mirare a trasformare questo settore attraverso i portatori di interessi. Per i **produttori** si punta sulla creazione e sull'utilizzo di un linguaggio tecnico comune nella dichiarazione delle prestazioni dei prodotti; **per le amministrazioni, locali e nazionali**, ad un linguaggio comune che specifica i requisiti per i materiali nei Regolamenti Edilizi; per i **professionisti**, architetti, ingegneri e costruttori, si spinge alla scelta dei prodotti più idonei per le proprie opere edili.

L'importanza del tema aveva portato, la scorsa primavera, 23 organizzazioni tra industrie, associazioni e ONG, a chiedere ai rappresentanti degli Stati membri nel Consiglio di sostenere disposizioni ambientali ambiziose per i prodotti da costruzione nella revisione del regolamento.

Il 30 giugno 2023 il Consiglio europeo ha adottato la sua posizione negoziale sul regolamento sui prodotti da costruzione (CPR). La posizione sostiene gli obiettivi generali della proposta ma cerca di

chiarire alcuni elementi per garantire la coerenza con altre normative correlate, come il regolamento sulla progettazione ecocompatibile.

Il nuovo regolamento **allineerà i prodotti da costruzione ai principi dell'economia circolare, in modo che durino più a lungo, siano più facili da riparare e possano essere riciclati alla fine del loro ciclo di vita, oltre ad armonizzare le regole per rendere i prodotti da costruzione disponibili sul mercato.**

L'obiettivo è creare standard europei comuni e rimuovere gli ostacoli alla libera circolazione dei prodotti da costruzione nel mercato interno. Il regolamento adottato dal Consiglio propone l'armonizzazione caso per caso dei prodotti da costruzione disponibili sul mercato, ma amplia anche il campo di applicazione del regolamento per includere prodotti usati e rigenerati attraverso specifiche tecniche dedicate.

Il mandato negoziale chiarisce, inoltre, la procedura per l'armonizzazione dei prodotti. Il punto di partenza sarà una richiesta inviata al Comitato europeo di standardizzazione (CEN), che riunisce gli organismi nazionali di standardizzazione dei 27 Stati membri più Islanda, Norvegia, Macedonia del Nord, Serbia, Svizzera, Turchia e Regno Unito. Se il CEN non riesce a fornire una norma, la Commissione sarà autorizzata ad adottare atti di esecuzione di riserva. Le disposizioni sulle autorità di notifica e sugli incentivi degli Stati membri per i prodotti da costruzione ecologici e gli appalti pubblici verdi sono state allineate al Regolamento sulla progettazione ecocompatibile. La posizione del Consiglio autorizza la Commissione a stabilire requisiti ambientali obbligatori per gli appalti pubblici o incentivi per l'acquisizione di prodotti da costruzione.

Vengono specificate in dettaglio la progettazione e le funzionalità della futura banca dati europea per i prodotti da costruzione, al fine di renderla più *user-friendly* per gli operatori economici, in modo che possano aggiornare facilmente il contenuto e la documentazione, e per facilitarne la rendicontazione. Semplificherà, inoltre, l'accesso per le autorità di vigilanza e garantirà un elevato livello di sicurezza e protezione contro le frodi.

Ora la presidenza del Consiglio dovrà avviare i negoziati con il Parlamento europeo, che inizieranno non appena il Parlamento adotterà la sua posizione.

Va ricordato, inoltre, che un quadro di riferimento per la sostenibilità delle costruzioni viene dalla norma **UNI EN 15643:2021 per la valutazione degli edifici e delle opere di ingegneria civile**. Il documento fa parte di una serie di norme europee scritte dal CEN/TC 350 che forniscono un sistema per la valutazione di sostenibilità degli edifici e delle opere di ingegneria civile utilizzando l'approccio del ciclo di vita. Lo scopo della norma è quello di fornire un quadro di riferimento con principi, requisiti e linee guida per la valutazione delle prestazioni ambientali, sociali ed economiche di un edificio e/o opera

di ingegneria civile o di una loro combinazione a "livello d'inquadramento". Quindi un approccio a 360 gradi per comprendere gli impatti delle costruzioni edili non solo dal punto di vista ambientale.

Nel contesto europeo molto si è già fatto in alcuni Paesi. Ad esempio in **Francia**, dove la normativa richiede che tutti i nuovi edifici pubblici siano costruiti con almeno il 50% di legno o altri materiali naturali a base biologica realizzati con materia derivata da organismi viventi come canapa e paglia. Inoltre esiste il "Bâtiment à Énergie Positive et Réduction Carbone (E+C-)", un programma pilota che incentiva i costruttori e gli sviluppatori a raggiungere obiettivi basati sulle prestazioni energetiche e di carbonio per l'intero ciclo di vita degli edifici.

Un bando di progetto lanciato a fine 2018 ha consentito la realizzazione di 6.000 alloggi sociali "E+C-". Questo programma pilota è diventato obbligatorio dal primo gennaio 2022, attraverso la nuova normativa ambientale "RE2020" inclusa nella legge sulla transizione energetica per la crescita verde. I progetti non riceveranno più incentivi per la partecipazione e ci si aspetta che soddisfino i limiti di carbonio del ciclo di vita.

Le soglie di emissione di carbonio previste dalla normativa RE2020 sono state progettate per essere ridotte gradualmente nel tempo, scendendo del 15% entro il 2025 rispetto ai valori del 2022, poi di un ulteriore 10% nel 2027 rispetto al 2025 e di un altro 15% entro il 2031 rispetto al 2027. Nel complesso, ciò comporterà una riduzione delle soglie di emissione di carbonio del 52% entro il 2031, rispetto al 2022.

Altro esempio è quello della **Finlandia** dove la legge sugli appalti pubblici e sui contratti di concessione (1397/2016) delinea una serie di requisiti che includono il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra dei materiali, la selezione di opzioni che siano sia a basso costo sia ottimizzate per le emissioni di carbonio, che richiedano almeno il 10% dei materiali da riciclare ed eseguire un audit di tutti i componenti riutilizzabili prima della demolizione.

La Finlandia sta anche sviluppando una normativa per l'edilizia a basse emissioni di carbonio in modo da raggiungere la neutralità entro il 2035, in anticipo rispetto all'obiettivo dell'Unione Europea al 2050. La normativa, che entrerà in vigore all'inizio del 2024, comporterà l'introduzione di limiti di carbonio per diversi tipi di edifici; i limiti saranno supportati da un database delle emissioni simile al database INIES francese, che copre prodotti e materiali da costruzione, nonché fonti di energia, metodi di trasporto, operazioni del sito e gestione dei rifiuti.

Al momento il governo finlandese sta preparando i decreti che saranno inclusi nel codice edilizio nazionale.

In **Svezia**, a partire da gennaio 2022, le imprese immobiliari sono obbligate a calcolare le emissioni di carbonio incorporato dei nuovi

edifici prima di sottoporli al vaglio del governo locale per poter ricevere il permesso di costruzione definitivo. Secondo il Climate Disclosure Act per i nuovi immobili, questi calcoli devono coprire le cosiddette emissioni incorporate dirette, tenendo in considerazione la produzione iniziale dei materiali e le diverse fasi di costruzione del ciclo di vita di un edificio.

