

Opportunità circolari dei sistemi in alluminio

Una guida pratica per architetti e
professionisti dell'edilizia



Reynaers
Aluminium

Finestre.
Porte.
Facciate continue.

Together for better

www.reynaers.it

Reynaers Aluminium

“Insieme puntiamo a migliorare gli ambienti di vita e di lavoro delle persone, oggi e per le generazioni future.”

Parte fondante del Gruppo Reynaers, Reynaers Aluminium è tra i principali leader mondiali specializzati nello sviluppo e nella commercializzazione di soluzioni innovative e sostenibili in alluminio per finestre, porte e facciate. Insieme ai nostri partner, ci concentriamo sulla creazione di prodotti efficienti dal punto di vista energetico e realizzati in modo responsabile, capaci di fare la differenza per le abitazioni, gli edifici e le persone che servono.

Fondato nel 1965, il Gruppo Reynaers attualmente conta oltre 2.800 dipendenti in oltre 40 paesi ed esporta i suoi prodotti in più di 70 paesi nei cinque continenti.

Nel 2021 il Gruppo Reynaers ha raggiunto un fatturato annuo pari a 638 milioni di Euro. L'azienda deve il suo successo anche alla stretta collaborazione con 5.000 produttori partner, architetti e sviluppatori di progetti in tutto il mondo. Abbiamo riassunto questa collaborazione unica nel nostro motto: Together for better.

Al Reynaers Campus condividiamo le nostre conoscenze ed esperienze con architetti, produttori, contractor e altri partner del settore edile. È qui che li ispiriamo anche con le nuove tecnologie. Oltre al Technology, Training & Automation Center, il Reynaers Campus ospita anche un Experience Center, dove è possibile visitare gli edifici del futuro all'interno del nostro spazio di realtà virtuale Avalon.

Contenuti

Introduzione	4-5	Circularità durante la	
Visione di circolarità nel settore edile	5	fase di utilizzo	34
Circularità a livello di materiale	6-7	Durata ed estensione del ciclo di vita	34
Alluminio riciclato vs. alluminio a basso contenuto di carbonio	6	Rinnovare i serramenti	35
Circularità a livello di edificio	8-15	Verifica della qualità e della compatibilità del materiale di base	37
Caso studio: 't Centrum	9	Riverniciatura dei serramenti in loco	38
Caso studio: Victoria Regina	12	Sostituzione parziale delle facciate	40
Caso studio: Circular Retrofit Lab	14	Circularità a fine vita	44
Circularità a livello di prodotto	16-47	Demolizione	44
Circularità dei prodotti Reynaers Aluminium	17	Smistamento	44
Progettazione circolare attraverso i sistemi adattabili esistenti	19	Riciclo	46
Circularità lungo il ciclo di vita del prodotto	22	Ciclo di riciclo della finestra	46
Circularità durante la fase di progettazione	24	Conclusioni	48-49
Il concept di Reynaers Aluminium: connessione all'edificio rimovibile	26	Allegati	50-59
Potenziale di smontaggio	30	Strumenti circolari	50
Determinazione del valore residuo	30	Indice di rimovibilità	54
Design circolare - il passaporto di prodotto	32	Spiegazione del metodo di determinazione del valore residuo	56
		L'impegno di Reynaers Aluminium per l'ambiente	59

WiCO : Window of Circular Opportunity

Diversi studi hanno dimostrato che, tra tutti i settori, quello delle costruzioni è tra quelli che impattano maggiormente sull'ambiente e sul clima del nostro pianeta. Questo grande impatto porta con sé anche una certa responsabilità – o ai nostri occhi, un'opportunità. Il settore edile è il settore ideale per puntare su metodi e prodotti a beneficio dell'ambiente. **La circolarità è un concetto centrale in questo senso.**

Il business circolare e i prodotti circolari sono onnipresenti nella letteratura specialistica, nelle fiere e nei seminari. Ogni professionista ne ha sentito parlare e alcuni ne hanno già una chiara opinione. Tuttavia, c'è ancora molta strada da fare prima di vedere prodotti circolari utilizzati su larga scala nei progetti di costruzione. Anche la definizione del termine "circolarità" è attualmente in discussione, ma è chiaro che questo concetto va ben oltre il mero riciclo.

Per decenni, Reynaers Aluminium ha incorporato temi come innovazione e sostenibilità nella sua mission e nei suoi valori, e la circolarità ne fa parte. Manteniamo i nostri partner e consumatori informati su come sviluppiamo ogni giorno prodotti sostenibili e di alta qualità.

Questa guida rientra nell'ambito del progetto di ricerca "Window of Circular Opportunity" (WiCO). Il progetto mira a fornire preziose linee guida e soluzioni di falegnameria per edifici circolari. Si tratta di un progetto ambizioso nato in collaborazione con l'Istituto fiammingo per la ricerca tecnologica (VITO) e la Vrije Universiteit Brussel (VUB), con il supporto di Circular Flanders. Quando Reynaers Aluminium ha firmato il Green Deal sulla costruzione circolare nel 2019, sono stati gettati i semi del progetto WiCO.

Lo scopo di questa guida è fornire ad architetti, costruttori e proprietari di edifici una guida pratica su come utilizzare i nostri prodotti in progetti di costruzione circolare.





Visione di circolarità nel settore edile

Reynaers Aluminium si presenta come un'azienda che abbraccia la circolarità in tutte le sue sfaccettature e in tutti i suoi reparti. Contribuiamo alla creazione di edilizia sostenibile fornendo soluzioni efficienti che soddisfano le aspettative e la qualità della vita degli utenti attuali e futuri, lungo tutto il ciclo di vita dei nostri prodotti. Prestare attenzione alla circolarità è uno dei tanti modi in cui aggiungiamo valore ai progetti di costruzione.

I diversi livelli di circolarità sono discussi ampiamente in altra letteratura, ma vorremmo aggiungere i nostri punti chiave su cui vogliamo concentrarci con le nostre soluzioni in alluminio. A nostro avviso, il maggiore potenziale per i nostri prodotti risiede nella loro conservazione del valore, a causa di:

- **Lunga vita** – l'alluminio è un materiale durevole e di alta qualità, grazie anche ai trattamenti di superficie di lunga durata
- **Adattabilità** – i componenti in alluminio possono essere facilmente sostituiti
- **Rimovibilità** – i componenti dei sistemi in alluminio sono facili da smontare per il riutilizzo o il riciclo
- **Riciclabilità** – l'alluminio può essere riutilizzato all'infinito, senza subire downcycling.*

All'interno di questa guida, abbiamo suddiviso i nostri risultati in diversi livelli. Dal livello materiale al livello di progetto e prodotto, discutiamo dove vediamo opportunità circolari o possiamo migliorare le pratiche esistenti. Partiamo dalle basi: il materiale.

* **Downcycling:** nella fase di trasformazione del materiale vi è una perdita di valore in quanto non è possibile ottenere i materiali o il prodotto con le stesse caratteristiche di quelli originali

Circularità a livello di materiale

Mentre ci sforziamo di ridurre al minimo il nostro impatto ambientale in tutti gli aspetti del processo di produzione, vogliamo presentare un resoconto più ampio e accurato possibile. Come esempio di questo approccio equilibrato, diamo un'occhiata più da vicino al nostro materiale più comunemente utilizzato: l'alluminio.

Cosa rende l'alluminio attraente per l'uso in prodotti circolari?

- **Elevata qualità** – l'alluminio ha una lunga durata, è leggero ma molto resistente e richiede una manutenzione limitata
- **Alta riciclabilità** – oltre il 90% di tutto l'alluminio degli edifici viene riciclato (fonte: European Aluminium, Circular Aluminium Action Plan 2020)
- **Eccellente mantenimento del valore** – l'alluminio ha un alto valore intrinseco dovuto alla sua longevità
- **Impatto ambientale limitato dell'alluminio riciclato** – il consumo di energia nella produzione di alluminio riciclato è 20 volte inferiore rispetto alla produzione di alluminio primario standard

Quest'ultimo punto può essere meno ovvio, e quindi richiede una spiegazione più dettagliata.

Alluminio riciclato vs. alluminio a basso contenuto di carbonio

All'interno del settore edile globale, il 36% (media del mercato europeo per il 2019) della produzione di alluminio proviene da alluminio riciclato (fonte: International Aluminium Institute – anno base 2019). Garantendo la purezza degli scarti, tra l'altro, il mercato può sfruttare al massimo i materiali riciclati. Tuttavia, l'offerta di materiale riciclato è insufficiente per soddisfare la domanda del mercato.

Abbiamo notato che nel caso dei sistemi in alluminio, l'attenzione è rivolta al contenuto riciclato, motivo per cui molti fornitori di sistemi finiscono per fare offerte per l'alluminio riciclato. La nostra ambizione è trovare il giusto equilibrio nella nostra politica di acquisto di alluminio tra materiali riciclati (la nostra "quota equa") e alluminio primario a basse emissioni di carbonio. L'alluminio a basse emissioni di carbonio è l'alluminio primario che è stato prodotto utilizzando energia rinnovabile, principalmente da centrali idroelettriche.

Osserviamo quanto alluminio riciclato è disponibile sul mercato e quindi acquistiamo materiale in modo responsabile.

Come possiamo, come azienda, ridurre il nostro impatto sulla CO₂? Utilizzando un mix di alluminio riciclato e a basse emissioni di carbonio, come mostrato nel grafico sottostante.

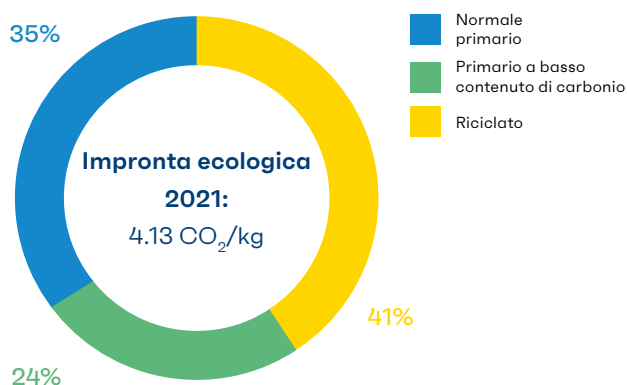


Grafico 1.1: Rapporto di acquisto di tipi di alluminio (billette) da parte del Gruppo Reynaers nel 2021.

Reynaers Aluminium vuole presentare un'immagine onesta e precisa. L'inclusione di elevate percentuali di materiale riciclato in alcuni prodotti non ha alcun impatto sulla quantità totale di contenuto riciclato nella filiera, proprio a causa della sua limitata disponibilità. Cercare di ottenere una quantità massima di alluminio riciclato su base progettuale, quindi, non fa che aumentare i costi, senza alcun impatto sull'industria nel suo insieme.

Tuttavia, le nostre soluzioni non sono costituite esclusivamente da alluminio. Un sistema medio contiene anche altre componenti.

Composizione di un sistema per finestre standard

	Finestra a battente (per m ²)	Finestra scorrevole (per m ²)
Alluminio	34%	24%
Taglio termico	7%	2%
Guarnizioni	3%	1%
Vetro	53%	68%
Ferramenta e altre componenti	4%	5%
Totale	100%	100%

Tabella 1.1 - Fonte: EPD MasterLine 8 e ConceptPatio 130

Come si può vedere, accanto all'alluminio, il vetro rappresenta la quota maggiore. Tuttavia, come azienda di lavorazione dell'alluminio, non abbiamo alcun impatto sulla circolarità della vetratura nei nostri sistemi. Inoltre, rispetto all'alluminio, la proporzione media degli altri componenti non è così elevata. Pertanto, il vetro e gli altri componenti non sono in primo piano in questa guida WiCO. È sufficiente dire che quando i sistemi mostrano una quota significativa di questi materiali, facciamo ampio uso di materiali riciclati.

Tuttavia, la circolarità è più che mero riciclo. In questa guida vogliamo mostrare che ci sono altri possibili scenari, evidenziando i pro e i contro del processo circolare. Attraverso diversi casi pratici, esaminiamo la circolarità a livello di edificio e di prodotto. Infine, diamo uno sguardo al futuro come lo vediamo per la circolarità nel settore delle costruzioni.

La circolarità a livello di materiale

I materiali principali in un serramento sono l'alluminio, che ha il vantaggio di avere un alto tasso di riciclo a fine vita, e il vetro.

Per quanto riguarda l'alluminio, Reynaers Aluminium applica una politica di acquisto mirata con una "quota equa" di alluminio riciclato. Il contenuto riciclato riduce notevolmente l'impatto ambientale dell'alluminio, ma la sua disponibilità è limitata.

Tuttavia, l'elevata durabilità dell'alluminio significa che il materiale da costruzione impiega

molto tempo per tornare nel ciclo.

Pertanto, non ha senso puntare a una quantità massima di alluminio riciclato in un unico progetto. Tuttavia, per ridurre l'impatto ambientale, l'alluminio riciclato viene abbinato all'acquisto di alluminio a basse emissioni di carbonio, prodotto con l'ausilio di energie rinnovabili.

Questo ci consente di lavorare l'alluminio ben al di sotto della media europea per la *carbonio incorporato*.

Circularità a livello di edificio

La costruzione circolare può far parte dell'edilizia sostenibile: un concetto non preclude l'altro. Per definire la sostenibilità degli edifici vengono attualmente emessi diversi certificati riconosciuti a livello internazionale, come le note etichette BREEAM o LEED. Le etichette che fanno invece riferimento ad aspetti circolari all'interno dell'edilizia sostenibile sono molto meno comuni. Ecco perché è utile esaminare a livello micro, progetto per progetto, come si applica concretamente la circolarità e quali sono i benefici. Attraverso una serie di progetti interessanti, spieghiamo i vari aspetti della circolarità a livello edilizio, con un focus in dettaglio

su alcuni dei concetti chiave, indagheremo le possibilità circolari per ogni progetto e dimostriamo perché Reynaers Aluminium è un partner adatto per l'edilizia sostenibile.

La circolarità si riferisce all'allungamento della vita, al riutilizzo e al riciclo dei componenti da costruzione al fine di mantenere completamente chiuso il ciclo dei materiali. Il numero di progetti in cui il principio di circolarità è stato inserito dall'inizio e proseguito fino al completamento è attualmente piuttosto limitato. Abbiamo selezionato tre progetti in cui la circolarità costituisce la base per ottenere un risultato sostenibile.

- **'t Centrum** – il primo edificio circolare per uffici nelle Fiandre
- **Victoria Regina** – ristrutturazione multifunzionale di un grattacielo
- **Circular Retrofit Lab** – un gruppo di residenze studentesche trasformate in un laboratorio

Standardizzazione

Standardizzazione, modularità e compatibilità consentono di combinare e utilizzare più e più volte i componenti dell'edificio. Grazie alla forma e alle dimensioni standardizzate dei componenti, i pezzi di ricambio possono essere sempre trovati rapidamente e le riparazioni sono più facili da eseguire.

Caso studio: 't Centrum

't Centrum è un edificio per uffici sostenibile a Westerlo progettato su richiesta del Kamp C. Il progetto dell'edificio di West Architectuur è completamente smontabile e, dopo lo smontaggio, può anche essere ricostruito in un luogo diverso. I sistemi Reynaers Aluminium ConceptWall 50 sono stati utilizzati per costruire l'involucro dell'edificio e offrire una soluzione di facciata facile da installare e smontare. È il progetto ideale per conoscere il mondo dei bandi circolari e delle tecniche di costruzione circolare.

Caratteristica unica di questo progetto è che si è svolta una procedura circolare di gara in cui sono stati definiti criteri di prestazione sulla base di un budget di costruzione fisso. I team di costruzione sono stati in grado di presentare la loro proposta e dimostrare la natura circolare del loro piano attraverso calcoli delle prestazioni. Dopo un intenso processo di valutazione, è stato scelto un vincitore: il consorzio che comprende l'appaltatore Beneens e lo studio di architettura West Architectuur.

Punti chiave del progetto

- Preparazione di un bando circolare fino all'ultimo dettaglio
- Garantire la rimovibilità degli elementi
- Offrire standardizzazione nel dimensionamento



Immagine 2.1



Immagine 2.2: 't Centrum Kamp C - Visualizzazione

Design per lo smontaggio come risorsa

La smantellabilità di 't Centrum è stata una dichiarazione di prestazione chiave che Kamp C ha voluto dimostrare come caso di studio, poiché il design dell'edificio consente lo smantellamento e la ricostruzione totali in una nuova posizione, nel pieno rispetto delle regole dell'edilizia circolare. La base di questo progetto è una struttura a griglia in CLT, con dimensioni fisse di 5 x 5 metri.