Nei **Paesi Bassi**, già dal 2013, è in vigore un Decreto che richiede che per tutti i nuovi edifici residenziali e nel caso di uffici di dimensioni superiori a 100 m² vengano calcolate le emissioni climalteranti, incluso il carbonio incorporato. Dal 1° gennaio 2018 si è aggiunta l'applicazione di un valore limite massimo che successivamente, dal 1° luglio 2021, è stato abbassato per le nuove abitazioni. L'obiettivo è di rafforzare gradualmente il requisito, per arrivare a dimezzarlo al più tardi entro il 2030.

In **Svizzera** è diffuso "Minergie-Eco", un marchio per la costruzione di edifici nuovi o ristrutturati, nel quale i calcoli del carbonio incorporato rappresentano uno dei suoi requisiti. Il programma fornisce uno strumento gratuito per il calcolo dell'energia incorporata nelle prime fasi di progettazione. Questo requisito è volontario sul territorio svizzero ma richiesto obbligatoriamente dal Comune di Zurigo.

Nel marzo 2021, in **Danimarca**, il governo ha introdotto obiettivi nei regolamenti edilizi per il carbonio a vita intera, in vigore dal 2023. Questo approccio include sia il carbonio operativo che quello incorporato. Gli edifici inferiori a 1.000 m² inizialmente dovranno solo calcolare la valutazione del ciclo di vita (LCA), mentre gli edifici superiori a 1.000 m² dovranno rispettare i limiti di carbonio durante l'intero ciclo di vita (CO₂e). Ciò vale per tutte le tipologie di edifici. Il valore limite iniziale è di 12 kg CO₂e/m²/anno, mentre in maniera volontaria si può rispettare il valore limite di 8 kg CO₂/m²/anno. I valori verranno inaspriti ogni due anni fino al 2029. La regolamentazione degli edifici più piccoli dovrebbe iniziare nel 2025.

I nuovi requisiti danesi prevedono che tutti i nuovi edifici debbano documentare il loro impatto ambientale su una durata di vita di 50 anni attraverso il calcolo LCA e che i nuovi edifici sopra i 1000 metri quadrati debbano rispettare il valore limite di 12 kg di CO₂ equivalente per metro quadrato all'anno.

L'obiettivo dei requisiti è ridurre l'impatto climatico del settore edile, prepararlo a costruire in modo più sostenibile e, allo stesso tempo, promuovere soluzioni rispettose del clima e delle risorse nell'edilizia.

Passi in avanti importanti vengono anche dagli **Stati Uniti**. Le politiche che riguardano il carbonio incorporato sono state introdotte in otto stati nel 2021: Washington, Oregon, California, Colorado, Minnesota, Connecticut, New York e New Jersey.

Uno dei più recenti tra i progetti di legge è "Buy Clean Colorado", introdotto dall'Assemblea generale del **Colorado** lo scorso 6 luglio. Questa norma delinea la politica di approvvigionamento dello Stato

del Colorado, incentrandola sull'analisi del carbonio incorporato, introducendo gradualmente i requisiti delle dichiarazioni ambientali sui prodotti e i limiti del potenziale di riscaldamento globale per asfalto, cemento, calcestruzzo, vetro, acciaio e legno nei progetti statali.

Altri progetti di legge che vanno in questa direzione si trovano nello Stato di **New York** e nel **New Jersey**, dove sono alle fasi finali di approvazione. Nel primo caso è stata anche approvata una legge che si applica agli acquisti di calcestruzzo effettuati dagli enti statali per la costruzione di edifici e strade e che dovrà avere il minor valore possibile di carbonio incorporato. Questa nuova specifica influenzerà sicuramente anche gli standard di acquisto delle amministrazioni locali dello Stato, che comunemente si rimettono alle linee guida delle specifiche statali.

La città di New York ha invece stabilito ordina alla città di sviluppare e richiedere specifiche per il calcestruzzo a basso contenuto di carbonio, prendendo in prestito in modo significativo dalla versione statale che l'ha preceduta.

Il New Jersey ha stabilito preferenze di acquisto e incentivi fiscali relativi ai prodotti in calcestruzzo unitario (escluso il mix preconfezionato) che utilizzano tecnologie per la riduzione dell'impronta di carbonio. Qui, un'altra proposta di legge ancora non ufficialmente approvata, stabilisce la preferenza di acquisto statale per calcestruzzo a basso contenuto di carbonio e crediti d'imposta per i costi di creazione di EPD.

Infine, lo Stato di **Washington** ha finanziato un programma pilota e un database di reporting relativo ai requisiti di rendicontazione del carbonio incorporato introdotti da Buy Clean Buy Fair.

REGOLAMENTI E NORME LOCALI

Le scelte edilizie possono (e devono) non solo contribuire ad un futuro a zero emissioni, sono anche una parte cruciale nel mitigare le condizioni climatiche. Questo perché i materiali utilizzati per realizzare strade ed edifici dovrebbero essere pensati in relazione a fattori quali temperatura e luce riflessa.

Già dal 2011 nel Comune di **Brighton e Hove**, nel Regno Unito, viene utilizzato l' "Embodied Carbon Estimator Tool" per i propri piani urbanistici. Grazie alla collaborazione con la società di consulenza Phlorum Environmental Consultants, in oltre 10 anni sono state quindi pianificate e realizzate nuove abitazioni solo se accompagnate da una stima sulle emissioni di CO₂.

Questo strumento fornisce un approccio dinamico, stimando la quantità totale di anidride carbonica emessa durante la produzione dei materiali chiave. L'obiettivo è quello di **incoraggiare i proprietari**

di casa a considerare con attenzione la scelta dei materiali da costruzione. Gli utenti sono invitati a rispondere a domande basilari sulla progettazione strutturale, sulla dimensione approssimativa dell'edificio e il numero di piani previsti. Il tool poi esprime la quantità di emissioni in tonnellate di anidride carbonica e propone delle alternative specifiche nei materiali e nelle tipologie costruttive per ottenere una quantità di emissioni inferiore.

Già dalle prime fasi operative di questo strumento gli architetti ed i professionisti del settore avevano accolto la novità in maniera estremamente positiva: il 63% di coloro che lo hanno utilizzato nel primo anno si era dichiarato soddisfatto.

Ad **Oslo**, in Norvegia, è stato inaugurato nel settembre 2019 il primo **cantiere** al mondo ad **emissioni zero**. Ogni macchinario, dalle gru agli escavatori ai montacarichi, è alimentato elettricamente, eliminando efficacemente inquinamento, con circa 93 tonnellate di CO₂ evitate, e rumore. Si tratta di un progetto pilota che ha portato l'amministrazione della capitale norvegese ad adottare due obiettivi: **tutti i cantieri comunali dovranno essere a emissioni zero entro il 2025 e entro il 2030 lo stesso dovrebbe valere per tutti i siti, compresi quelli privati.**

In questi ultimi anni altre sei città in Norvegia hanno annunciato la loro intenzione di raggiungere gli stessi obiettivi nei loro cantieri urbani, ma anche in altre capitali nordiche, come Copenaghen e Helsinki, sono stati inaugurati alcuni cantieri a zero emissioni.