Per garantire ancora di più lo smontaggio dell'edificio, gli architetti hanno optato per il sistema di facciata Reynaers Aluminium ConceptWall 50. Questa soluzione consiste in connessioni a secco (ovvero una costruzione con viti e guarnizioni in EPDM) che possono essere smontate e riutilizzate perfettamente. ConceptWall 50 consente inoltre di modificare gli elementi di riempimento in base all'uso dell'edificio. Vetri, pannelli o elementi di apertura possono essere scambiati senza difficoltà.

Compatibilità

I componenti edilizi compatibili sono materiali che possono essere scambiati e ricombinati.

Smantellabilità

La smantellabilità di un edificio è la misura in cui gli oggetti possono essere smontati senza intaccare il valore esistente.

La facciata come servizio

La gara prevedeva che almeno il 50% dell'edificio fosse offerto come servizio. Ma offrire una facciata come servizio per 20 anni comporta, tra le altre cose, costi di manutenzione.

Il nostro trattamento superficiale di alta qualità unito alla manutenzione periodica consentono di superare questo periodo. Gli ottimi valori termici dei nostri sistemi di facciata contribuiscono anche a coprire i costi energetici di questo servizio, determinante per la circolarità del progetto.

Poiché non esiste un quadro giuridico conclusivo per la proprietà di una facciata in leasing, il finanziamento della facciata di 't Centrum è stata una sfida. Verrebeb spontaneo anche chiedersi quale sia il valore di questa facciata se considerata separatamente dall'edificio. Dopotutto, non è semplice adattarla alle dimensioni di un altro edificio.

“Consideriamo questo caso come un progetto pilota, ma per rendere scalabile la “facciata come servizio”, il governo dovrà adattare il quadro giuridico.”

***Joeri Beneens
(GEO Beneens Bouw en Interieur)***

*Soluzione utilizzata: Reynaers Aluminium
ConceptWall 50 - Alu on Wood*

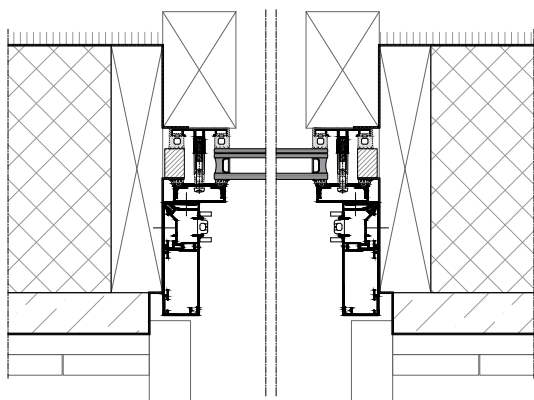


Immagine 2.3: Sezione orizzontale della facciata del 't Centrum

Criteri circolari nei documenti di gara

La procedura di gara per t Centrum non è stata una procedura standard, questo è chiaro. Ma in termini di serramenti e facciate, questo caso fornisce molta ispirazione. Una panoramica dei criteri che il progettista può includere nei **futuri documenti di gara**:

Prestazioni termiche

Per rendere un edificio davvero a prova di futuro, possiamo puntare a migliorare le sue prestazioni termiche del 10% rispetto agli attuali requisiti EPB. L'isolamento meticoloso aiuta a ridurre drasticamente il consumo di energia, il che fa bene al pianeta e al tuo portafoglio.

Prestazioni acustiche

In alcuni progetti potrebbero verificarsi rumori provenienti dall'ambiente circostante in futuro. Per preservare il valore di questi edifici, gli architetti possono specificare le prestazioni acustiche per i componenti dell'involucro fin dai primi schizzi, tenendo conto di possibili futuri cambiamenti nella funzione:

- Finestre: $R_w + c_{tr} = 42$ dB
- Porte scorrevoli: $R_w + c_{tr} = 40$ dB
- Porte: $R_w + c_{tr} = 38$ dB

Con requisiti così elevati, è meglio prestare attenzione anche alla connessione dell'edificio. La larghezza dei giunti deve rimanere limitata, mentre i giunti stessi devono avere una massa sufficiente. Lavorare con un pretelaio può offrire un vantaggio in questo caso (cfr. collegamento dell'edificio rimovibile a pag. 25).

Flessibilità del serramento

I profili flessibili in alluminio consentono molti interventi circolari. Pertanto, con un serramento adattabile, è possibile sostituire facilmente gli elementi di riempimento, cambiare le tipologie di apertura o fisse o aumentare l'isolamento del progetto.

L'edificio come deposito di materiali

Nella scelta di serramenti riutilizzabili, smontabili e riciclabili, anche l'uso della standardizzazione nelle dimensioni può aggiungere valore.

Piano di smantellamento

Anche la velocità e l'efficienza dello smantellamento sono estremamente importanti per consentire il riutilizzo e la demolizione selettiva. Più avanti in questo documento riportiamo l'"indice di smantellamento", un concetto che misura la facilità di smontaggio.

Il passaporto del prodotto o del materiale

Un passaporto per materiali o componenti per facilitare la manutenzione e l'estrazione mineraria urbana. Il settore edile sta ancora cercando una soluzione, ma più avanti in questa guida (pagina 32) elaboriamo la nostra visione.

EPD

(Environmental Product Declaration)

L'EPD indica l'impatto ambientale di un prodotto in modo trasparente, obiettivo e verificato esternamente. L'EPD si basa su un'analisi del ciclo di vita (LCA), che valuta l'impatto ambientale di un prodotto dall'estrazione del materiale al prodotto finito, all'installazione, all'uso e alla fine del ciclo di vita. Un EPD è una dichiarazione volontaria e non giudica quanto sia buono o cattivo un prodotto, né se sia migliore dal punto di vista ambientale rispetto alle alternative.

Schede tecniche sulla circolarità del prodotto (PCDS)

Questi documenti forniscono ai consumatori e ai professionisti del settore edile una panoramica affidabile e standardizzata a livello internazionale degli aspetti di circolarità di un materiale o prodotto. Vengono affrontati i seguenti aspetti: composizione, manutenzione, smantellamento e riciclo. Reynaers Aluminium utilizza i dati PCDS per aiutare i propri clienti e partner a fare una scelta responsabile del prodotto.

Caso studio: Victoria Regina

Con i suoi 24 piani e la vista sul Giardino Botanico di Bruxelles, la Victoria Regina Tower è un punto di riferimento della capitale. Tuttavia, l'edificio, inaugurato nel 1974, necessitava di un profondo aggiornamento. Lo studio di architettura 51N4E è stato responsabile della progettazione della ristrutturazione e, insieme, abbiamo contribuito a trovare una soluzione.

Punti chiave del progetto

- Uso intelligente e riutilizzo dei materiali
- Creare un edificio multifunzionale a prova di futuro



Immagine 2.4: Victoria Regina - Visualizzazione © 51N4E

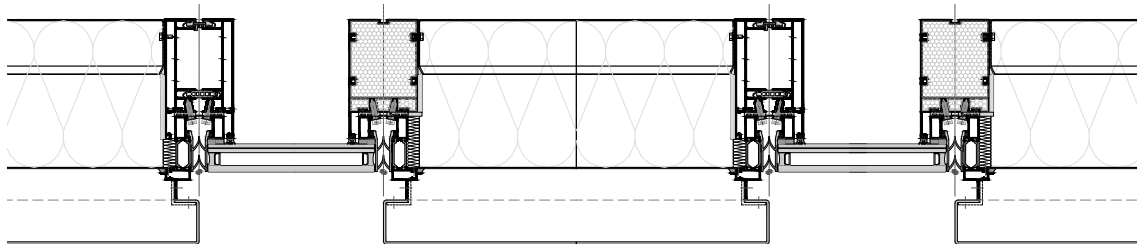


Immagine 2.5: Sezione orizzontale della facciata dell'edificio Victoria Regina

I progettisti di 51N4E hanno affrontato il progetto con il motto: “L'edificio più sostenibile è quello che non viene demolito”. In altre parole, non demolire, ma rinnovare. L'originaria struttura verticale in calcestruzzo è stata mantenuta, mentre lo scopo dell'edificio è stato trasformato da modello monofunzionale a modello multifunzionale. Un hotel, uffici moderni e un elegante spazio di co-working si uniscono sotto lo stesso tetto. Un design incentrato su un cambiamento efficiente.



Edificio orientato al cambiamento

Un edificio orientato al cambiamento contiene spazi di alta qualità, accessibili e versatili. Questi spazi evitano che l'edificio diventi obsoleto e rendono superflui costosi lavori di ristrutturazione. In questo modo si allunga la vita degli edifici e dei loro componenti.

Nella costruzione circolare va sempre ricercato un equilibrio tra gli interessi e le aspettative dei vari soggetti coinvolti. **Trovare un equilibrio tra costi, tempi e possibilità rende il lavoro in un team di costruzione un valore aggiunto in qualsiasi progetto circolare.** In consultazione con il nostro team di progetto, il team di costruzione dietro la Victoria Regina Tower ha infine optato per una soluzione in alluminio Reynaers modificata con un consumo minimo di materiali e componenti più a prova di futuro.

Non è quindi scontato, e nel corso del progetto sono state esplorate una serie di altre idee circolari, che non sono state mantenute per diversi motivi.

Un elemento di facciata a cellule permetterebbe di sostituire gli elementi fissi in facciata con nuovi sistemi di apertura. Questa maggiore libertà renderebbe l'edificio adatto anche come torre residenziale, ad esempio. Per il team di costruzione, questa proposta non si è rivelata la soluzione ideale a causa dei maggiori costi dei materiali rispetto a una facciata a telaio con sole parti fisse.

Inoltre, 51N4E ha proposto di riutilizzare la lamiera della vecchia facciata nella nuova. Ma dopo un'analisi approfondita, la rimozione e quindi la riverniciatura degli elementi si è rivelata un processo troppo poco rispettoso dell'ambiente. La mancanza di aziende che eseguissero questo processo su larga scala significava anche che questa idea non era l'opzione migliore per la torre.

Anche l'altezza del piano inferiore è stata una sfida per il design. Per questo motivo, in futuro architetti e designer dovrebbero cercare di aumentare l'altezza dei piani per combinare la nostra tecnologia a prova di futuro con condizioni di luce ottimali.

Ciò renderebbe anche più facile per gli edifici con un'altezza del piano maggiore qualificarsi per la ristrutturazione sostenibile. In questo modo sostenibilità e vivibilità possono essere combinate in un concept chiaro.

Soluzione utilizzata: sistema per facciata modulare Reynaers Aluminium (soluzione a progetto).



Caso studio: Circular Retrofit Lab (Campus VUB)

Nell'ambito del progetto BAMB (Buildings as Material Banks), tra il 2016 e il 2019 un cluster di residenze studentesche del VUB è stato convertito in un Living Lab, un laboratorio esemplare di tecniche di costruzione circolare. I componenti intercambiabili dell'involucro, costituiti dai sistemi di facciata Reynaers Aluminium ConceptWall 50, hanno soddisfatto perfettamente le esigenze degli utenti.

Punti chiave del progetto

- Creare un edificio orientato al cambiamento
- Ottimizzare l'intercambiabilità



Immagine 2.8: © VUB Architectural Engineering.
Foto: Simone Valerio, Kaderstudio

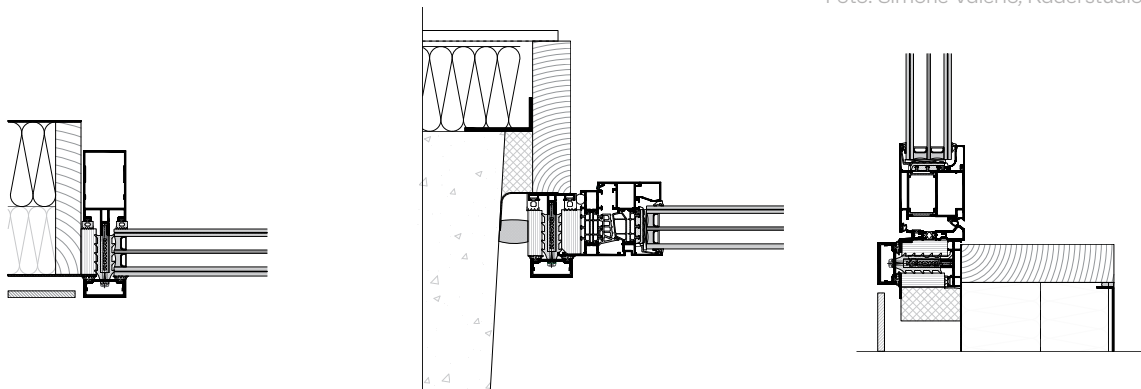


Immagine 2.9: Sezioni varie della facciata del Circular Retrofit Lab © VUB Architectural Engineering. Foto: Simone Valerio, Kaderstudio



Immagine 2.10: © VUB architectural engineering

Il concept del Retrofit Lab prevede che lo spazio dell'edificio cambi la sua funzione ogni 6 mesi, per indicare i benefici circolari. Possibili funzioni sono uno spazio per seminari e uffici o uno studio per gli ospiti VUB. L'adattabilità della struttura dell'edificio è quindi fondamentale. Gli elementi intercambiabili per facciate ConceptWall 50 consentono un rinnovamento facile, estetico e funzionale in fase di utilizzo.

L'involucro edilizio ha una modulazione fissa, che consente di scambiare componenti fissi con parti apribili.

Il rivestimento opaco nella parete laterale può essere smontato parzialmente o completamente. Gli elementi con pannelli opachi, vetri fissi e finestre apribili sono stati rifiniti e installati come un'unità di facile gestione. Poiché il progetto ha le stesse aperture ovunque, è possibile scambiare tra loro gli elementi. La posizione di porte, finestre ed elementi fissi può quindi essere riorganizzata in qualsiasi momento.

*Soluzione utilizzata: Reynaers Aluminium
ConceptWall 50 - Alu on Wood*

Gestibilità

I componenti gestibili sono facili da maneggiare e spostare. Facilitano le modifiche edilizie e aumentano la fattibilità del ritiro e del trasporto. Ciò contribuisce a rendere il riutilizzo dei componenti finanziariamente competitivo, facilitando al tempo stesso facili sostituzioni.

Circolarità a livello di edificio

La circolarità può essere implementata nei progetti in vari modi: concentrandosi sulla possibilità di rimozione, sul riutilizzo dei materiali, sulla standardizzazione, su una progettazione degli edifici orientata al cambiamento e così via. È proprio questa diversità di soluzioni che garantisce che la circolarità non sia un concetto evidente, il che rende consigliabile lavorare in un team di costruzione, rendendo decisamente molto interessante la ricerca di soluzioni circolari.

Tuttavia, possiamo anche vedere sfide per il nostro settore, come l'ulteriore ottimizzazione delle possibilità di riutilizzo dei materiali.

Quando la lamiera della Victoria Regina Tower è stata riutilizzata, è emerso che non c'era abbastanza capacità per riverniciare in modo sostenibile su larga scala. Quando si riutilizzano i sistemi in alluminio, è importante che le prestazioni termiche dei profili soddisfino le aspettative attuali. Offrire una facciata "come servizio" spesso incontra anche limiti al suo finanziamento.

Nonostante queste sfide, gli esempi mostrano che è possibile costruire in modo orientato al cambiamento. Questo è già possibile con le opzioni di serramenti e facciate esistenti.

Circularità a livello di prodotto

Nell'introduzione, abbiamo accennato al fatto che l'industria dell'alluminio deve ottenere un **impatto minimo sull'ambiente** in diversi settori. Ogni edificio, e di conseguenza ogni prodotto da costruzione, deve tendere ad avere la minor impronta ecologica possibile, tenendo conto del macroscopico problema della disponibilità. In qualità di system house, noi di Reynaers Aluminium e i nostri fornitori abbiamo un grande impatto sui prodotti che progettiamo. Tuttavia, possiamo anche influenzare in una certa misura i processi di produzione dei nostri fornitori e clienti.

1

L'alluminio, un metallo sostenibile

La **scelta del materiale** è quindi un primo passo importante. L'alluminio è la materia prima più comunemente utilizzata nei nostri prodotti e quindi ha il maggiore potenziale per ridurre il nostro impatto ambientale. È un materiale che si presta molto bene al riciclo, per esempio. Come abbiamo già accennato, abbiamo una politica che si concentra sull'acquisto equo e sostenibile di alluminio sia riciclato, sia a basse emissioni di carbonio. In questo contesto, è fondamentale sapere che la produzione di alluminio riciclato utilizza solo il 5% dell'energia necessaria per produrre alluminio primario.