Vancouver, in Canada, dal 2019 ha imposto che la **CO₂ incorporata venga ridotta del 40% nei nuovi edifici entro il 2030** rispetto ai valori del 2018, come parte della più ampia risposta all'emergenza climatica (dichiarata ufficialmente dalla città nel gennaio 2019), dimostrando il tipo di quadri normativi che possono guidare il cambiamento del mercato. La città vuole dichiaratamente trasformare il modo in cui sono costruiti gli edifici, i materiali utilizzati e gli impatti sull'ambiente, durante tutte le fasi di vita di un edificio.

Sempre in Canada, a **Toronto**, il 10 maggio 2023, è entrato in vigore l'obbligo di utilizzare materiali da costruzione a basso contenuto di carbonio nei nuovi edifici di proprietà comunale. Le emissioni associate alla produzione, al trasporto e alla costruzione dei principali sistemi strutturali e di involucro dovranno rimanere al di sotto di 350 kg di CO₂e/m².

LE MIGLIORI PRATICHE DI EDIFICI REALIZZATI

Uno degli esempi più interessanti di edifici realizzati in cui è stato incluso il calcolo sul carbonio incorporato è il "room2 Chiswick", un albergo di nuova concezione situato a **Londra**. La pianificazione di questo edificio ha previsto **zero emissioni nette di carbonio**

derivanti dalla costruzione, dal funzionamento e dall'eventuale decostruzione di questo edificio.

Per la parte di emissioni ritenute inevitabili, durante la fase di gestione e comunque molto limitate, viene calcolato l'impatto ambientale e compensato con la riforestazione di alcune aree in Nicaragua, tramite la collaborazione con un partner locale. **"room2 Chiswick"** funziona con l'89% di energia in meno rispetto a un tipico hotel del Regno Unito (64 kWh/m² invece che 590) e solo con l'elettricità, in modo che tutta l'energia necessaria per alimentare l'edificio provenga da energia verde rinnovabile. L'edificio è inoltre provvisto di pannelli solari (che producono il 5% dell'energia utilizzata dall'albergo) e pompe di calore geotermiche (per il riscaldamento ed il raffrescamento). Viene prestata attenzione anche alla risorsa idrica con le docce a flusso ultra-basso che permettono di risparmiare circa il 40% di acqua rispetto alla media. L'arredamento delle stanze e delle aree comuni è realizzato con materiali al 100% prodotti entro 15 km, che sono inoltre naturali, riciclati o di recupero.

La copertura presenta un tetto verde e un sottostante "tetto blu" realizzato per catturare e trattenere fino a 50.000 litri di acqua piovana, rilasciandola lentamente nel sistema di drenaggio per ridurre le possibilità di inondazioni locali.

Altro esempio che viene dalla capitale britannica è quello realizzato dallo studio di architettura Feilden Clegg Bradley Studios, che ha progettato un ufficio in legno lamellare a sei piani chiamato **"Paradise"**, e sarà ad **emissioni negative di CO₂**. L'edificio, situato in Old Paradise Street lungo una linea ferroviaria a Vauxhall, Londra, sarà direttamente di fronte alla Newport Street Gallery di Damien Hirst e vedrà la luce nell'autunno 2024. Si tratta di un'area dismessa dove era presente una torrefazione, ora in disuso.

La struttura sarà una combinazione di lastre e anime in legno lamellare, travi in legno lamellare e alcune travi di supporto in acciaio su fondamenta in cemento. I progettisti hanno calcolato che il carbonio sequestrato contenuto nel legno è sufficiente per compensare le emissioni di carbonio generate durante il processo di costruzione e i primi 60 anni di funzionamento dell'edificio. Il consumo di energia elettrica previsto è di 80 kWh/m² annui.

Rimanendo a Londra un altro edificio progettato tenendo a mente le emissioni di carbonio in tutte le fasi di vita è **"The Black&White Building"**, ideato da Waugh Thistleton Architects. Si tratta di un edificio in legno massiccio alto 18 metri, realizzato nel quartiere di Shoreditch. L'edificio, nell'intero ciclo di vita, produce il **37% in meno di carbonio incorporato** (tra prodotti da costruzione, costruzione stessa, sostituzione dei materiali e fine del ciclo di vita dell'edificio) rispetto a un'analogia struttura in cemento. Tra le caratteristiche principali: un totale di 1.014 tonnellate di

CO₂ equivalente (il 55% del totale dell'edificio) immagazzinate nella struttura in legno; è alimentato al 100% da fonti di energia rinnovabile; potrà essere smontato e riutilizzato in tutte le parti.

L'edificio consta di sette piani in legno massiccio ed è alto 18 metri e va a sostituire un edificio preesistente che non era più in grado di soddisfare la domanda per uffici e spazi di lavoro, ma non poteva essere ampliato, per cui si è proceduto con la demolizione e ricostruzione di un nuovo edificio, totalmente diverso dal punto di vista concettuale e pratico. Come materiali da costruzione sono stati utilizzati legno lamellare a strati incrociati e legno impiallacciato laminato. L'intera struttura comprende un mix di legnami provenienti da 227 faggi e 1.547 pini e abeti rossi da foreste certificate in Austria e Germania. I componenti in legno sono prefabbricati e progettati per essere incastrati l'uno all'altro, richiedendo meno manodopera e dando la possibilità, alla fine del suo ciclo di vita, di essere smontato e quindi di riutilizzare i materiali.

La struttura permette di fornire ombreggiamento naturale, ridurre il riscaldamento solare in facciata e regolare l'apporto di luce naturale. Per ottimizzare l'apporto di luce naturale durante il giorno, un pozzo di luce corre per tutta l'altezza della struttura. Complessivamente, il fabbricato ospita 28 uffici di varie dimensioni, sei sale riunioni, focus booths, aree relax, 94 posti bici e docce. Al piano inferiore, un ambiente dedicato a yoga e corpo libero.

Ultimo tra gli esempi che vengono dalla capitale britannica è il **Palazzetto dello sport di King's Cross**. Anche in questo caso è stato utilizzato un telaio in **legno lamellare intrecciato e colonne in legno lamellare**. Si tratta di un edificio con **consumi energetici vicini alla neutralità**, grazie alle molte misure di progettazione innovative e passive, tra cui la ventilazione in modalità mista e l'ottimizzazione del posizionamento delle finestre, per fornire luce diurna riducendo al contempo i guadagni di calore.

L'edificio è estremamente ben isolato, con un involucro efficiente che limita la dispersione di calore. La ventilazione naturale e il recupero di calore migliorano ulteriormente le sue credenziali ecologiche. L'edificio è anche collegato alla rete di teleriscaldamento e teleraffreddamento centrale di King's Cross.

I vari aspetti considerati conferiscono all'edificio un **livello di carbonio incorporato molto basso di 202 kgCO₂e/m²**, se si tiene in considerazione il sequestro di carbonio del legno durante l'intero ciclo di vita del materiale (516 kgCO₂e/m² se lo si esclude).

Sempre nel Regno Unito, ma a Lincoln, è stato completato nel 2021 il **Lincoln Medical School Building**, l'edificio più sostenibile in tutto il campus universitario. L'edificio è stato ampiamente modellato energeticamente per garantire che **le apparecchiature che**

gestiscono il riscaldamento, il raffreddamento e la ventilazione tengano conto di come viene utilizzato l'edificio.

Sono presenti pannelli solari sul tetto e sulla parte anteriore dell'edificio (per 97 kW di potenza), che dispone anche di un "muro vivente", composto da 15 varietà di piante. Per la produzione di acqua calda sono presenti pompe di calore ad aria.

L'edificio ha raggiunto il livello "Excellent" della certificazione BREEAM e consente, rispetto ad un nuovo edificio di classica concezione, la **riduzione del 42% del consumo energetico** annuale, la **riduzione del 55% delle emissioni annuali di carbonio** e la **riduzione del 22% dei costi di gestione** annuali.

Un altro importante esempio viene dalla Norvegia, a **Oslo**, dove è stato completato nel 2021 l'edificio **Økern Portal**.

Økern Portal rappresenta un hub, un centro nevralgico, nel sobborgo di Økern, che collega i trasporti pubblici dell'intera area, mentre l'edificio contiene un mix di uffici flessibili, ristoranti, hotel e servizi quotidiani, nonché strutture sportive e per il benessere, verde interno ed esterno.

Anche in questo caso l'edificio ha ricevuto la certificazione BREEAM a livello "Excellent", basata sulla sostenibilità nell'intero ciclo di vita, sul risparmio delle risorse naturali e sull'attenzione al benessere di chi vive, lavora e vive l'edificio.

La sostenibilità include il riscaldamento ad alta efficienza energetica e l'innovativa tecnologia di sensori per il risparmio energetico, la struttura ad alveari sui tetti, per catturare l'irradiazione solare ma al tempo stesso avere ombreggiatura nei periodi estivi.

Dal punto di vista dei materiali è stato utilizzato il **75% di alluminio riciclato** che contribuisce notevolmente al 45% del risparmio di carbonio incorporato nell'involucro dell'edificio, portandolo a meno di **130 kgCO₂/m²**.

Ad Amsterdam è nata **Schoonschip**, una comunità residenziale, circolare e sostenibile di case galleggianti. Dall'inizio del 2020 vi abitano poco più di 100 residenti, in 46 case progettate da diversi studi di architettura, scelti dai residenti in base ai livelli di sostenibilità. Schoonschip si trova a Buiksloterham, un quartiere di Amsterdam-Noord dove ormai si mischiano edifici della vecchia industria con progetti sostenibili di nuova costruzione. Il sito è autosufficiente dal punto di vista energetico ed utilizza pratiche di costruzione circolare mentre un molo intelligente collega tra loro le 46 abitazioni galleggianti e la banchina.

Nella parte inferiore del molo, quella non visibile, si trovano tutte le linee dell'energia, dei rifiuti e dell'acqua, collegate tra loro e con le case. Un'area postindustriale è stata quindi trasformata in un quartiere basato sulla rigenerazione della natura esistente e garantendo che il valore sociale, ecologico e finanziario rimangano con la comunità. Tra

i pilastri della sostenibilità della nuova area galleggiante vi è l'uso di materiali con un minimo impatto ambientale, a partire dal rivestimento in legno delle case e degli involucri edilizi. Molti dei residenti hanno scelto di costruire interamente le loro case con legno e legno certificato FSC. I materiali biocompositi, come la fibra di legno, la tela da imballaggio o, in una particolare casa, la paglia, sono stati usati per l'isolamento. Dal punto di vista tecnico spiccano i dati del 100% di fornitura di calore e acqua calda da fonti rinnovabili, come per l'energia elettrica, il trattamento al 100% delle acque reflue e dei rifiuti organici, l'autosufficienza idrica sempre al 100%. Vengono inoltre recuperati tra il 60 e l'80% dei nutrienti e tra il 60 ed il 70% di produzione di frutta e verdura vede l'utilizzo dei nutrienti recuperati localmente.

Un altro esempio viene dallo storico porto di **Sydney**. Si tratta di un nuovo distretto commerciale, residenziale e di attività ricreative dove è stato riutilizzato un grattacielo edificato negli anni '70 **mantenendo il 68% della struttura esistente**. Nello specifico, della Quay Quarter Tower, sono state preservate colonne, travi e solai per il 66% e le mura per il 95%. Con tutta l'energia incorporata che ciò comporta, questo riutilizzo ha risparmiato l'equivalente di 10.000 voli aerei da Sydney a Melbourne nella riduzione del carbonio, ossia oltre 7.500 tonnellate di anidride carbonica, mentre dal punto di vista economico sono stati quasi 90 milioni di euro i risparmi ottenuti grazie al riutilizzo dei materiali e della struttura presenti.

Sempre in Australia, a **Brisbane**, è stato realizzato 25 King, un nuovo edificio in cui le persone e la sostenibilità ambientale erano al centro della progettazione. 25 King ha ottenuto la certificazione 6 Star della Green Star Design (presente in Australia) e si ritiene che sia il primo edificio in legno al mondo e il primo edificio del Queensland a ricevere la certificazione Platinum WELL Core e Shell. Il WELL Building Standard dell'International Well Building Institute è lo standard principale focalizzato sul miglioramento della salute e del benessere delle persone in sette aree delle prestazioni dell'edificio: aria, acqua, luce, nutrimento, fitness, comfort e mente.

Composto da pareti e pavimenti in legno lamellare a strati incrociati rinnovabili e travi e colonne strutturali in legno lamellare, l'edificio è anche dotato di impianto solare sul tetto e di un sistema per la raccolta dell'acqua piovana. Il **risparmio in termini di carbonio incorporato** rispetto ad un edificio di classica concezione è del **74%**, mentre la **riduzione dei consumi di energia è del 46% e del 29% quelli del consumo di acqua potabile**.

Per 25 King, il legno è stato scelto per le sue proprietà leggere visto che il sito si trova al di sopra di un tunnel. Anche il cantiere è stato ideato e gestito per essere significativamente più pulito, silenzioso e sicuro, con rifiuti minimi e pochissimo disturbo per i vicini residenti ad

alta densità. L'edificio è stato costruito in 15 mesi (oltre due mesi in meno rispetto ad altre soluzioni), con una riduzione del 20% rispetto ad edifici simili in acciaio/cemento.

LE BUONE PRATICHE IN ITALIA

NORME E REGOLAMENTI

Negli scorsi mesi il Comune di **Modena** ha approvato, con delibera del 22/06/2023, il nuovo Regolamento Edilizio. Tra le varie richieste in chiave di sostenibilità spicca l'Art. III.1.2.4 "*Economia circolare dei materiali da costruzione e da scavo*". Con questo articolo si stabilisce che, negli interventi edilizi diffusi e nelle trasformazioni complesse, la progettazione e la costruzione degli edifici dovrà essere approcciata con un'ottica di circolarità delle risorse e dovranno essere perseguiti quanto più possibile i **cinque principi dell'economia circolare**:

- 1) ECO-PROGETTAZIONE - L'edificio dovrà essere progettato pensando fin da subito con caratteristiche che ne permetteranno a fine vita la loro ristrutturazione o smontaggio;
- 2) MODULARITÀ E VERSATILITÀ - Dove possibile dare priorità alla modularità, versatilità, affinché l'uso possa adattarsi ai cambiamenti esterni;
- 3) ENERGIA PULITA - Affidarsi ad energie prodotte da fonti rinnovabili favorendo il rapido abbandono del modello energetico fondato sulle fonti fossili;
- 4) APPROCCIO ECO-SISTEMICO - Progettare in maniera olistica, avendo attenzione all'intero sistema e considerando le relazioni causa-effetto tra le diverse componenti;
- 5) RECUPERO DEI MATERIALI - Favorire la sostituzione delle materie prime vergini con materie prime seconde provenienti da filiere di recupero che ne conservino la qualità.