2

Uso ottimale del materiale

Un secondo fattore importante riguarda l'ottimizzazione dell'uso dei materiali e la scelta di componenti sostenibili nello sviluppo dei nostri sistemi. Nel contesto della circolarità, ciò include la possibilità di sostituzione delle parti sensibili all'usura e le modalità per abbinare la scelta del materiale alla funzione del sistema.

3

Alto isolamento, bassi consumi

Un terzo pilastro essenziale è **l'ottimizzazione delle prestazioni termiche dei nostri sistemi**. Questo ci permette di ridurre il consumo di energia negli edifici. Ricerchiamo e sviluppiamo soluzioni su temi come la ventilazione e la progettazione termica per rendere i nostri sistemi pronti per i requisiti e le normative di domani.

4

Guardiamo oltre il nostro prodotto

In quarto luogo, esaminiamo anche il legame tra i nostri prodotti e l'edificio in cui sono collocati. I componenti dell'edificio raramente stanno da soli, ma formano un insieme coerente. Reynaers Aluminium deve quindi **guardare oltre i confini del proprio prodotto**. Pertanto, in questa guida, presentiamo anche il concetto di una nuova connessione costruttiva che soddisfi le esigenze dei nostri partner e del consumatore (vedi sotto).

5

L'asticella deve essere alzata

Infine, vogliamo alzare l'asticella concentrandoci ancora di più sugli **aspetti circolari nel settore delle costruzioni, e più precisamente nell'area di serramenti e facciate**. Come punto di partenza abbiamo utilizzato la scansione della circolarità nel progetto WiCO, realizzato da VITO.

Circolarità dei prodotti Reynaers Aluminium

All'inizio del progetto WiCO, l'istituto di ricerca indipendente VITO ha esaminato una serie di prodotti Reynaers Aluminium. Una scansione di circolarità è una valutazione qualitativa della circolarità su diversi livelli di scala, a livello di materiale, sottoelemento ed elemento. Come base per la valutazione, vengono mappate le fasi di produzione e assemblaggio, le proprietà dei materiali e degli elementi nonché le diverse connessioni.



Immagine 3.1: sistema per porte e finestre MasterLine 8

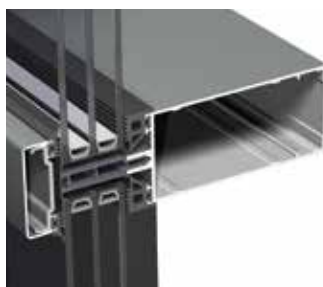


Immagine 3.2: sistema per facciata continua ConceptWall 50



Immagine 3.3: Sistema scorrevole MasterPatio

L'oggetto di prova per finestre e porte è stata la nostra serie MasterLine 8, per facciate continue ConceptWall 50 e per finestre scorrevoli il nostro sistema scorrevole MasterPatio. Lo studio è giunto alle seguenti conclusioni per i prodotti di cui sopra:

Punti di forza dei sistemi in alluminio in termini di circolarità

- **Elevato tasso di riciclo** – oltre il 90% di tutto l'alluminio utilizzato viene riciclato (fonte: European Aluminium, Circular Aluminium Action Plan 2020)
 - **Facile sostituzione del vetro** – utilizzando di fermavetri o clip
 - **Modularità e intercambiabilità dei componenti** – specialmente nelle facciate
 - **Lunga vita dei componenti** – i sistemi in alluminio durano fino a 60 anni (fonte: Michael Stacey, 2014¹) e anche la casa media ha una durata di 60 anni (Circular Flanders)
- Quindi i nostri prodotti attuali incarnano già diversi aspetti circolari.

Punti di debolezza dei sistemi in alluminio in termini di circolarità

- **Riutilizzo difficile** – è molto difficile reinserire nel ciclo i profili usati come componenti per le nuove finestre. Le dimensioni sono determinanti, sono necessarie lavorazioni aggiuntive e logistica. Inoltre, la rimozione dei profili richiede tempo ed è inquinante
- **Separare i materiali** – le squadrette angolari pressate e incollate non possono essere trattate selettivamente per il riciclo
- **Separare gli elementi** – le finestre sono difficili da smontare integre nel loro insieme

¹ Dallo studio: Aluminium and Durability - Towards Sustainable Cities, edited by Michael Stacey, pubblicato da Owingen Press, November 2014.

Come valutare il potenziale di circolarità?

In qualità di fornitore di sistemi, continueremo a basarci sui punti di forza attuali e ad affrontare i punti deboli ove possibile. A breve termine, vogliamo migliorare in particolare lo smontaggio dei serramenti. Il miglioramento della rimovibilità dei componenti, come le squadrette angolari, richiede un processo di ricerca più lungo, su cui stiamo lavorando nell’ambito della ricerca e sviluppo. Oggi rimuovere e riverniciare i singoli profili è dannoso per l’ambiente, ma è possibile riverniciare gli elementi installati (vedi sotto).

Utilizzando il diagramma del potenziale di riutilizzo (noto anche come modello Butterfly), i prodotti possono essere analizzati per il loro potenziale circolare. Per ridurre al minimo il flusso di rifiuti a fine vita, viene utilizzato un sistema a cascata, in cui, tra le altre cose, viene data la preferenza alla rigenerazione e al ricondizionamento rispetto al riciclo. In questo modo, la scansione della circolarità può identificare le opportunità per i nostri sistemi e dove le cose potrebbero essere migliorate.

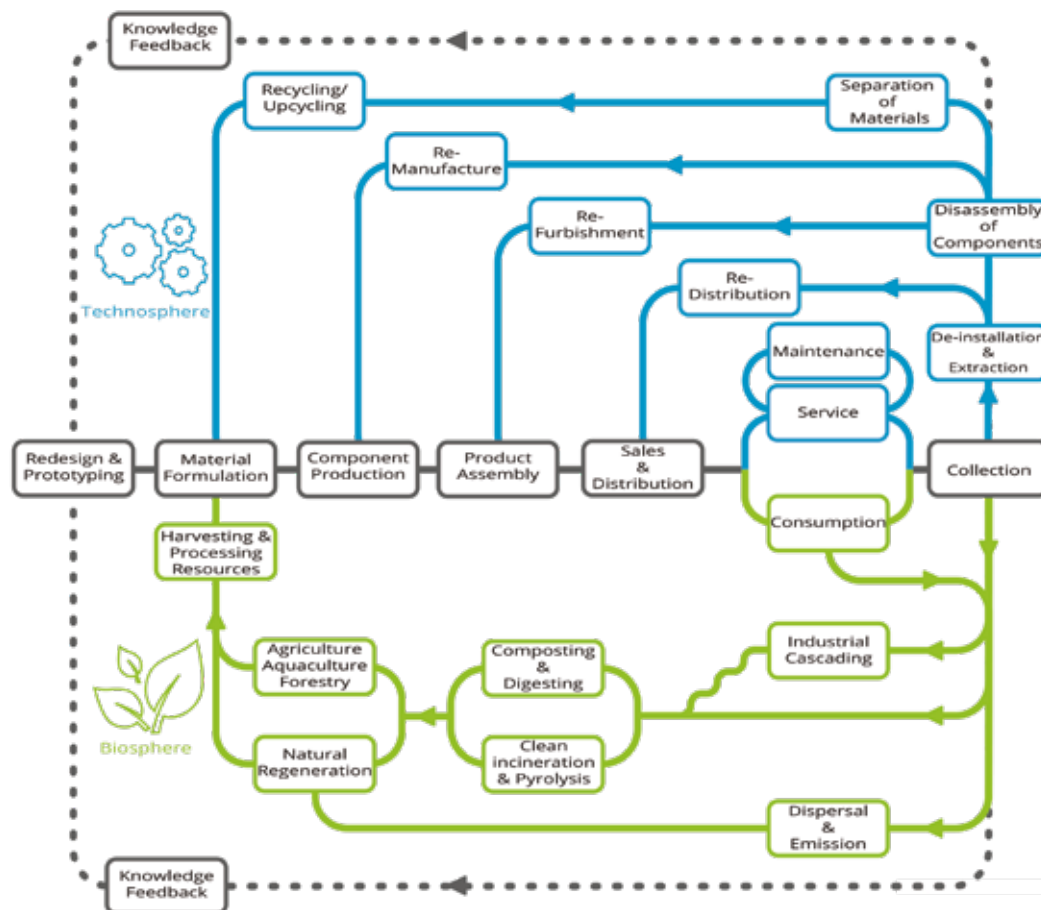


Immagine 3.4: Diagramma del potenziale di riutilizzo, ©EPEA BV

Progettazione circolare attraverso i sistemi adattabili esistenti

Reynaers Aluminium applica già molte tecniche circolari alla sua attuale gamma di prodotti. In questo modo, aumentiamo la durata dei nostri sistemi e riduciamo al minimo l'impatto ecologico per i nostri clienti e partner. Nei paragrafi che seguono, discutiamo di come la circolarità sia incorporata nel design delle nostre attuali finestre, porte, finestre scorrevoli e facciate.

Finestre, porte e sistemi scorrevoli

I serramenti in alluminio hanno diverse proprietà interessanti che ne rendono possibile l'adattabilità. Per i prodotti residenziali come finestre, porte e sistemi scorrevoli possiamo sostituire molto facilmente componenti come vetri, guarnizioni, serrature e cerniere. Il progettista può riportare le prestazioni del sistema in linea con le aspettative degli utenti (ad esempio aumentando il livello di isolamento) senza sostituire tutti i componenti. Anche una finestra fissa potrebbe in linea di principio essere trasformata in una finestra apribile, ma ciò attualmente richiede uno sforzo notevole e non può quindi essere considerata una soluzione standard.

Sostituzione del vetro

Dopo aver rimosso la guarnizione, il fermavetro può essere sganciato per consentire una facile sostituzione del vetro. È necessario prevedere solo un nuovo fermavetro e una guarnizione adattati allo spessore del nuovo vetro.

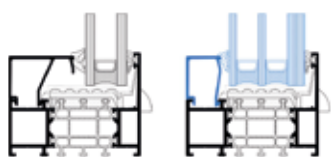


Immagine 3.5

Miglioramento dell'isolamento termico

L'isolamento termico dei nostri attuali sistemi può essere migliorato montando guarnizioni aggiuntive e migliori. Per effettuare la sigillatura sotto il vetro, lo stesso deve essere rimosso. Questo aggiornamento viene quindi solitamente eseguito contemporaneamente all'installazione di vetri ad alte prestazioni.

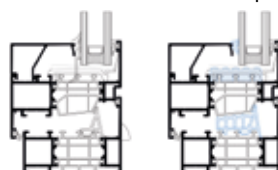


Immagine 3.6

Aggiunta di un elemento apribile

È anche possibile modificare il tipo di apertura. Togliendo il vetro ed effettuando altre regolazioni, una finestra fissa può essere trasformata in una finestra apribile.

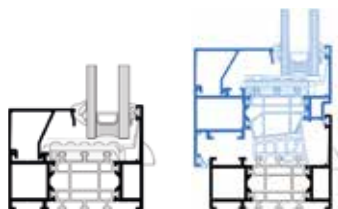


Immagine 3.7

Sostituzione di cerniere e ferramenta

Camera ferramenta universale: le cerniere e la ferramenta operativa vengono spinte o fissate in questa camera standard per essere facilmente sostituite. Questa scanalatura è standard per i diversi fornitori di ferramenta, il che offre ulteriore libertà di scelta.

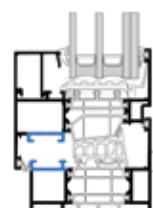


Immagine 3.8

Facciate continue

I sistemi Reynaers Aluminium per facciata continua e facciata a cellule hanno ancora più vantaggi circolari rispetto alla nostra gamma di sistemi residenziali. Ecco alcune delle loro proprietà più sostenibili.

Facciate continue

Sostituzione del vetro

Nei sistemi per facciate continue come ConceptWall 50 e ConceptWall 60, sia l'ancoraggio sia l'assemblaggio del sistema vengono eseguiti utilizzando collegamenti a vite reversibili. Il vetro viene fissato tra la guida di fissaggio, che viene poi completata da un profilo di copertura durevole ed estetico. L'unità può anche essere completamente smontata, facilitando il riciclo o la sostituzione.

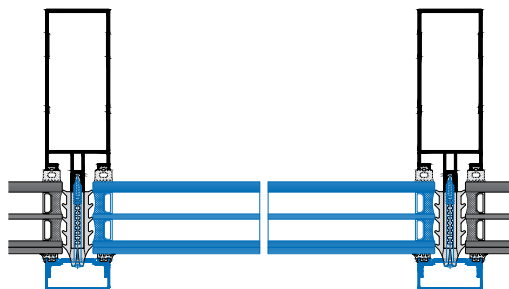


Immagine 3.9: Sezione orizzontale del sistema per facciata continua ConceptWall 50 con vetro fisso

Aggiunta di un elemento apribile

Il facile smontaggio consente agli installatori di cambiare rapidamente il vetro o di rinnovare completamente il profilo di copertura durante i progetti di ristrutturazione. Inoltre, c'è anche la possibilità di aggiungere nuovi elementi apribili (verso l'interno o verso l'esterno) come una finestra a sporgere, una finestra con apertura parallela o una porta. Il carattere pulito e uniforme della facciata viene preservato, mentre le opzioni di apertura intuitive facilitano la vita agli utenti.

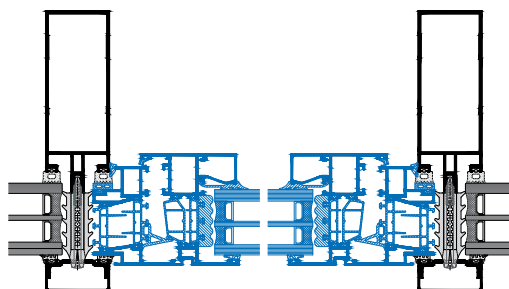


Immagine 3.10: Sezione orizzontale del sistema per facciata continua ConceptWall 50 con finestra ad apertura interna

Vetrature strutturali per un effetto più sottile

L'aggiunta di elementi di apertura in un edificio ha un impatto visivo, ma le vetrate strutturalmente incollate nell'elemento di apertura possono ridurre questo impatto. In tal caso, non è visibile alluminio extra all'esterno.

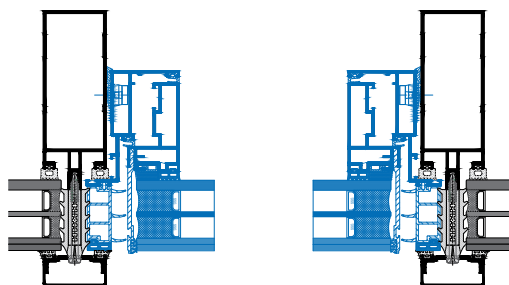


Immagine 3.11: Sezione orizzontale del sistema per facciata continua ConceptWall 50 con finestra incollata strutturalmente con apertura verso l'esterno

Alcuni edifici possono cambiare funzione nel corso degli anni e i nostri sistemi di facciata offrono la possibilità di tenerne conto anche in fase di progettazione. In questo modo, il sistema può essere facilmente adattato per prolungare la vita di un progetto. Ad esempio, quando si converte una torre di uffici in un edificio residenziale, è importante fornire elementi di apertura sufficienti. Un design ben congegnato e orientato al futuro, in cui le dimensioni degli elementi sono coordinate e consentono possibili interscambio, può rendere la vita dei futuri residenti più facile e senza preoccupazioni.

Facciate a cellule

Aggiunta di un elemento apribile

Un altro tipo di facciata è l'elemento a cellule, in cui sia gli elementi fissi sia quelli apribili sono costituiti da singole cellule. Visivamente, non c'è differenza tra i due tipi di facciata, ma quando si tratta di riutilizzare, le cellule fisse possono essere facilmente sostituite da elementi apribili, che di solito sono finestre ad apertura parallela o a sporgere, ma possono anche essere integrati elementi apribili verso l'esterno.