Dal punto di vista delle prestazioni viene inserito un **livello minimo di utilizzo di materiale riciclato pari almeno al 10% del valore totale dei materiali utilizzati nel progetto**, escludendo dal calcolo componenti meccaniche, elettriche, idrauliche.

Dovrà, inoltre, essere perseguito il raggiungimento del livello prestazionale richiesto relativo al quantitativo di inerti di recupero o da riutilizzo in sito rispetto al volume totale degli inerti necessari alla realizzazione degli interventi previsti ed all'utilizzo di materiali composti da una componente di materiale inerte riciclato. Il quantitativo di **inerti di recupero deve essere pari almeno al 10% del**

volume totale degli inerti necessari alla realizzazione dei nuovi interventi previsti.

Il Comune di **Milano** parla espressamente dell'utilizzo di materiali riciclati, o comunque di materiali pensati con l'obiettivo di abbassare l'impronta di carbonio, nelle NTA (Norme Tecniche di Attuazione) del PGT (Piano di Governo del Territorio) del 2020. Al punto 3.3.4 del documento tecnico si **stabilisce l'obiettivo di ridurre le emissioni connesse al ciclo di vita dei materiali da costruzione utilizzati**, specificando che i benefici ambientali riguardano il limitato consumo di materie prime, nonché gli impatti ambientali connessi all'estrazione, alla lavorazione ed al trasporto delle stesse, alla gestione ed allo smaltimento dei rifiuti.

Proporre l'uso di materiali riciclati o di recupero significa, quindi, incentivare un processo produttivo più snello, con un'impronta di carbonio inferiore, riducendo le emissioni complessive e l'impatto dei processi edili sui vari comparti ambientali. La **prestazione minima richiesta** fa riferimento alle quote stabilite dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) definiti per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. Si specifica poi che il Direttore dei Lavori dovrà **conservare le schede di prodotto, le certificazioni dei materiali e la documentazione fotografica di cantiere** atte ad attestare, in caso di controllo (anche a fine lavori), la provenienza e la composizione dei materiali utilizzati, in coerenza con quanto dichiarato.

Nel caso di rispetto dei CAM relativamente ai materiali da costruzione utilizzati, verrà attribuita una quota di riduzione delle emissioni di CO₂ equivalenti relative all'edificio di progetto pari al 5%.

A queste norme si aggiunge, nel Regolamento Edilizio comunale, un articolo che stabilisce **incentivi con l'utilizzo di almeno il 10% di materiali riciclati**.

Il Comune di **Bologna** ha da tempo affrontato il tema dei materiali riciclati in edilizia e negli interventi infrastrutturali. Con la modifica al R.U.E. del 2014, all'articolo 56, sono stati stabiliti gli **incentivi per la sostenibilità degli interventi edilizi, fissando livelli prestazionali migliorativi**. Per gli interventi diretti di demolizione e ricostruzione è previsto un ampliamento un tantum del volume totale esistente se si raggiungono contemporaneamente i livelli fissati dalle Schede tecniche di dettaglio (verifica di fattibilità tecnica, economica e ambientale dell'utilizzo di inerti da recupero di materiale da demolizione (o da riutilizzo in sito), in alternativa ai materiali prodotti da risorse non rinnovabili). Con un **rapporto almeno del 15% tra il volume di inerti provenienti da impianti di recupero (o di riutilizzo in sito) ed il volume totale degli inerti**, si ottiene **un ampliamento pari al 10% del volume utile**; con un **rapporto che supera il 35% si può ottenere un ampliamento del 20% del volume totale**.

A **Prato** gli allegati K e K1 del Regolamento edilizio prevedono l'erogazione di **incentivi**, con un sistema a punteggio in base alla quantità impiegata di materiali riciclati e/o di recupero, con lo **scopo di diminuire il consumo di risorse naturali**. Viene prestata molta attenzione poi, sempre all'interno del sistema di incentivi, al favorire una **progettazione mirata alla selettività ed allo smantellamento sistematico dei componenti che costituiscono l'edificio**, in modo da poter riutilizzare e riciclare la maggiore quantità possibile di materiali in caso di futura demolizione. A questo si aggiungono gli incentivi nel caso si utilizzino "materiali da fonte rinnovabile" intesi come materiali di origine animale o vegetale, e quelli per l'impiego di materiali per le finiture che siano di provenienza locale, ossia prodotti entro un raggio di 100 km. Queste specifiche hanno validità anche nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti, a cui si aggiungono incentivi per il riutilizzo della maggior parte dei fabbricati esistenti scoraggiando in questo modo le demolizioni in presenza di strutture recuperabili.

Altri esempi vengono dai Regolamenti Edilizi di **Città Sant'Angelo** (PE) e **Scontrone** (AQ), che hanno da tempo introdotto informazioni sui materiali che rispondano ai requisiti del Life Cycle Assessment (LCA). Viene evidenziato come a livello europeo l'importanza strategica dell'adozione della metodologia LCA come strumento di base e scientificamente adatto all'identificazione di aspetti ambientali significativi sia espressa chiaramente all'interno del Libro Verde COM 2001/68/CE e della COM 2003/302/CE sulla Politica Integrata dei Prodotti, ed è suggerita, almeno in maniera indiretta, anche all'interno dei Regolamenti Europei: EMAS (Reg. 1221/2009) ed Ecolabel (Reg. 61/2010). Rappresenta uno degli strumenti fondamentali per l'attuazione di una Politica Integrata dei Prodotti, nonché il principale strumento operativo del "Life Cycle Thinking". Si tratta di un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita.

La **Provincia Autonoma di Trento** già nel 2010 aveva reso obbligatori gli **acquisti verdi** includendo anche gli aggregati riciclati, per almeno il **30% del totale** utilizzato, dando seguito alla legge provinciale 5/98. In seguito è stato approvato il D.P.G.P. n.41 del 20 gennaio 2012 che prevede l'utilizzo di materiale ottenuto mediante il trattamento dei rifiuti provenienti dalle attività di costruzione e demolizione e dalle attività industriali per una misura **non inferiore al 50% del fabbisogno complessivo di materiali**. Si tratta quindi di un capitolato tecnico per l'utilizzo di riciclati nei lavori di manutenzione pubblica, con schede prodotto ed elenco prezzi, ma la Provincia ha introdotto

anche un Piano di smaltimento dei rifiuti inerti, nel quale è stata data priorità al recupero e riciclo.

La **Regione Lazio** ha pubblicato nel 2021 le **“Linee Guida per l’efficientamento energetico di edifici residenziali”** in cui viene sottolineata l’importanza di considerare il carbonio incorporati dei materiali. Le Linee Guida specificano la suddivisione dell’energia incorporata in due parti: energia incorporata iniziale, e cioè la quantità di energia consumata dalla fase di estrazione della materia prima fino a quella della completa realizzazione del prodotto/materiale; energia incorporata ricorrente, ossia la quantità di energia utilizzata durante le fasi di riparazione, manutenzione ed eventuale sostituzione di quel componente/materiale durante l’intero ciclo di vita dell’edificio. A questi si aggiungono i consumi energetici legati alla dismissione dell’edificio o di parte di esso.

Interessante l’**analisi degli ostacoli** da superare per una applicazione diffusa di un approccio che includa il carbonio e l’energia incorporati; si fa riferimento in particolare a:

- la mancanza di dati disaggregati, che per mettano l’inventario degli input e output ambientali derivanti da singoli processi del processo edilizio;
- la difficoltà di prefigurare fasi di vita quali la messa in opera, le modalità d’uso da parte degli utenti, le reali modalità di manutenzione, dismissione e smaltimento;
- la mancanza e l’onerosità di modelli e di statistiche di affidabilità delle diverse soluzioni costruttive e di una manutenzione programmata.

PROGETTI E EDIFICI REALIZZATI

PALAZZO DUOMO - TORINO

A Torino il **Centro Paideia**, nato dall’omonima Fondazione, è stato ideato pensando alla sostenibilità dell’edificio sotto vari aspetti. Innanzitutto l’integrazione tra la parte preesistente e storica con la nuova realizzazione, che si è avvalsa di **materiali locali e con elevato contenuto di riciclato**.

Per quanto riguarda i consumi energetici sono state installate sonde geotermiche e un impianto fotovoltaico, mentre la risorsa idrica è salvaguardata grazie al recupero e riutilizzo delle acque piovane. L’edificio è un luogo di aiuto per le famiglie con bambini con disabilità, con attività di riabilitazione, sportive e di tempo libero.

VIA PIRELLI 35 - MILANO

L’intervento di recupero del complesso di via Pirelli 35, progettato da Park Associati e Snøhetta per COIMA SGR, vanta il **riutilizzo delle**

strutture in calcestruzzo esistenti, in modo da abbattere l'apporto di carbonio da parte dei materiali.

L'intervento ha l'obiettivo di raggiungere consumi energetici ridottissimi e allo stesso tempo un impatto ambientale significativamente ridotto, reso possibile dalla progettazione che assicura un corretto controllo dell'apporto solare, dall'impianto di climatizzazione a geotermia e da quello fotovoltaico, con una produzione di oltre 300.000 kWh/anno, sufficiente a non aver alcun bisogno di altre fonti di energia.

PROGETTO EU CINCO (2021) - MILANO

Il Comune di Milano sta partecipando al progetto EU Cities for Net Carbon-neutral Construction (EU CINCO), promosso dalla Fondazione Laudes in collaborazione con EIT Climate-Kic.

L'obiettivo generale del progetto è quello di **ridurre le emissioni di CO₂ incorporate negli edifici del territorio comunale**, a partire da un caso pilota denominato "L'innesto", facente parte dell'intervento di riqualificazione dello Scalo ferroviario Greco-Breda e che rappresenta il primo distretto di Social Housing a zero emissioni in Italia. Le azioni del progetto sono mirate ad introdurre aspetti d'innovazione nelle procedure regolamentari locali del comparto edile. In particolare, le attività si articoleranno secondo i seguenti punti:

- aggregazione della domanda tramite un approccio integrato tra pubblico e privato;
- innovazione degli strumenti regolatori del settore edilizio, incentivando l'uso di biomateriali (es. legname, biomasse) nelle costruzioni e nelle infrastrutture;
- innovazione dei processi di pianificazione finanziaria, incentivando il passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare tramite incentivi per la ristrutturazione dell'esistente e per il riciclo delle risorse utilizzate;
- studio ed elaborazione di un modello replicabile di costruzione di edifici ad impatto zero.

Nello specifico il Comune di Milano avrà il compito di facilitare il raggiungimento della neutralità di emissioni di CO₂ incorporate degli edifici tramite la sottoscrizione di una lettera d'intenti con gli stakeholders locali per incentivare l'utilizzo dei biomateriali con particolare riferimento ai progetti con il network EIT Climate-Kic, quindi sia il progetto pilota sia le future sperimentazioni zonali da attivare nell'ambito processo di decarbonizzazione delineato dal Piano Aria e Clima. Una delle azioni del Piano riguarda proprio la realizzazione di aree carbon neutral a partire dall'intervento sullo Scalo Greco-Breda.

CAMPUS BOCCONI - MILANO

L'ampliamento del campus dell'Università Bocconi sulla superficie di 35.000mq dell'ex Centrale del Latte di Milano rappresenta un intervento edilizio e paesaggistico in chiave di sostenibilità.

I quattro edifici costituiscono la nuova sede della SDA Bocconi School of Management ed un centro sportivo polifunzionale, aperto alla cittadinanza come il nuovo parco ed i giardini.

Gli edifici hanno una conformazione che forma al centro delle corti: il perimetro esterno si affaccia verso la città e il parco mentre, dal lato interno, le corti degli edifici formano un ambiente naturale.

Dal punto di vista dei materiali utilizzati per i nuovi edifici il **97% di essi potrà essere riciclato** tramite un'attenta organizzazione delle attività di lavorazione, raccolta e stoccaggio dei materiali di scarto. Il **32% dei materiali da costruzione proviene da riciclo**, riducendo così gli impatti derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione delle materie prime. Il **47% dei materiali impiegati è di provenienza regionale**, estratti e lavorati a distanza limitata rispetto al cantiere, in modo da usare risorse locali e ridurre gli impatti ambientali derivanti dal trasporto. In generale sono stati utilizzati prodotti e materiali basso-emissivi per assicurare la qualità dell'ambiente interno, come vernici, adesivi, rivestimenti con bassissimi valori di emissione di sostanze chimiche dannose.

Le numerose soluzioni innovative impiegate garantiscono l'autosufficienza energetica e l'assenza di emissioni nocive grazie alle pompe di calore ed ai gruppi frigoriferi alimentati ad acqua, che viene prelevata e poi restituita al corso d'acqua del Ticinello.

Tutte le coperture degli edifici sono dotate di pannelli fotovoltaici, con una potenza di oltre 1.200 kW.

Gli edifici che compongono l'ampliamento del campus universitario hanno ricevuto la certificazione "Platinum" che rappresenta il massimo livello nell'ambito LEED.

EX SEDE BANCO DI SICILIA - MILANO

In pieno centro storico a Milano spicca la riqualificazione della ex sede del **Banco di Sicilia**. Si tratta di un intervento conservativo per le facciate esterne mentre la trasformazione dal punto di vista dei consumi energetici è stata possibile grazie all'isolamento con cappotto esterno delle superfici della corte interna e alla sostituzione dei serramenti.

Sono stati utilizzati **materiali riciclati, regionali e a basso o nullo contenuto di VOC**. Inoltre, è stata realizzata la **copertura a verde**, mirata per ridurre l'effetto isola di calore.