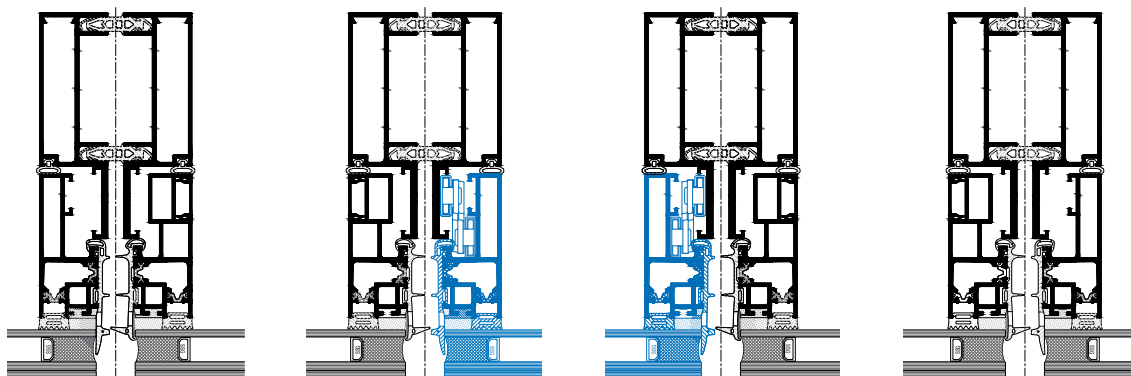


Immagine 3.12: Sezione del sistema per facciata a cellule ConceptWall 86 con vetro ad incollaggio strutturale. Sinistra e destra senza e centro con parte apribile.

Sostituzione dell'intero elemento

La facciata a cellule facilita inoltre lo smontaggio e la sostituzione della lastra di vetro durante l'incollaggio strutturale. Tuttavia, per motivi di sicurezza, si raccomanda che l'incollaggio avvenga nell'ambiente controllato dell'officina e non in cantiere. La sostituzione implica lo smontaggio e la sostituzione dell'intera cellula e del vetro. La quantità di materiale utilizzato e il prezzo di questa soluzione sono maggiori, ma a causa della maggiore flessibilità, la vita della facciata – e quindi dell'intero progetto – è più lunga e sostenibile.

In conclusione, i nostri prodotti attuali possono già soddisfare alcuni aspetti circolari: lunga durata, adattabilità alle aspettative degli utenti e smantellamento (soprattutto nel caso delle facciate).

Circularità lungo il ciclo di vita del prodotto

Abbiamo ampiamente esaminato il ruolo dei sistemi esistenti nel processo di costruzione circolare. Ora è il momento di spostare l'attenzione sulla circolarità lungo tutto il ciclo di vita del prodotto. La circolarità gioca un ruolo importante nella **fase di progettazione**, nella **fase di utilizzo** e nella **fase di fine vita**. Sulla base di queste diverse fasi, discutiamo le specifiche possibilità circolari che un architetto e/o proprietario di un edificio può applicare ai serramenti o facciate.

1

Fase di progettazione

In fase di progettazione, cerchiamo una **connessione all'edificio adeguata** che renda facile lo smontaggio o la sostituzione degli elementi. Successivamente, affrontiamo l'**indice di rimovibilità**, che è un metodo di misurazione oggettivo che indica la facilità con cui i prodotti e i loro componenti possono essere separati. Infine, discutiamo del **passaporto del prodotto**, che può essere un collegamento vitale sulla strada verso un'industria edile circolare.



Immagine 3.13: Fase di progettazione

2

Fase di utilizzo

Durante la fase di utilizzo, una corretta **pulizia, lubrificazione e regolazione** possono aiutare i prodotti a raggiungere la durata prevista. Si tratta di strategie che normalmente si trovano in un manuale d'uso o di manutenzione, ma spesso vengono dimenticate.

Altre misure con un impatto maggiore, sia in termini di tempo sia di costo, possono prolungare la vita di un prodotto oltre il suo normale periodo di utilizzo. **Rifacimento, riverniciatura in loco o sostituzione di componenti di facciata** possono – a seconda della situazione e delle esigenze del progetto – essere utilizzati per mantenere i prodotti in uso per molti anni ed evitare la sostituzione completa. Concetti come la determinazione del valore residuo, il valore di riciclo e il valore di riutilizzo svolgono qui un ruolo cruciale.



Immagine 3.14: Rifacimento mediante riverniciatura degli elementi in loco. © Respirepair

3

Fase di fine vita

Se altre strategie non consentono più la conservazione del prodotto, questo deve essere scomposto e lavorato in modo responsabile. Questa fase di fine vita si concentra su questioni come la **demolizione, la separazione dei rifiuti ed il riciclo**.



Immagine 3.15: Rottami di alluminio selezionati per il riciclo

Circularità durante la fase di progettazione

La costruzione circolare inizia già nella fase di progettazione di un progetto prestando attenzione al montaggio e allo smontaggio degli elementi attraverso, ad esempio, le connessioni all'edificio rimovibili che contribuiscono all'adattabilità del progetto. Inoltre, è necessario tenere in considerazione i materiali disponibili oggi ed in futuro, che possono essere ottenuti, ad esempio, attraverso un passaporto di materiale o prodotto. Questi principi e strumenti sono discussi in dettaglio in questo capitolo.

Connessione all'edificio standard

Uno dei punti focali del nostro progetto WiCO è semplificare la separazione degli elementi, cosa resa possibile da una connessione dell'edificio in alluminio Reynaers adattata. In Belgio oggi, la maggior parte dei serramentisti lavora con una **connessione all'edificio tipica** in cui i bordi sono chiusi con schiuma PU per garantire la tenuta al vento e all'acqua. Di seguito diamo una panoramica dei componenti principali di questo sistema.

1. Soglia in lamiera + lamiera antivibrazione
2. Profilo telaio
3. Tappo antigoccia
4. Ancoraggio di supporto
5. Schiuma PUR o altro materiale isolante flessibile
6. Lamiera
7. Tamponatura per finitura interna
8. Finitura interna

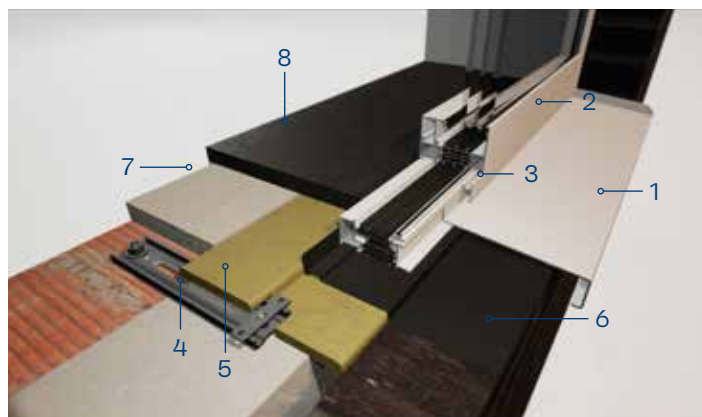


Immagine 3.16: visualizzazione 3D di una connessione all'edificio standard

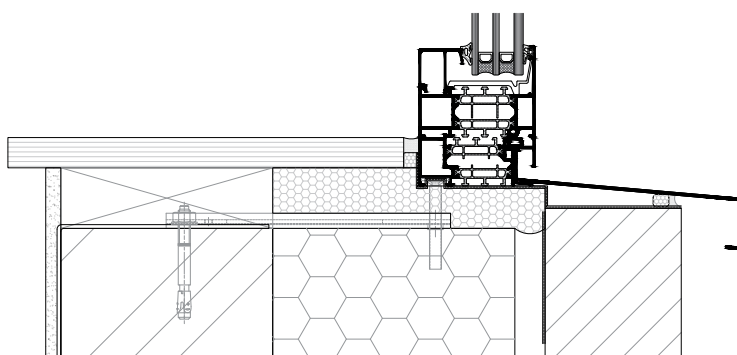


Immagine 3.17: Connessione all'edificio standard

Un **vantaggio** della connessione all'edificio standard è che ogni professionista conosce e utilizza questo metodo tradizionale. Il montaggio universale mediante tasselli a vite è possibile anche su tutti i sistemi.

Tuttavia, questa soluzione standard ha anche uno o due **punti di attenzione**. A causa del basso livello di rimovibilità di questo sistema, è praticamente impossibile rimuovere il serramento dall'involucro dell'edificio senza danneggiare le finiture interne. Inoltre, quando si desidera installare la finitura interna, spesso è necessario riempire le scanalature.

Il concept sviluppato da Reynaers Aluminium: connessione all'edificio rimovibile

In risposta, Reynaers Aluminium ha sviluppato un concept per una nuova connessione all'edificio rimovibile. **Dopo lo smantellamento, questo sistema innovativo lascia meno danni alle finiture interne e alla calotta termica.** Gli elementi sono più larghi di quelli di un involucro edilizio standard, il che ha un impatto sui trasporti. Tuttavia, poiché è incluso un supporto per la finitura interna, l'installazione è facilitata. Questo concept tiene conto anche delle tolleranze di installazione sulle finiture interne.

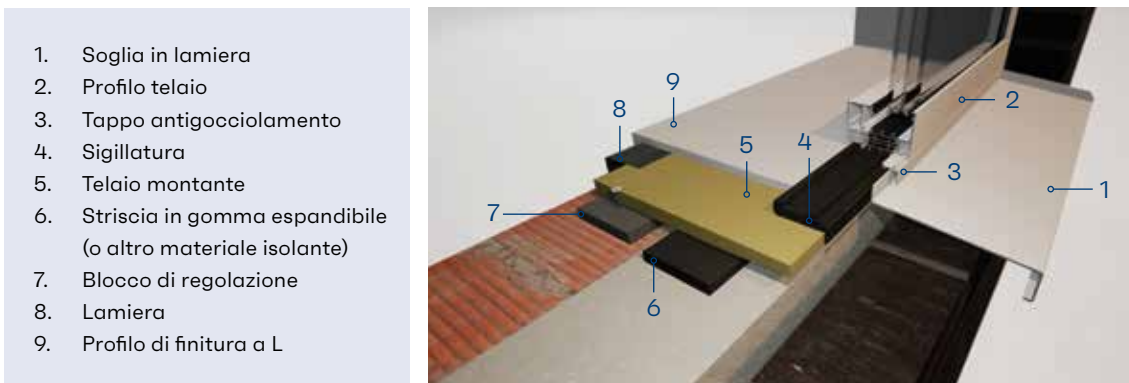


Immagine 3.18: visualizzazione 3D del concept della connessione all'edificio rimovibile

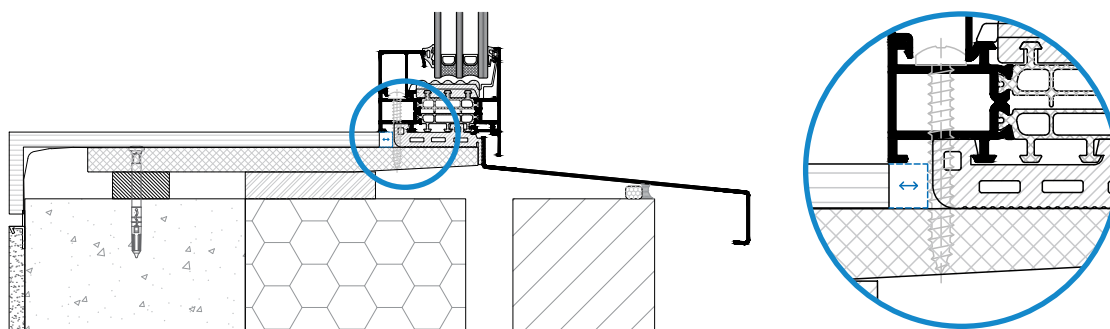


Immagine 3.19: Concept di connessione all'edificio rimovibile con profilo di finitura (in attesa di brevetto)

Nelle pagine seguenti spieghiamo questo concept e la ricerca che sta dietro ad esso in modo più dettagliato.

Il concept di Reynaers Aluminium: connessione all'edificio rimovibile

Il concept della nuova connessione all'edificio rimovibile può essere utilizzato in vari tipi di costruzioni, come un telaio in legno, un sistema ETICS, un tradizionale muro a intercapedine e altro ancora. Ma come si monta correttamente il sistema? Ed è facile da rimuovere? Lo spieghiamo passo dopo passo.

1 Collegare l'elemento al telaio montante

Per prima cosa, viene applicato un sigillo attorno al serramento. Ciò garantisce la tenuta dell'elemento, ma fornisce anche lo spazio tra il sistema e il telaio montante necessario per la successiva installazione della finitura interna (principio brevettato da Reynaers Aluminium). Il telaio montante viene quindi avvitato al serramento.

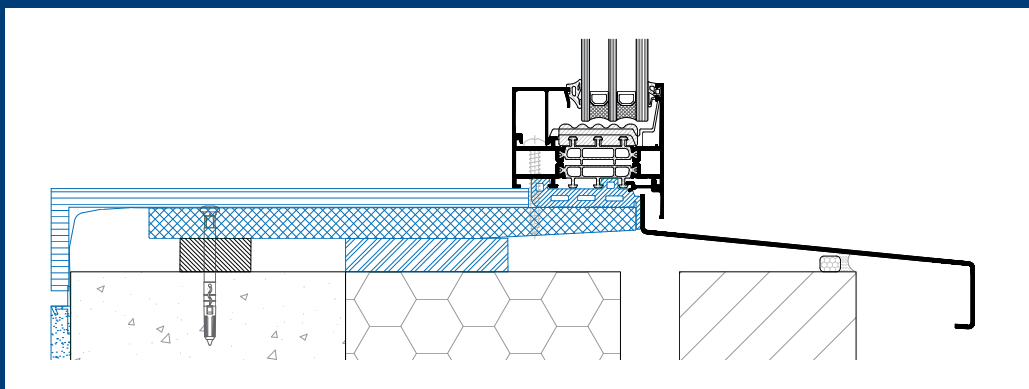


Immagine 3.20: Sezione verticale del concept di connessione all'edificio rimovibile con profilo di finitura

2 Installare l'unità con la guarnizione ad espansione

In loco viene applicato un sigillante ad espansione attorno al telaio montante e viene posizionata l'unità nel foro finestra. Il telaio montante viene quindi ancorato all'involucro dell'edificio con blocchi di regolazione ed un fissaggio a vite. All'interno è posata una pellicola a tenuta di vapore, dal telaio montante alla parete interna.

3 Montare il profilo di finitura

Il prossimo passo è montare la finitura interna. Di solito si tratta di un profilo di finitura a forma di L che scorre sotto il serramento, ma sono possibili anche un angolo in cartongesso o una finitura in legno. Idealmente, questo crea un giunto d'ombra in modo da non dover danneggiare l'intonaco quando si desidera rimuovere nuovamente il serramento.

È anche possibile intonacare direttamente sul telaio montante, ma così facendo non sarà più possibile smontare senza causare danni. Il vantaggio è che non è necessario utilizzare la schiuma PUR per riempire gli spazi vuoti tra il telaio della finestra e l'isolamento. Inoltre, tutto è pronto per la finitura dopo l'installazione del serramento. Questa connessione all'edificio rimovibile è perfetta per l'uso intorno alle finestre, ma può anche tornare utile per porte e porte scorrevoli.

Confronto delle connessioni all'edificio

Per illustrare la forza di questo concept rimovibile, lo confrontiamo con una connessione all'edificio standard ed una connessione rimovibile con intonaco. Di seguito è riportato un confronto di questi tre metodi durante le diverse fasi di costruzione.

Smontaggio

Concept connessione all'edificio rimovibile con profilo di finitura R

1. Rimuovere il profilo di finitura a L (riutilizzabile)
2. Rimuovere il fermavetro ed il vetro
3. Rimuovere il telaio della finestra con delle viti

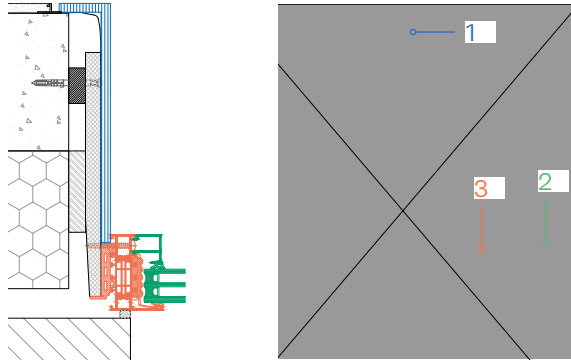


Immagine 3.21

Concept connessione all'edificio rimovibile con intonaco R

1. Rimuovere l'intonaco (non riutilizzabile)
2. Rimuovere il fermavetro ed il vetro
3. Rimuovere il telaio della finestra con delle viti

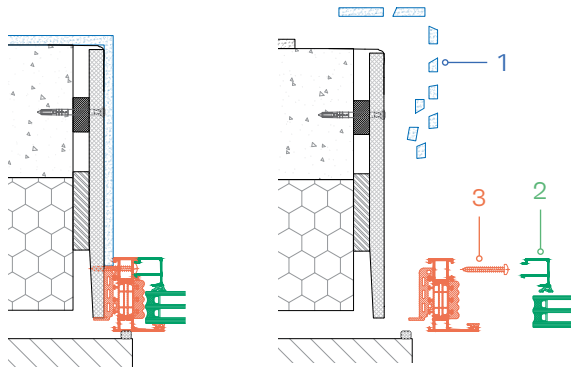


Immagine 3.22

Connessione all'edificio standard con intonaco

1. Rimuovere l'intonaco (non riutilizzabile)
2. Rimuovere il fermavetro ed il vetro
3. Tagliare la pellicola sigillante e rimuovere il riempimento del rivestimento (non riutilizzabile)
4. Rimuovere il telaio della finestra: allentare i tasselli e tagliare la schiuma PUR allentata (non riutilizzabile)

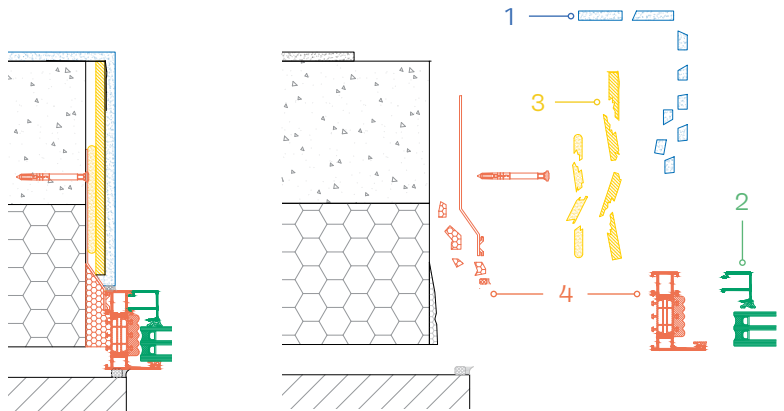


Immagine 3.23

La connessione all'edificio rimovibile facilita lo smontaggio e consente il riutilizzo di tutti i componenti in alluminio. Le altre due opzioni richiedono più tempo e consentono solo un riutilizzo parziale dei materiali. Questo rende il nostro nuovo concept di connessione all'edificio perfetto per la costruzione circolare nei progetti di nuovi edifici o di ristrutturazione.

Rimontaggio

Durante il rimontaggio, seguiamo la procedura inversa. I materiali danneggiati durante lo smantellamento devono essere aggiunti nuovamente nella seconda e terza opzione.

Concept connessione all'edificio rimovibile con profilo di finitura R

1. Montare il telaio della finestra usando le viti
2. Montare il fermavetro ed il vetro
3. Montare il profilo di finitura a L

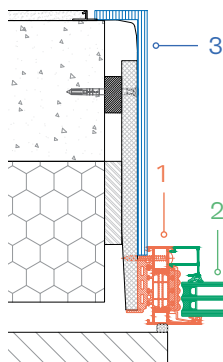


Immagine 3.24

Concept connessione all'edificio rimovibile con intonaco R

1. Montare il telaio della finestra usando le viti
2. Montare il fermavetro ed il vetro
3. Applicare l'intonaco (nuovo)

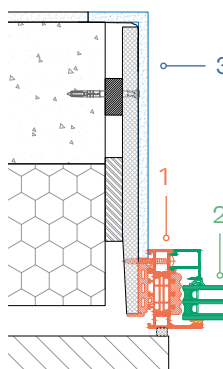


Immagine 3.25

Connessione all'edificio standard con intonaco

1. Montare il telaio della finestra utilizzando tasselli e schiuma PUR (nuovo)
2. Installare riempimento e pellicola (nuovo)
3. Montare il fermavetro ed il vetro
4. Applicare l'intonaco (nuovo)

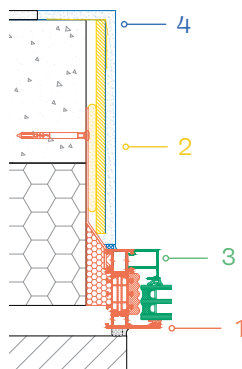


Figure 3.26 Immagine

Utilizzando la nostra **connessione all'edificio rimovibile** dopo un precedente ampliamento, è possibile riposizionare perfettamente tutti i componenti. Grazie all'innovativo concept, è anche possibile **riutilizzare l'intera connessione all'edificio** nel caso di ristrutturazione. La connessione standard e circolare con il rivestimento presenta invece difficoltà nel riutilizzo delle finiture interne, dell'involucro termico e dei fissaggi dei serramenti.

Valutazione delle connessioni all'edificio in base alla determinazione del valore residuo e ai costi di costruzione

È inoltre possibile confrontare i diversi tipi di connessione all'edificio sulla base di calcoli del valore residuo e del prezzo. Qui notiamo un certo scostamento dei costi.

Il telaio montante della nuova connessione all'edificio aumenta il prezzo del serramento, ma questo costo aggiuntivo è compensato da una finitura interna più rapida, economica e semplice.

Insieme alla società di consulenza olandese Alba Concepts è stato effettuato anche un **calcolo del valore residuo** per lo scenario di riutilizzo. A causa della quantità di manodopera e dei danni che possono verificarsi ai serramenti quando si utilizza la connessione all'edificio standard con tasselli, ciò si traduce in una perdita di valore. Di conseguenza, uno scenario di riciclo può essere scelto più rapidamente. (Vedere spiegazione della determinazione del valore residuo a pagina 30).

Determinazione del valore residuo dopo 30 anni

	Relativo ai costi materiali iniziali	Relativo al costo totale iniziale di costruzione	Costo totale di costruzione (dimensioni: 1230 x 1480 mm)
Concept connessione all'edificio rimovibile con profilo di finitura R	41 %	29 %	102 %
Concept connessione all'edificio rimovibile con intonaco R	29 %	21 %	101 %
Connessione all'edificio standard con intonaco	-16 %	-11 %	100 %

Tabella 3.1: Determinazione del valore residuo per i 3 metodi dopo 30 anni

Il valore negativo indica una perdita di valore. -16% significa che il valore del rottame è annullato dai costi di manodopera coinvolti nella smontaggio, separazione e riciclo dei materiali, poiché il riutilizzo in questo caso non è previsto.

Da questo confronto, possiamo concludere che una connessione all'edificio standard porta più rapidamente al riciclo, mentre il concept di connessione rimovibile in alluminio Reynaers facilita uno scenario di riutilizzo. La rimovibilità e i valori residui pratici sono chiaramente fattori influenti quando si parla di circolarità.

Tuttavia, per confrontare facilmente la circolarità dei sistemi, sono necessari dati. È qui che entrano in gioco i termini **potenziale di disassemblaggio e determinazione del valore residuo**. nei paragrafi seguenti riassumiamo questi concetti cruciali.

Potenziale di smontaggio

Potenziale di smontaggio, o rimovibilità: che cosa significa esattamente? La società di consulenza olandese Alba Concepts utilizza la seguente definizione:

“La rimovibilità di un elemento costruttivo è la misura in cui un oggetto può essere smontato a tutti i livelli di scala senza danneggiare l’oggetto o gli oggetti circostanti e proteggendo così il valore esistente.”

Più un edificio è rimovibile, più facile è raccogliere prodotti e sistemi e più è naturale farlo. La rimovibilità è quindi un concetto cruciale in un’economia edilizia circolare. Per calcolare questo indice, è necessario analizzare sia le connessioni nel prodotto stesso, sia il metodo di installazione. Vengono considerati il tipo di connessione, l’accessibilità, le possibili intersezioni e le inclusioni di forma. Per ogni componente viene calcolato un punteggio da 0,1 a 1, dove 1 significa completamente rimovibile e 0,1 significa per niente rimovibile.

La formula esatta per determinare l’indice di rimovibilità di un prodotto o elemento (LIP_n) è la seguente:

$$LIP_n = \frac{4}{\frac{1}{TV_n} + \frac{1}{ToV_n} + \frac{1}{DK_n} + \frac{1}{RO_n}}$$

Dove:

- **Tipo di connessione (TV)** – ad esempio, un giunto a secco (1.0), un giunto bullone-dado (0.8) o un giunto chimico duro(0.1)
- **Accessibilità alla connessione (ToV)** – il punteggio di 1,0 indica che un componente è liberamente accessibile, senza necessità di azioni aggiuntive. Un componente inaccessibile, ad esempio a causa di danni irreparabili a un prodotto o ai prodotti circostanti, riceve un punteggio di 0,1
- **Indipendenza (DK)** – come i cavi elettrici che attraversano un prodotto. Questa scala va da nessuna intersezione (punteggio di 1,0) alla piena integrazione di prodotti ed elementi di livelli diversi (punteggio di 0,1)
- **Geometria del bordo del prodotto (RO)** – che determina l’ostruzione alla rimozione. Con un punteggio di 1.0 non c’è ostruzione, con 0.1 è completa

Per ulteriori informazioni, vedere l’allegato a pag. 50 di questa guida.

Determinazione del valore residuo

Oltre all’indice di rimovibilità si considerano anche i valori residui per valutare la circolarità relativa dei sistemi.

Un valore residuo è determinato sulla base di due scenari: lo scenario per il **valore di riutilizzo** e lo scenario per il **valore di riciclo**.

Il valore di riutilizzo presuppone che il prodotto possa essere riutilizzato, parallelamente a ciò che Ellen McArthur chiama “riutilizzo” (fonte: ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram).

Questo valore viene definito come segue:

$$\text{Valore di riutilizzo} = AWP - HP - KR - DK - RK - TK - OK$$

In questa formula:

- **Valore di acquisto del prodotto (AWP)** – il costo lordo di acquisto del prodotto
- **Potenziale di riutilizzo (HP)** – la quota di materiale che non esce liberamente dal cantiere e va perduta
- **Riduzione della qualità (KR)** – l’impatto dell’usura e dell’uso sull’ammortamento
- **Costi di smantellamento (DK)** – il costo della rimozione selettiva del prodotto dal sito
- **Costi di ispezione (RK)** – i costi di approvazione del prodotto per il riutilizzo
- **Costi di trasporto (TK)** – i costi logistici, in base a un numero medio di km, alla massa e al volume del prodotto
- **I costi di stoccaggio (OK)** – i costi di conservazione temporanea dei prodotti riutilizzati prima di reinstallarli in cantiere

Il valore di riciclo considera il prodotto come una materia prima e si calcola come segue:

$$\text{Valore di riciclo} = AW_m - RP - SK - BK - TK - OK$$

In questa formula:

- **Valore d’acquisto del materiale (AW_m)** – il prezzo stimato della materia prima
- **Potenziale di riciclo (RP)** – questo indica la percentuale di materiali da costruzione che possono essere riciclati al momento del rilascio
- **Costi di demolizione (SK)** – stima dei costi della manodopera per la demolizione
- **Costi di lavorazione (BK)** – i costi di lavorazione e riciclo dei prodotti
- **Costi di trasporto (TK)** – i costi logistici, basati su un numero medio di chilometri e sulla massa e volume della materia prima
- **Costi di stoccaggio (OK)** – il costo dello stoccaggio temporaneo della materia prima riciclata prima che venga reintegrata nel processo produttivo

C’è un momento unico in cui il valore di riciclo supera il valore di riutilizzo (vedi punto critico nel grafico 3.1). Preferiamo rimandare questo momento il più a lungo possibile per un prodotto circolare. Il riutilizzo è infatti uno scenario più interessante con un minor impatto ambientale e una durata di vita notevolmente più lunga rispetto al riciclo. Uno sguardo alla formula mostra che nella progettazione è meglio puntare a una minima perdita di qualità e ai costi di smontaggio più bassi possibili. Tutti questi costi sono stimati sulla base di dati di riferimento che la società di consulenza Alba Concepts ha determinato insieme ad esperti di costo. Queste cifre sono documentate nel Dutch Financial Valuation Standard.¹

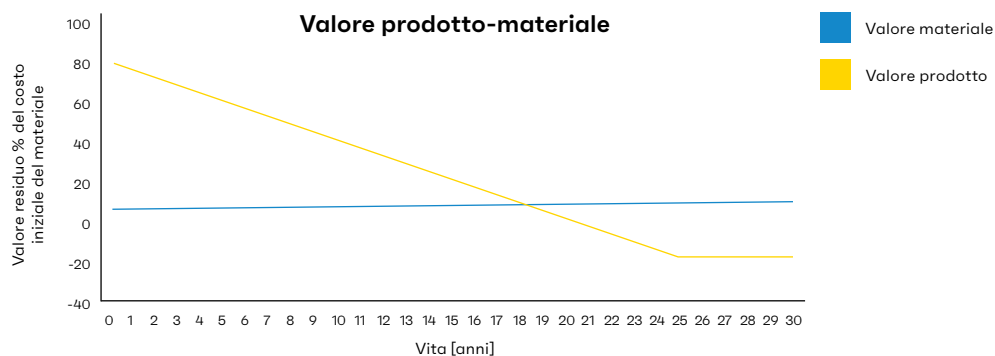


Grafico 3.1

¹ Financial Valuation Standard - Alba Concepts. Redatto da Alba Concepts per conto di Metaalunie e FME, in associazione con il Ministero olandese dell'economia e della politica climatica.

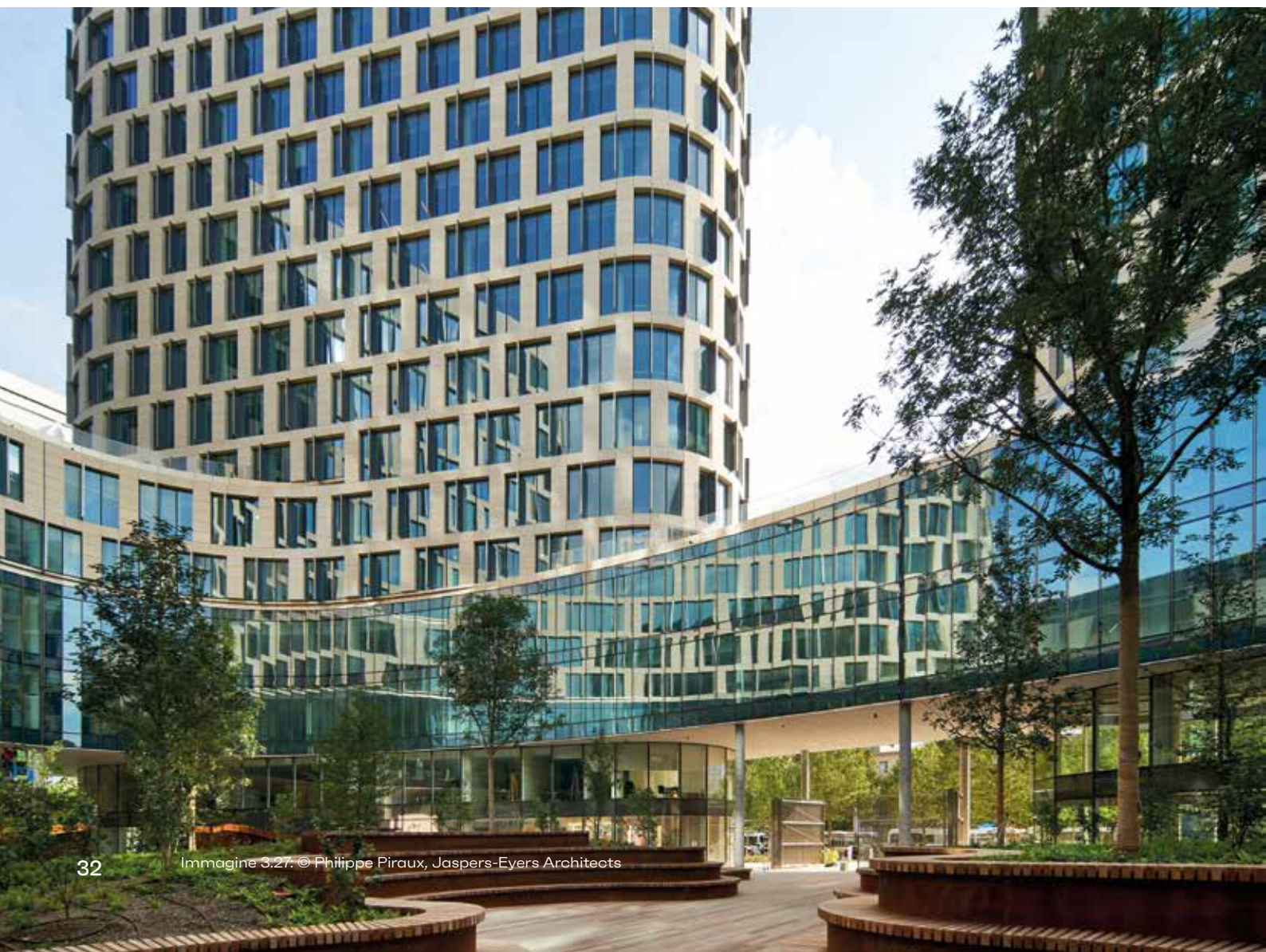
Design circolare – il passaporto di prodotto

Abbiamo già mostrato in questo capitolo come è possibile determinare la circolarità degli impianti e degli edifici con l'ausilio di un nuovo allacciamento edilizio, dell'indice di rimovibilità e delle determinazioni del valore residuo. Un altro strumento è il passaporto del prodotto.