Per quanto riguarda la risorsa idrica è presente un sistema per il riutilizzo dell'acqua di falda a valle dello scambio termico, per la rete duale e per l'irrigazione dei tetti verdi.

EDIFICIO V52 - MILANO

L'edificio V52 è il risultato della trasformazione di un complesso per uffici risalente agli anni '60. La scelta di **riutilizzare e ristrutturare un edificio esistente** è un aspetto altamente rilevante per il rispetto dei criteri di economia circolare. In fase di cantiere si è scelto di privilegiare l'utilizzo di **materiali prodotti e lavorati a non più di 160 km dal sito di progetto**, riducendo le emissioni legate al trasporto, oltre a privilegiare, qualora possibile, materiali con alto contenuto di riciclato. Serramenti e involucro sono stati portati a livelli di isolamento elevato, mentre l'impianto fotovoltaico presente garantisce la produzione di circa il 7% del fabbisogno energetico. Attenzione è stata posta anche alla riduzione dei consumi di acqua attraverso l'installazione di sanitari e rubinetterie a basso consumo. Queste scelte progettuali hanno consentito di ridurre i consumi di acqua potabile del 46%.

OSPEDALE SAN GIOVANNI - MEZZOLOMBARDO (TN)

L'ospedale San Giovanni di Mezzolombardo, seppur di piccole dimensioni (12.258 m² di superficie), svolge un ruolo importante di presidio territoriale nella rete sanitaria trentina ed è stato progettato con particolare attenzione al risparmio energetico ed ai materiali e prodotti utilizzati. Sin dalle prime fasi si è deciso di seguire le direttive del protocollo LEED. Per la costruzione dell'involucro e delle strutture murarie interne sono stati **impiegati materiali locali per la posa a secco, così da facilitare il riuso a fine vita** e garantire minime emissioni di VOC (composti organici volatili), a tutela della qualità ambientale. Da segnalare l'avvio a riciclo del 98,65% dei rifiuti da cantiere. Vi è, inoltre, un elevato utilizzo di fonti rinnovabili, con un impianto fotovoltaico da 28,35 kW di potenza, che arrivano a coprire il 32% del fabbisogno energetico complessivo dell'ospedale.

Le soluzioni utilizzate e l'adozione di un BMS (Building Management System) evoluto hanno consentito un miglioramento dell'indice di prestazione energetica del 40,2% rispetto alle stime dei consumi di energia primaria di un analogo edificio di riferimento.

Anche i consumi di acqua potabile, grazie a sistemi di risparmio e riutilizzo, sono ridotti di oltre il 40%.

CENTRO EUROPEO PER LE PREVISIONI METEOROLOGICHE A MEDIO TERMINE - BOLOGNA

La sede del Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio termine (ECMWF), si inserisce nel più ampio progetto di riqualificazione urbana dell'ex Manifattura Tabacchi, a Bologna. Quest'area produttiva, abbandonata da trent'anni, ospita oggi il Tecnopolo di Bologna, mentre il nuovo Data Center è collocato all'interno degli edifici preesistenti denominati "Botti", B1, B2, B3 e nell'edificio L1, "Officine", ove sono allocati i sistemi di trasformazione

e i gruppi di continuità. L'intervento mostra elevati standard di sostenibilità attraverso strategie di **ottimizzazione delle prestazioni energetiche dell'edificio, alla riduzione del fabbisogno idrico e al recupero stesso dell'area e degli edifici esistenti.**

Gli accorgimenti e le soluzioni tecnologiche utilizzate hanno portato ad ottenere la certificazione LEED Platinum.

LE CORTI DI MEDORO - FERRARA

Nel Comune di Ferrara un accordo fra associazioni di categoria e con gli organi di controllo, nonché con gli ordini professionali, stabilisce la **promozione dell'impiego di aggregati di riciclo nelle diverse opere pubbliche e private.** Questo perché il coinvolgimento di tutti i soggetti interessati è fondamentale per superare la diffidenza dei progettisti sull'uso di inerti riciclati.

Un esempio concreto viene dal ruolo svolto da Acer Ferrara nella gestione del progetto urbanistico "Le Corti di Medoro", che ha portato al recupero e riciclo dei materiali da costruzione. Nell'attività di demolizione di questo edificio è stato scelto di adottare volontariamente soluzioni di sostenibilità, tra cui l'applicazione del criterio CAM 2.5.1. L'obiettivo di tale criterio prevede in particolare che: "almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati durante le attività di demolizione e costruzione deve essere separato in sito e avviato a recupero e riciclaggio". Nel cantiere de "Le Corti di Medoro" **oltre il 99% del rifiuto è stato inviato a centro di recupero dei materiali da C&D,** ben oltre la percentuale del 70%. L'intervento ha permesso di realizzare 233 unità immobiliari a prezzi calmierati, destinati a studenti, giovani coppie e famiglie in difficoltà.

LA FIORITA - CESENA

Per la realizzazione di questo edificio condominiale si è proceduto con la demolizione di un edificio esistente e la ricostruzione a parità di sedime e volume.

L'immobile presentava elevate spese energetiche e bassi livelli di comfort, mentre la nuova costruzione si è basata sul **protocollo Passive House.** Innanzitutto l'edificio è realizzato in **legno strutturale:** un materiale rinnovabile proveniente da foreste certificate FSC, dove l'abbattimento è compensato tramite nuove piantumazioni. Sono stati impiegati isolanti di tipo minerale e biologico come lane di roccia, legno, vetro evitando prodotti a base di petrolio. Sono stati installati tripli vetri, calcolati e verificati tutti i ponti termici, progettata la tenuta all'aria e verificati i risultati tramite appositi test in corso d'opera. Le finestre sono state posizionate per ottimizzare la massima captazione della radiazione solare durante il periodo invernale, mentre un sistema di aggetti e frangisole scorrevoli consente gli ombreggiamenti durante il periodo estivo. Gli appartamenti sono dotati del solo impianto di ventilazione meccanica controllata.

LE INNOVAZIONI NEL SETTORE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

L'AZIENDA SARDA CHE RECUPERA 100 INGREDIENTI PER MATERIALI EDILIZI

Sono oltre 100 gli ingredienti recuperati come materie seconde da surplus e sottolavorazioni come lana, sughero, canapa, inerti minerali, calce, surplus vegetali, trasformati in oltre 100 prodotti delle industrie verdi dall'azienda Edizero. Una delle chiavi vincenti è la sinergia creatasi tra i produttori delle filiere e Edizero sullo scambio di competenze di eccellenza, sulla ricerca industriale condivisa realizzata con istituti di ricerca e laboratori all'avanguardia di tutto il mondo. Grazie alle collaborazioni internazionali vengono realizzati prodotti 100% Made in Italy che permettono di risparmiare emissioni climalteranti, uso di risorse naturali, tempo e soldi. Tra gli esempi della filiera di cui fa parte Edizero vi è TERRAMIA, un insieme di prodotti che hanno in comune l'utilizzo di materie locali, inclusi quelli di recupero, portando ad una produzione a km quasi zero. Grazie poi all'utilizzo della tecnologia in ambito industriale con l'intelligenza artificiale del sistema, il software di gestione (sviluppato nei centri di eccellenza di Italia, Germania, Francia e Giappone), l'utilizzo di sensori e di componenti come inverter e servomeccanismi, lo stabilimento riesce a funzionare con meno di 6 kW/h.