Il passaporto di prodotto è un documento che contiene informazioni sui materiali da costruzione e sui componenti di un sistema.

Combinando i diversi passaporti di prodotto di tutti i sistemi in un progetto, si può ottenere un passaporto di costruzione. Questo documento è importante almeno quanto il passaporto del prodotto, poiché i collegamenti a livello di elemento e edificio determinano possibilità circolari nella fase di fine vita (ad es. identificare i collegamenti che consentono o

non consentono uno smontaggio senza danni). Le informazioni dovrebbero preferibilmente essere sia quantitative, come le prestazioni ambientali, sia qualitative, come le linee guida per lo smantellamento. Inoltre, il passaporto dovrebbe idealmente contenere informazioni sulle varie fasi di vita dei materiali, degli elementi costruttivi e dell'edificio stesso. Ciò consente a utenti, progettisti e altre parti interessate di cercare come installare, mantenere o smontare il materiale in qualsiasi fase della sua vita.



Per Reynaers Aluminium, le seguenti informazioni sono indispensabili in un passaporto di prodotto:

- Sistema utilizzato
- Dimensioni
- Codice colore
- Lista di referenze
- Vetro o riempimento – tipo, dimensione e peso
- Peso e volume del materiale
- Prestazioni energetiche e ambientali
- Serramentista e installatore
- Data di produzione e installazione
- Linee guida per la manutenzione
- Piano di smantellamento

Perché utilizzare un passaporto di prodotto?

Vorremmo condividere alcuni esempi che dimostrano la necessità di un passaporto del prodotto.

Nel caso di una connessione di edificio staccabile, è importante che ogni stakeholder della catena sia consapevole di questo valore aggiunto. Un passaporto dettagliato del prodotto può fornire informazioni chiare a installatori, utenti e demolitori. In una ristrutturazione, ad esempio, tutti coloro che hanno dimestichezza con il passaporto del prodotto sanno che è necessario utilizzare un metodo non standard per rimuovere la finestra facilmente e senza causare danni.

Il passaporto del prodotto può anche rendere possibile il riutilizzo nella fase di fine vita (vedi sotto). I dettagli tecnici in particolare possono essere un indicatore importante in questo caso, come il valore U: la finestra raggiunge ancora i valori termici di base attuali?

Se il passaporto del prodotto definisce i vari materiali e quantità, è possibile riassumere queste informazioni a livello di edificio nel passaporto dell'edificio. E sulla base del passaporto dell'edificio, è possibile redigere un inventario di demolizione e un piano di follow-up della demolizione. In questo modo, i flussi di rifiuti possono essere identificati più spesso o più correttamente e raccolti in modo più selettivo, in caso.

La creazione di un passaporto del prodotto richiede molte informazioni e quindi non è sempre realistico nella pratica. La mancanza di un processo standardizzato rende molto difficile l'attuazione. Nei prossimi anni si prevede una maggiore armonizzazione e chiarezza all'interno del settore edile, ma al momento non ci sono linee guida a livello di settore o un passaporto unificato. Reynaers Aluminium vuole lavorare su questo con i suoi partner in futuro.

La circolarità nella fase di progettazione

Un aspetto importante da considerare quando si progetta un serramento circolare è la rimovibilità. I serramenti offrono la possibilità di essere smantellati nel modo più efficiente possibile, così da favorire scenari di riutilizzo e un maggior valore residuo. Ci sono già questi aspetti nei nostri sistemi, ma la connessione all'edificio rimane la sfida più

importante.

Reynaers Aluminium ha quindi sviluppato un concept per una connessione all'edificio staccabile. Le varie parti interessate devono ovviamente essere consapevoli del metodo più efficiente di smantellamento. Il passaporto di prodotto può aiutare in questo caso.

Circularità durante la fase di utilizzo

Dalla circolarità in fase di progettazione stiamo ora spostando il nostro focus sulla circolarità in fase di utilizzo. Il sogno di ogni architetto è costruire un progetto che possa fornire agli utenti, di generazione in generazione, un ambiente domestico, lavorativo o abitativo sicuro. Da un punto di vista circolare è quindi importante garantire la qualità di ogni elemento costruttivo affinché la vita dell'intero progetto sia la più lunga possibile. Esistono diverse strategie che possono essere applicate nella fase di utilizzo di un edificio: le esamineremo ciascuna in questa guida.

Durata ed estensione del ciclo di vita

Uno degli obiettivi della costruzione circolare è massimizzare la vita degli elementi costruttivi utilizzati. Il prodotto deve continuare a soddisfare le aspettative degli utenti sia esteticamente, sia in termini di prestazioni. Un indicatore di valore fondamentale in questo caso è il rispetto delle dimensioni e dei pesi massimi delle parti apribili, come specificato per sistema dal fornitore del sistema.

Un altro parametro importante che può avere un'influenza positiva sulla durata della vita di un prodotto è la manutenzione. Pulire i vetri con prodotti detergenti neutri e attenersi sempre alle istruzioni di manutenzione del fornitore dell'impianto, dalla regolazione dei raccordi al controllo delle guarnizioni e alla pulizia dei fori di drenaggio.

Mentre la manutenzione garantisce che il prodotto raggiunga la durata prevista, l'obiettivo con l'estensione della durata è quello di dare ai prodotti una seconda vita. Pensiamo a una ristrutturazione: questo è un punto del ciclo di vita di un edificio in cui solitamente si decide di sostituire i serramenti. I motivi per la sostituzione dei profili includono dimensioni alterate o il fatto che il sistema esistente non è compatibile con un nuovo tipo di vetrata.

Le prestazioni termiche dei serramenti negli edifici più vecchi sono spesso irrimediabilmente superate. Fortunatamente, le prestazioni termiche dei sistemi in alluminio sono state notevolmente migliorate nel corso degli anni. Gli elementi attuali non solo offrono un isolamento perfetto, ma sono anche generalmente progettati in modo tale da poter utilizzare doppi o tripli vetri e garantire una buona tenuta all'aria.

Sostituire completamente gli elementi è una cosa, ma esistono anche tecniche per dare una vita più lunga ai sistemi attuali. Ecco alcuni modi per garantire una maggiore durata dei serramenti in alluminio:

- **Rinnovare** – sostituire il vetro, la ferramenta e le guarnizioni
- **Riverniciare in loco** – applicare una nuova mano di vernice per resistere alle intemperie
- **Sostituire parzialmente le facciate** – installare un nuovo elemento solo dove necessario

La sostituzione di una sola parte di una facciata offre evidenti vantaggi in termini di risparmio di tempo e di costi. Ma il rifacimento degli elementi o la riverniciatura in loco potrebbero richiedere alcuni chiarimenti.

Rinnovare i serramenti

Ristrutturare significa sostituire o aggiungere componenti, come lastre di vetro, ferramenta o guarnizioni, agli elementi esistenti per dare una seconda vita ai serramenti. Un esempio di componenti sostituibili sono le cerniere, che, dopo un uso frequente, presentano prestazioni ridotte a causa dell'usura meccanica.

Cause di invecchiamento dei componenti

- I serramenti sono rimasti nella stessa posizione per un lungo periodo di tempo
- Raggi UV
- Manutenzione assente o inadeguata
- Grandi variazioni di temperatura
- Alta frequenza di utilizzo
- Uso scorretto delle parti apribili

Esempi di rinnovamento

Sostituzione delle guarnizioni

Il corretto funzionamento delle guarnizioni è importante per la tenuta all'aria e all'acqua del sistema, nonché per le prestazioni acustiche del serramento. Se non vengono sostituiti in tempo, si corre il rischio di incorrere in danni provocati dall'acqua, inquinamento acustico e scarse prestazioni termiche a lungo termine.

Sostituzione della ferramenta

In caso di utilizzo frequente può essere necessario sostituire la ferramenta anche prima, se la frequenza di utilizzo è notevolmente superiore alle frequenze testate. Per finestre e finestre scorrevoli, la frequenza di prova è di 20.000 cicli, mentre per le porte varia da 50.000 a 1.000.000 di cicli di prova (vedi panoramica sotto).

Resistenza ad aperture e chiusure ripetute secondo EN 12400

EN 12400: 2002 Finestre e porte pedonali – Durabilità meccanica – Requisiti e classificazioni			
Cicli	Finestre	Porte	Classe
			0
5.000	moderato	limitato	1
10.000	normale	leggero	2
20.000	intensivo	infrequente	3
50.000		moderato	4
100.000		normale	5
200.000		frequente	6
500.000		intensivo	7
1.000.000		estremo	8

Tabella 3.2: Resistenza ad aperture e chiusure ripetute secondo EN 12400

La giusta scelta dei materiali può limitare o addirittura eliminare la necessità di ristrutturazioni. Ad esempio, la selezione della ferramenta corretta a seconda dell'applicazione.

Durante la ristrutturazione, è importante anche verificare se i serramenti soddisfano ancora requisiti diversi dall'apertura regolare, come le prestazioni termiche. Per valutare l'effetto di tali interventi sulle prestazioni, abbiamo avviato un caso prova.

Caso prova: Mariahof, Lovanio

I serramenti di uno degli edifici del chiostro del Mariahof a Lovanio (Belgio) avevano urgente bisogno di un aggiornamento. Il progettista ha suggerito di sostituire solo il vetro, le guarnizioni e la ferramenta dove il serramento era ancora in buone condizioni. Gli altri elementi, per lo più porte d'ingresso, sono stati completamente sostituiti. La proprietà ha accettato la proposta perché ha consentito ai residenti di rimanere nell'edificio e di ridurre al minimo i disagi. Ciò significava anche che non erano necessarie nuove finiture interne.

Punti principali del progetto

- I residenti rimangono in loco durante la ristrutturazione
- Le finiture interne rimangono intatte
- Miglioramento significativo della tenuta all'aria e dell'acustica



Immagine 3.28: la facciata del complesso Mariahof



Immagine 3.29: prova fumo



Immagine 3.30: blower door test

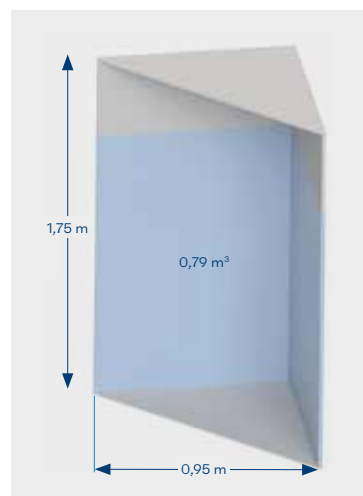


Immagine 3.31: simulazione volumetrica

Per calcolare l'impatto di tale intervento sulle prestazioni dell'edificio, prima e dopo i lavori è stato effettuato un "blower door test". Una prova fumo su una delle finestre da rimuovere ha mostrato evidenti perdite, come si può vedere nelle foto sottostanti. Durante la ristrutturazione del complesso Mariahof sono state sostituite la ferramenta e le guarnizioni acustiche delle finestre. Gli elementi sono stati dotati di vetro termicamente isolato che è stato smaltato con silicone.

Confrontando i risultati prima e dopo la ristrutturazione, vediamo un notevole miglioramento. La misurazione in bassa pressione ha mostrato un miglioramento medio del 68%; la misurazione della sovrappressione ha mostrato un miglioramento del 42%. Le portate di perdita misurate dopo la ristrutturazione sono approssimativamente uguali tra bassa e sovrappressione, il che rappresenta un reale miglioramento rispetto alla situazione originale. Di seguito una breve panoramica dei risultati misurati:

Miglioramento della perdita d'aria prima e dopo la ristrutturazione

	Bassa pressione			Sovrappressione		
	10Pa	25Pa	35 Pa	10Pa	25Pa	35 Pa
% miglioramento	66%	69%	-	51%	33%	41%
% miglioramento medio	68%			42%		

Tabella 3.3: Confronto delle perdite d'aria prima e dopo la ristrutturazione - caso di prova Mariahof

Il vetro o altri elementi riempitivi possono sempre essere facilmente sostituiti o regolati, così come la vernice, le guarnizioni e in alcuni sistemi l'isolamento (usando speciali guarnizioni e schiume). Anche la ferramenta può essere completamente o parzialmente sostituita. Nonostante le possibilità di ristrutturazione, gli elementi originali devono avere una qualità di produzione decente. Non è sempre infatti possibile ottenere un elemento funzionale attraverso la ristrutturazione quando ci sono problemi di qualità dalla fabbricazione originale in poi.

Possiamo concludere che è possibile rinnovare i serramenti solo se si prendono in considerazione i punti di cui sopra. Notiamo che i sistemi contemporanei sono più adatti ad essere ristrutturati in una fase successiva della vita. Con gli elementi più vecchi, lo spessore massimo del vetro e il valore Uf limitato possono essere un ostacolo nel processo di ristrutturazione e rinnovamento.

Verifica della qualità e della compatibilità del materiale di base

Sulla base di questo caso pratico, abbiamo formulato alcuni punti di attenzione che dovresti rivedere prima di considerare la ristrutturazione di una falegnameria:

- **Verificare in anticipo se i pezzi di ricambio sono ancora disponibili,**
oppure cercare alternative che possano essere integrate nei profili
- **Verificare se i profili soddisfano ancora le aspettative termiche**
In questo modo si evita ad esempio il rischio di condensa
- **Verificare se gli elementi sono ancora in buone condizioni**
Verificare la presenza di deformazioni, lo stato delle smussature negli angoli del profilo, ecc.
- **Verificare se il tipo di vetro previsto si adatta ai profili esistenti**

Riverniciatura dei serramenti in loco

I profili per finestre in alluminio sono sempre rifiniti con una mano di vernice e/o rivestimento anodizzato. Questo trattamento superficiale, insieme al design del serramento, ha una grande influenza sull'aspetto dell'edificio.

Può darsi che dopo un po' l'aspetto dell'edificio non soddisfi più le aspettative dell'utente. In tal caso si può suggerire un nuovo trattamento superficiale per i serramenti per non doverli sostituire interamente. Riverniciando le finestre è possibile dare una seconda vita ai profili dei serramenti, senza smontarli. Illustreremo come funziona questo processo di rivestimento con un caso che coinvolge Respirepair¹, un esperto in riparazioni e ristrutturazioni.

Come procedono:

- 1 Preparazione per il primer**
Nella prima fase, il piano di lavoro viene accuratamente pulito, carteggiato e sgrassato, per consentire la corretta adesione del primer. Per evitare una spruzzatura eccessiva su aree che non devono essere ridipinte, l'intera area di lavoro viene mascherata il più possibile.
- 2 Primerizzazione e preparazione per la mano finale**
Dopo la primerizzazione, l'area di lavoro può essere opzionalmente riscaldata per consentire alla vernice di indurire. L'area di lavoro viene nuovamente carteggiata e sgrassata per garantire che lo strato finale aderisca correttamente.



Immagine 3.32: protezione delle parti che vengono verniciate contemporaneamente.
© Respirepair



Immagine 3.33: indurimento della vernice
© Respirepair

- 3 Optional: abbinamento colore**
Se i serramenti da riverniciare devono corrispondere a un altro colore, viene eseguita una determinazione finale del colore in loco. A tale scopo, lo specialista in vernici utilizza campioni di colore o uno scanner di colori digitale.
- 4 Verniciatura e asciugatura**
L'intera area viene quindi verniciata a spray nel colore corretto. Successivamente, la superficie deve asciugarsi a sufficienza prima di poter rimuovere il nastro adesivo e la carta protettiva. I serramenti sembrano come nuovi!

Oggi sono numerose le ditte specializzate che possono svolgere facilmente questo lavoro. Pertanto, per molte persone il passaggio alla riverniciatura è diventato più naturale della sostituzione totale degli elementi. Inoltre, questi professionisti della verniciatura offrono le garanzie necessarie affinché il proprietario possa godersi senza preoccupazioni i serramenti in alluminio rinnovati.



Attenzione alla temperatura e all'umidità

- I lavori più consistenti dovrebbero svolgersi preferibilmente tra marzo e ottobre, quando la **temperatura esterna non supera i 30° o non scende sotto i 10°**. Piccole riparazioni possono ancora essere eseguite a temperature più fredde se si preriscaldano i profili. A temperature più elevate, è possibile aggiungere altri diluenti alla vernice in modo che si asciughi più lentamente. **Tuttavia, evitare la luce solare diretta** con i colori scuri.
- **Le giornate piovose o nebbiose dovrebbero essere evitate durante il processo di verniciatura**. In tali condizioni, l'umidità è infatti troppo elevata per consentire alla superficie di asciugarsi correttamente.

Sostituzione parziale delle facciate

E' possibile sostituire (ristrutturare) parti di elementi in alluminio, far riverniciare i profili delle finestre in loco, ma **è anche possibile scegliere di sostituire parzialmente una facciata**. Si tratta di una tecnica circolare con l'obiettivo di prolungare anche la vita di un edificio. Ma come funziona esattamente questo metodo?

Per determinare l'impatto e il valore aggiunto della parziale sostituzione delle facciate, abbiamo sviluppato un caso in collaborazione con l'istituto di ricerca indipendente VITO. Sono stati esaminati tre scenari su un'ala dell'edificio per uffici Reynaers Aluminium a Duffel. Per questi casi, sono stati determinati e confrontati LCA e LCC. Sulla base dei risultati di questo confronto, è possibile scegliere la direzione in cui si vuole orientare la ristrutturazione.

Caso studio: Reynaers Campus, Duffel

L'**analisi del ciclo di vita (LCA)** è stato effettuato per determinare l'impatto ambientale di una selezione di soluzioni di facciata. Abbiamo quantificato il profilo ambientale dall'estrazione delle loro materie prime allo smaltimento finale e/o al riciclo. I risultati di un'analisi LCA possono essere utilizzati durante la fase di progettazione per mantenere l'impatto ambientale il più basso possibile, ma anche per confrontare diversi progetti o scenari. In questo studio, quest'ultimo aspetto è utilizzato per **comparare tre possibili scenari di sostituzione tra loro**.

In ciascuno dei tre casi, assumiamo la stessa costruzione della facciata per un periodo totale di 60 anni. In ciascuno degli scenari qui illustrati, dopo 30 anni si sceglie di sostituire in tutto o in parte la facciata, ad esempio per soddisfare le aspettative del nuovo utente. Nel primo caso abbiamo sostituito l'intera facciata con una nuova costruzione di facciata con un nuovo layout. Nel secondo caso solo una parte della facciata è stata sostituita con un impianto modificato. E nel terzo scenario, sono stati sostituiti solo i vetri, gli isolanti, le guarnizioni e la ferramenta: il design è rimasto invariato.



Caso 1: Sostituzione completa con nuovo layout

Cambiamento più significativo. Funzionalità e aspetto in linea con le aspettative del nuovo utente.

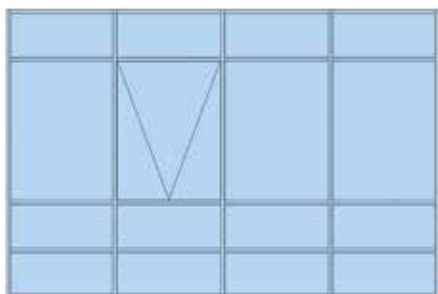


Immagine 3.36: vista frontale della facciata, caso 1

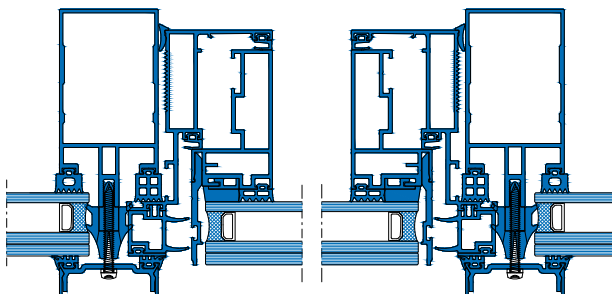


Immagine 3.37: sezione orizzontale della facciata, caso 1

Caso 2: Conservazione parziale con nuovo layout

Compromesso in cui funzionalità e aspetto sono ancora in linea con le aspettative del nuovo utente.

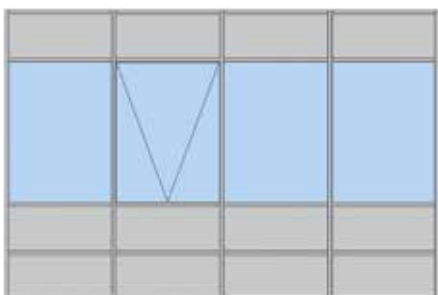


Immagine 3.38: vista frontale della facciata, caso 2

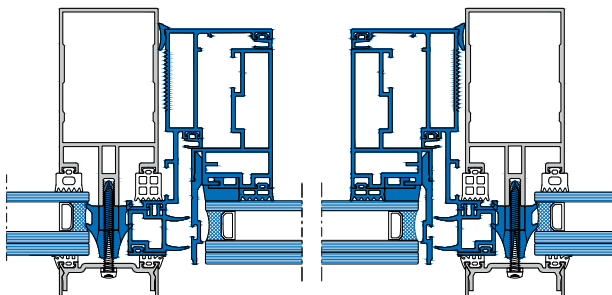


Immagine 3.39: sezione orizzontale della facciata, caso 2

Caso 3: Sostituzione di vetri, guarnizioni e ferramenta

Adeguamenti meno invadenti con focus sulla conservazione dei materiali e del design, ma meno in linea con le aspettative del nuovo utente.

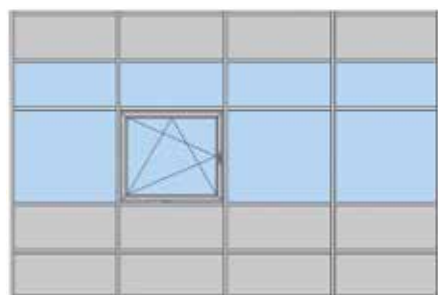


Immagine 3.40: vista frontale della facciata, caso 3

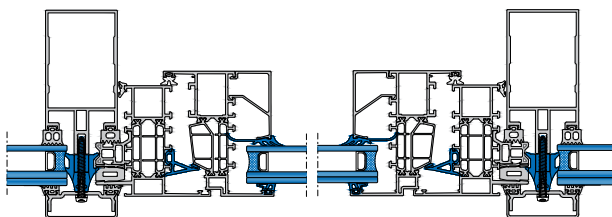


Immagine 3.41: sezione orizzontale della facciata, caso 3

Spiegazione dei confronti dei casi

Il grafico 3.2 mostra i risultati e il confronto dei tre scenari per ciascun modulo principale (moduli del ciclo di vita secondo EN 15804). I risultati sono espressi in costi ambientali per facciata. Nel caso 1, il risultato è determinato dall'impatto della facciata originale e dalla completa ristrutturazione dopo 30 anni. Optando per soluzioni più circolari nel Caso 2 e nel Caso 3, l'impatto ambientale può essere notevolmente ridotto rispettivamente del 33% e del 42%.

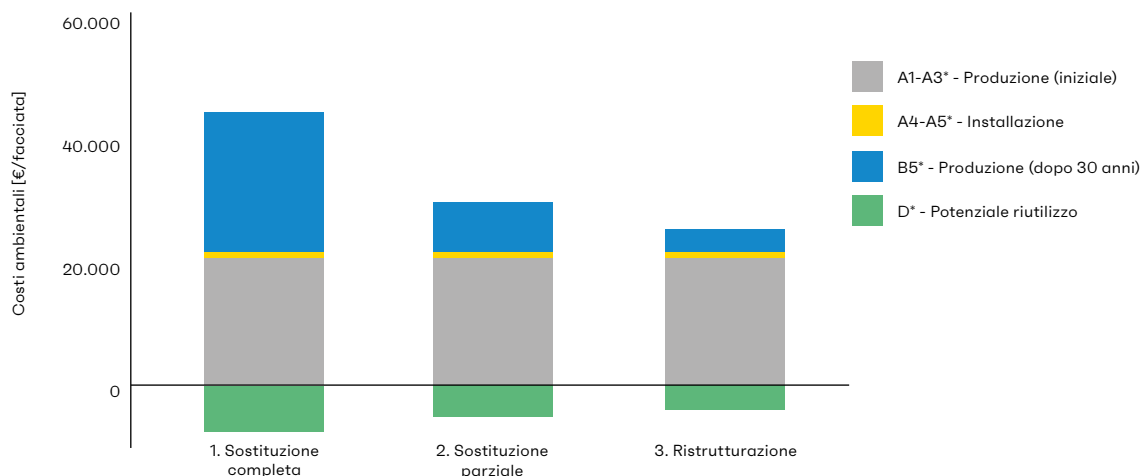


Grafico 3.2: costi ambientali per fase di vita per i casi da 1 a 3 (*fonte: norma europea EN 15804)

Le differenze nei costi ambientali sono interamente dovute alla quantità di materiale sostituito (modulo B5). Pertanto, in caso di ristrutturazione, vale sicuramente la pena conservare il più possibile i materiali esistenti. Come mostra il caso 2, è anche possibile applicare una ristrutturazione limitata, ovvero modificare il layout, con un impatto ambientale solo leggermente superiore rispetto al caso 3.

Ciò può essere visto chiaramente nell'analisi dei costi del ciclo di vita (LCC, calcolo basato sui costi dei materiali e della manodopera per l'intero ciclo di vita). Fino al trentesimo anno, anno della ristrutturazione, tutti i casi hanno lo stesso punteggio e il costo totale è lo stesso per tutti i casi. Per la ristrutturazione, vediamo che il caso 1 in particolare richiede un grande investimento; dopotutto, viene installata una facciata completamente nuova.

Dal punto di vista dell'investimento, i casi 2 e 3 sono quindi scelte migliori, a condizione che la facciata da rinnovare sia sufficientemente efficiente dal punto di vista termico, tenuta all'acqua e all'aria per continuare a soddisfare le aspettative dell'utente.

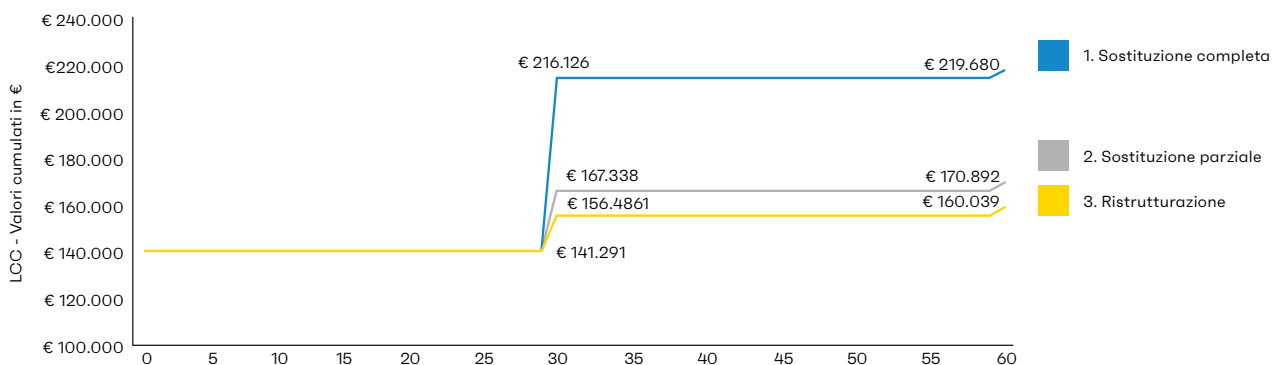


Grafico 3.3: costi cumulati in 60 anni per i casi da 1 a 3



Immagine 3.42: finestra SlimLine 38 Classic

Anche a questi casi è stato applicato il concetto di valore residuo dopo 60 anni. Si prega di notare che, a seconda dei casi, è stato scelto un valore di riciclo o un valore di riutilizzo o una combinazione di entrambi. I casi 2 e 3 hanno un minore impatto sull'ambiente e sui costi. Qui diventa chiaro che queste opzioni sono degne alternative a una sostituzione completa della facciata, fornendo potenzialmente le stesse prestazioni e lo stesso aspetto di una sostituzione completa.

Determinazione del valore residuo dopo 60 anni

Scenari	% valore residuo in relazione all'investimento
Caso 1 – Sostituzione dell'intera facciata dopo 30 anni	40% - valore di riuso della nuova facciata + valore di riciclo della vecchia facciata
Caso 2 – Rifacimento della facciata dopo 30 anni	10% - valore di riciclo
Caso 3 – Mantenimento della facciata + rifacimento dopo 30 anni	12% - valore di riciclo

Tabella 3.4: determinazione del valore residuo di una facciata dopo 60 anni per i casi da 1 a 3

Circularità a livello di prodotto - Fase di utilizzo

I serramenti le facciate circolari mantengono il loro valore nel miglior modo possibile per tutta la loro vita. La smontabilità è un criterio importante in questo senso, in quanto consente il riutilizzo. La separabilità è già molto presente nei sistemi di facciata, ma possiamo ottenerla nei serramenti facendo affidamento su una connessione all'edificio adattata, come discusso in precedenza. Inoltre, metriche come il valore residuo e l'indice di asportabilità facilitano la quantificazione dello smantellamento.

I serramenti hanno una durata molto lunga, a condizione che si presti attenzione alla manutenzione e si faccia uso delle opzioni di ristrutturazione. Se si sceglie di ristrutturare l'infisso, allora bisogna valutare se le prestazioni termiche sono ancora sufficienti e se ci sono danni seri che potrebbero compromettere le prestazioni in termini di tenuta all'aria, al vento e all'acqua.

Circularità a fine vita

Quando non possiamo più riutilizzare o rinnovare i sistemi in alluminio, il loro ciclo di vita termina. **Gli elementi vengono smontati, il materiale viene smistato e può iniziare il riciclo.** Ma questo processo non è così evidente come sembra. Come si svolge in pratica la fase di fine vita dei prodotti? Quali sono i vantaggi? E come evitare il downcycling, ovvero il deprezzamento del materiale riciclato?

Demolizione

Ogni anno, nelle Fiandre, in Belgio, vengono prodotti 15 milioni di tonnellate o 8,3 milioni di m³ di rifiuti da costruzione e demolizione (fonte: Circular Flanders). Più del 90% di questi rifiuti è costituito da materiali lapidei. In pratica, questi flussi di rifiuti vengono demoliti selettivamente dagli appaltatori di demolizione solo quando le frazioni pure producono più rifiuti di rifiuti misti. Tuttavia, la demolizione selettiva richiede più spazio e tempo rispetto alla lavorazione non selettiva, e questo comporta costi maggiori. Inoltre, **il riutilizzo dei prodotti da costruzione è attualmente ancora un'attività di nicchia.**

Il progetto di ricerca "Living Lab for Circular Construction" ["Living Lab for Circular Construction"] di Circular Flanders ha studiato come **l'urban mining – ovvero l'estrazione di materie prime da siti urbani** – viene eseguita in pratica per diversi flussi di materiale.

- Nella **demolizione minima selettiva**, la pratica standard prevede la separazione di quattro flussi: rifiuti misti residui, legno, terra e pietre e pietrisco misto
- Nella **demolizione selettiva**, si aggiungono i seguenti flussi: cartongesso, plastiche dure, coperture e rifiuti di vetro

Le dimensioni del sito possono avere un forte impatto sui costi di smaltimento e lavorazione - e questi costi a loro volta influenzano le scelte effettuate in relazione alla demolizione selettiva.

Diversi flussi di materiali, tra cui finestre in PVC e alluminio, vengono spesso smaltiti separatamente prima che un edificio venga completamente demolito. Tuttavia, le lastre di vetro piano spesso finiscono in gran parte nei rifiuti misti (circa il 73% dei rifiuti di vetro piano post-consumo), il che rende difficile il riciclo di alta qualità. Inoltre, la distanza dall'impianto di lavorazione del vetro più vicino è solitamente molto maggiore della distanza dall'impianto di lavorazione dei rifiuti più vicino. A causa dei costi di trasporto aggiuntivi, questa fase del processo di demolizione viene quindi spesso saltata.

I demolitori di solito rompono il vetro piano degli edifici prima di rimuovere i serramenti in alluminio. Separare con cura il vetro dall'alluminio costa molto di più del valore assoluto del rottame e quindi non è economicamente interessante. Sono in corso studi per riciclare in modo efficiente le lastre di vetro, ma ogni tipo di contaminazione è un ostacolo. Pertanto, la rottamazione selettiva del vetro piano non viene ancora effettuata su larga scala.