RICOESO

Si tratta di un materiale inerte riciclato proveniente al 100% da materiali di recupero da attività di costruzione e demolizione, prodotto da Eco Logica 2000. Oltre a costare meno rispetto alla sabbia estratta dai fiumi o dalle cave, Ricoeso necessita di una minore quantità di cemento, facendo risparmiare ulteriormente nell'impiego di materiale naturale. Per ottenere un massetto di buona qualità, ad esempio, si può impiegare fino al 30% in meno di cemento da miscelare con la sabbia Ricoeso. Miscelato con la calce, invece, Ricoeso può essere utilizzato per realizzare malte e intonaci grezzi, mentre con l'aggiunta di acqua o di un altro legante la sabbia può essere impiegata come riempimento per cavità o scavi.

Oltre al vantaggio economico e ambientale, Ricoeso assicura prestazioni uguali o superiori alle sabbie e brecce vergini e garantisce il rispetto della legge che impone alle pubbliche amministrazioni il rispetto dei CAM, criteri ambientali minimi negli acquisti verdi e negli appalti.

RICEHOUSE

Ricehouse è un'azienda di Biella che ha trovato il modo di riutilizzare gli scarti della produzione del riso nella bioedilizia. Insieme alla lolla, anche gli altri scarti del riso come la pula e la paglia vengono utilizzati per produrre intonaci, malte, mattoni e pannelli isolanti, in un processo che è un perfetto esempio di economia circolare.

Alla sostenibilità e al rispetto dell'ambiente, però, i prodotti Ricehouse affiancano anche le performance tecniche e i prezzi contenuti, risultando quindi un'ottima scelta in chiave etica, economica e tecnica.

RH120, ad esempio, è un intonachino 100% naturale; una miscela in calce e lolla di riso, appositamente studiata per essere levigata e trattata al fine di far risaltare l'effetto estetico del materiale.

MANIFATTURA MAIANO

Tra gli esempi virtuosi di prodotti di scarto recuperati per diventare isolanti per l'edilizia, ci sono i pannelli termoacustici (Recycletherm Km0) o anticalpestio (Recyclepav-Plus) a filiera corta e riciclabili al 100%. Gli scarti delle lavorazioni delle vicine industrie del distretto tessile pratese e i prodotti tessili post-consumo giunti a fine vita vengono trasformati in nuova materia prima, senza l'utilizzo di acqua né prodotti chimici o collanti con un processo a caldo (a 180°C) che ne assicura la sterilizzazione. Prodotti innovativi che hanno ricevuto il premio "Innovazione Amica dell'Ambiente" di Legambiente.

Dall'economia circolare all'utilizzo di fibre naturali come la canapa, il kenaf e la lana di pecora, con elevate prestazioni termoacustiche e resistenti all'umidità. Sia che si tratti di materiali riciclati o in fibra naturale, le applicazioni sono le più varie: dalle coperture alle pareti, ai solai, nelle nuove costruzioni o nelle ristrutturazioni.

FASSA BORTOLO

Fassa Bortolo srl è un marchio storico nel mondo dell'edilizia sia in Italia che a livello internazionale. Tra i suoi numerosi prodotti è presente la linea Novantica, un sistema di prodotti ecocompatibili e naturali, a base di calce aerea e di materiali eco-pozzolatici, completamente esenti da cemento. Hanno quindi un minore impatto in termini di emissioni di CO₂ e un maggior contenuto di materiale riciclato. Il ciclo d'intonacatura composto da Bio-Rinzaffo, Bio-Intonaco di Fondo e Bio-intonaco Fine, ha ottenuto il certificato di salubrità ambientale Biosafe®, che si basa su un esclusivo protocollo di validazione che prevede le analisi sulle emissioni di COV (Composti Organici Volatili) a 28 giorni dall'applicazione del ciclo e sul contenuto di metalli pesanti. La linea Novantica è stata sviluppata proprio per rispondere alle più moderne esigenze del restauro sostenibile ed è ideale quindi per interventi su edifici di pregio storico.

MOGU

L'azienda lombarda Mogu ha sviluppato un innovativo processo produttivo dei suoi materiali da costruzione (pannelli acustici, pavimentazioni e rivestimenti) basato tutto sulla natura e sull'economia circolare. Infatti, protagonista assoluto dei suoi materiali è il micelio (una struttura simile a una radice di un fungo costituita da una massa di ife ramificate e filiformi), che unito ai materiali di scarto industriale come le fibre di cotone e canapa, danno come risultato materiali al 100% naturali e biodegradabili. Uno dei processi produttivi adottati è la fermentazione, grazie alla quale il micelio colonizza e in parte digerisce le fibre di scarto, agendo come rinforzo alla struttura della matrice. In questo modo si ottengono materiali compositi naturali e con eccellenti proprietà tecniche, senza metalli pesanti e basse emissioni di COV (Composti Organici Volatili). Nel pannello Mogu Acoustic, il materiale poroso del micelio ha proprietà di assorbire il rumore soprattutto nelle medie frequenze (250-1000 Hz) rendendo così confortevoli ambienti per natura rumorosi (ristoranti, uffici e saloni). Naturalmente ignifughi grazie alla capacità del micelio di rallentare la propagazione delle fiamme e di formare il carbone a contatto con il fuoco, possono essere applicati in qualsiasi ambiente.

Approfondimento: utilizzo della canapa in edilizia

La canapa negli ultimi anni viene impiegata sempre di più nel settore dell'edilizia, grazie alle caratteristiche intrinseche di questa pianta: facile da coltivare, e con una rapida crescita, a basso consumo di acqua e non facilmente attaccabile da parassiti. Una volta lavorata rappresenta un ottimo sostituto di legno e inerti, poiché è refrattaria a muffe e insetti, ottima contro gli incendi ed è un materiale leggero. Dal punto di vista delle emissioni, la canapa è un materiale "carbon negative", che sintetizza il carbonio e riduce le emissioni di CO2 in atmosfera, abbattendo anche le emissioni inquinanti del processo edilizio.

Inoltre, la canapa può essere utilizzata in combinazione con materiali quali la calce, portando a un ottimo **isolamento termo-acustico**, alta **traspirabilità**, protezione da insetti e microbi, regolamentazione termo-igrometrica, grande inerzia termica e resistenza al fuoco. In più l'utilizzo di materiali con alte prestazioni **reperibili in loco**, anche attraverso la loro coltivazione, **riduce i costi di costruzione ed attiva la filiera produttiva locale** oltre ad essere un guadagno per l'ambiente e per il paesaggio.

In Italia il primo esempio di casa costruita in canapa e calce è quella realizzata dal geometra Olver Zaccanti di ANAB (Associazione Naturale Architettura Bioecologica) a San Giovanni in Persiceto (BO). L'edificio non è dotato di impianto di raffreddamento, perché non necessario nonostante si trovi in piena Pianura Padana, mentre quello di riscaldamento è alimentato da una pompa di calore; sono inoltre presenti pannelli solari.



LEGAMBIENTE



Kyoto Club