Smistamento

Alcuni demolitori separano accuratamente le guarnizioni in gomma e componenti simili dall'alluminio nei profili delle finestre. Dopotutto, il prezzo che il demolitore ottiene per l'alluminio dipende dalla purezza dei rifiuti, il che rende più importanti i vantaggi economici della demolizione selettiva, soprattutto per i cantieri di grandi dimensioni. In pratica, tuttavia, scopriamo che tutti i serramenti di solito finiscono nello stesso container.

Dopo la demolizione selettiva o non selettiva del materiale da costruzione, l'impianto di riciclo continua a lavorare con i rifiuti. Il primo passo è lo smistamento manuale. I selezionatori separano i telai delle finestre in alluminio dagli altri rifiuti di alluminio perché questa lega è di qualità superiore rispetto, ad esempio, al materiale in fogli.

Successivamente, l'alluminio viene lavorato attraverso un tritatore, una grande macchina che riduce il materiale in pezzi più piccoli. Questo passaggio può avvenire sia in discarica, sia in fonderia. Le fonderie di solito usano alcuni dei rifiuti, come barre isolanti e altre materie plastiche, come combustibile durante il processo di fusione. Inoltre, non distinguono tra profili verniciati o grezzi, cosa che di solito fanno le aziende di riciclo.

1

Tritare in piccoli pezzi

Durante il processo di tritatura, le guarnizioni e altri materiali ad alto contenuto calorico - rifiuti che rilasciano molta energia durante l'incenerimento - vengono separati.

2

Rimozione della frazione ferrosa

Un magnete rimuove quindi il ferro dalla frazione metallica.

3

Ulteriore separazione di metalli non ferrosi

Il passo successivo è l'ulteriore separazione delle frazioni non ferrose, utilizzando varie tecniche, inclusa la flottazione. In questo processo, a seconda della densità, diverse frazioni vengono separate in un liquido. A questo punto del processo, dalla frazione viene rimosso anche il materiale plastico rimanente.

In questo modo, il riciclatore può distinguere circa 30 diverse frazioni di alluminio. Questo ci consente di utilizzare le leghe giuste per l'estrusione ed evitare il downcycling. E per mantenere l'impatto ambientale il più basso possibile, è essenziale che le leghe da estrusione non vengano riciclate in leghe da colata (si tratta di leghe contenenti maggiori quantità di elementi di lega come silicio, rame e zinco). Tuttavia, questo processo verrà eseguito solo se è anche sufficientemente interessante in termini finanziari per effettuare questa distinzione durante lo smistamento.

L'alluminio dei rifiuti di demolizione contiene anche molti residui di zinco, provenienti dai componenti della ferramenta e dalle squadrette presufuse che tengono insieme i profili estrusi. Per formare una lega di estrusione pura (6060), è importante rimuovere lo zinco dalla frazione, e ciò può essere eseguito solo mediante analisi spettrale. Anche questa fase è relativamente costosa e quindi non sempre viene eseguita. Solo se il prezzo di mercato per la forma più pura del materiale è sufficientemente alto, viene applicata la procedura.



Immagine 3.43: rottami di alluminio grossolanamente selezionati

Riciclo

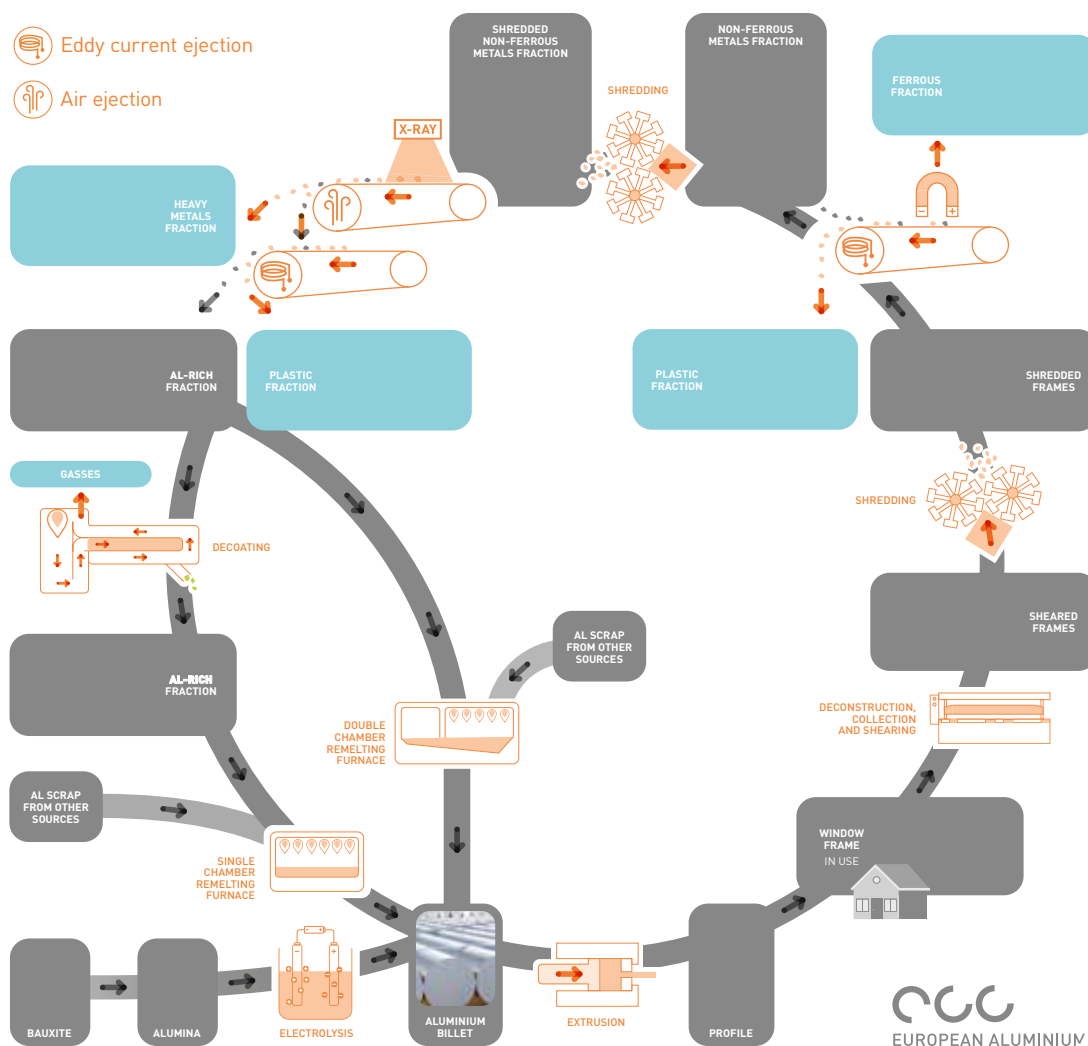
Dopo il processo di cernita, le frazioni vengono vendute alle fonderie, le quali rivalutano le frazioni aggiungendo, ad esempio, al rottame una lega primaria pura, ovvero leghe della serie 1000 con un minimo del 99% dell'elemento chimico alluminio, per ottenere una lega da estrusione di alta qualità (6060 o 6063).

La quantità di materia prima pura da aggiungere dipende dalla purezza dell'alluminio riciclato. Nuove billette (cilindri di alluminio come materiale di base per l'estrusione) vengono prodotte e rispediti all'estrusore, che ne ricava nuovi profili per finestre.

Le fonderie possono anche fornire materiale di base per le parti di fusione. Viene utilizzato scarto meno puro, che può portare al downcycling.

Al momento, la domanda di alluminio è così alta che quasi tutti i rottami di alluminio vengono riciclati. Il 99% dell'alluminio viene raccolto alla fine della sua vita utile (fonte: studio TU Delft "Raccolta di alluminio dagli edifici in Europa"), mentre il 91% ritorna nel circuito tramite demolitori, riciclatori e fonderie. Tuttavia, queste quantità non sono neanche lontanamente sufficienti per soddisfare la domanda globale di alluminio, per cui è ancora necessario produrre alluminio primario.

Ciclo di riciclo della finestra



Materiale in entrata – dopo il processo di demolizione, sia l’alluminio puro, sia gli infissi vengono tenuti separati.



Immagine 3.45

Telai tagliati – i telai delle finestre sono tagliati in pezzi di medie dimensioni.



Immagine 3.46

Telai a pezzi – una tritratrice tritura l’alluminio in pezzi più piccoli. Oltre all’alluminio, i rifiuti contengono anche altre frazioni che devono essere rimosse.



Immagine 3.47

Frazione non ferrosa – un magnete viene utilizzato per rimuovere i componenti ferrosi, mentre le frazioni plastiche vengono soffiate via.



Immagine 3.48

Frazione plastica – vengono rimossi anche altri componenti in plastica. Questa collezione comprende pezzi di isolanti e guarnizioni.



Immagine 3.49

Frazione di alluminio – gli strati di rivestimento vengono rimossi dall’alluminio rimanente. Questa frazione è pronta per essere rifusa in nuove billette.



Immagine 3.50

Circularità a livello di prodotto - Fine vita

L’alluminio viene riciclato su larga scala. Esistono processi industriali che lo fanno in modo completo ed efficiente, ma occorre comunque prestare attenzione per evitare il downcycling. Per i trasformatori di rottami, è economicamente interessante fornire frazioni meno pure per altre applicazioni, come le fusioni di alluminio, poiché elementi chimici come rame, zinco, ferro

e silicio sono presenti in quantità maggiori in queste leghe. A causa dell’aumento del prezzo dell’alluminio primario, la domanda di frazioni di rottami puri è in aumento e stiamo assistendo a sempre più investimenti nella separazione dell’alluminio nel modo più puro possibile. In questo modo i profili in alluminio tornano nel ciclo come profili totalmente in alluminio.

Conclusioni

Lo scopo principale di questa guida è quello di introdurre gli architetti e le altre parti interessate del processo di costruzione al mondo dell'edilizia circolare con infissi in alluminio. Questa guida tratta la circolarità in tutte le sue sfaccettature, a livello di materiale, progetto e prodotto. Oggi, l'aspetto della circolarità negli edifici e nei prodotti è un fattore cruciale da tenere in considerazione, soprattutto nella nostra area di competenza, l'alluminio. La domanda di questo materiale di facile utilizzo è elevata, il che non fa che aumentare l'importanza della circolarità nell'intero ciclo di vita dell'alluminio.

Con questa guida, abbiamo cercato di evidenziare le varie possibilità, che sono sia i punti di forza che i punti deboli dei sistemi in alluminio in termini di circolarità. Spetta all'architetto formulare proposte in base alle aspettative del cliente e alle possibilità del progetto di ristrutturazione. A questo proposito, la guida può servire da riferimento.

Attualmente, ci sono quindi molte possibilità di circolarità nell'industria dell'alluminio.

Abbiamo mostrato il concept di una nuova connessione all'edificio in alluminio Reynaers che consente uno smantellamento senza problemi. Il potenziale di smontaggio e la determinazione del valore residuo dei prodotti possono facilitare una scelta ponderata di materiali e sistemi, sebbene attualmente ciò avvenga solo in misura limitata. Nel settore delle costruzioni sta crescendo la consapevolezza e l'adattamento del pensiero circolare nelle aziende, ma anche qui si parla solo di singole iniziative di limitata applicazione.

Consideriamo quindi l'armonizzazione di queste tante idee uno degli ambiti più importanti su cui lavorare in tema di circolarità. La standardizzazione delle tecniche circolari, come un passaporto del prodotto, può garantire che più aziende includano la circolarità nelle loro operazioni quotidiane. Riunire le idee in un database centrale o creare un hub (online) attorno all'edificio circolare può anche fornire una soluzione e aumentare il supporto.



La mancanza di un quadro normativo per alcuni nuovi concetti circolari – si pensi all’installazione di una facciata come servizio, come nel caso di ‘t Centrum – è ancora un ostacolo. Incentivi come un quadro legislativo o bassi costi dei materiali possono garantire che le singole iniziative vengano incorporate più rapidamente nell’intero settore.

Ma il limitato ritorno sull’investimento dell’edificio circolare è ancora oggi il più grande ostacolo per molte aziende. Riutilizzare i materiali e separare in modo pulito i componenti dell’edificio durante i lavori di ristrutturazione richiede tempo e quindi implicazioni finanziarie. Anche la ricerca e l’archiviazione richiedono risorse e non è sempre chiaro come questi costi vengano contabilizzati.

Inoltre, l’introduzione di nuovi metodi richiede spesso un cambiamento di mentalità all’interno di un settore. Il settore delle costruzioni è aperto a nuove soluzioni progettate per lo smontaggio? E quale ruolo giocano gli altri attori del processo di costruzione nella modernizzazione e nell’ottimizzazione circolare del settore edile?

Questa guida mostra principalmente le possibilità della costruzione circolare. Abbiamo imparato dal passato che è fondamentale accumulare conoscenze sufficienti se vogliamo vedere le innovazioni applicate in modo ampio e corretto nella fase di attuazione. Il dialogo regolare con le parti interessate ci fornisce un quadro aggiornato di come e in che misura la circolarità viene abbracciata dal settore. Nuovi sviluppi e iniziative si evolvono ogni giorno e solo attraverso un dialogo aperto possiamo dare a queste idee una giusta possibilità di crescita.

Reynaers Aluminium vede anche la circolarità come un concetto fondamentale nelle proprie operazioni per il futuro. L’alluminio è facile da riciclare, ma solo la metà del materiale offerto nel nostro settore è contenuto riciclato. Ci impegniamo a comprendere meglio e ottimizzare il ciclo di vita dell’alluminio. Come possiamo lavorare l’alluminio in modo responsabile in modo che l’impatto ambientale dei nostri prodotti rimanga basso? E quali possibilità possono essere esplorate per estendere la durata dei nostri profili? Domande affascinanti con risposte altrettanto affascinanti.

Approfondimenti

Vorremmo ringraziare tutti coloro che hanno contribuito al completamento di questa guida. Senza il contributo dei nostri partner, questo progetto non sarebbe stato un successo. Grazie a VITO per il loro contributo scientifico durante il progetto. Ringraziamo anche il Dipartimento di Ingegneria dell’Architettura della Vrije Universiteit Brussel per la loro competenza e per la proficua collaborazione durante il caso del progetto Circular Retrofit Lab. Anche il loro contributo durante la ricerca è stato prezioso. Infine, ringraziamo Ovam e Circular Flanders per il loro sostegno finanziario.

Oltre alle agenzie governative e alle organizzazioni ufficiali, abbiamo anche lavorato a stretto contatto con una serie di professionisti del settore edile. Ringraziamo pertanto tutti gli studi di architettura, ingegneri progettisti, imprese di demolizione e fornitori per il loro professionale aiuto.

Potete trovare tutti i contatti sul sito web del progetto (windowsforcircularbuildings.com). Infine, ti ringraziamo, lettore, per esserti unito a noi nella discussione del mondo dell’edilizia circolare e nell’esplorare le sue infinite possibilità.

Allegati

Strumenti circolari

A causa dell'urgenza di integrare la circolarità nel settore delle costruzioni, sono già stati sviluppati molti strumenti per aiutare le parti interessate a progettare edifici ed elementi costruttivi in modo circolare. Si possono distinguere due categorie principali: strumenti di progettazione e strumenti di valutazione.

Gli strumenti di progettazione forniscono linee guida di progettazione, mentre gli strumenti di valutazione aiutano a confrontare diverse scelte di progettazione. Il settore non è ancora chiaro su come applicare tale valutazione della circolarità negli edifici: ogni strumento utilizza indicatori diversi. Tuttavia, vale la pena conoscere e utilizzare meglio questi strumenti.

Strumenti di progettazione

Gli strumenti di progettazione internazionali includono:

- **“The Circular Design Guide” (Ellen MacArthur Foundation)** è una guida che, a seconda delle conoscenze di base, guida gli utenti nell'applicazione di metodi circolari durante il processo di progettazione. Per ogni metodo viene fornito un piano o un seminario passo-passo.
- **“The Sustainability Guide” (Interreg Baltic Sea Region)** è una guida completa all'eco-design e all'economia circolare. La guida offre alle aziende, ai designer e ai ricercatori dell'istruzione superiore ispirazione e strumenti per iniziare con la sostenibilità. Vengono discussi modelli di business circolari, principi di eco-design e casi di pionieri nell'economia circolare.



Immagine 5.1: ©BAO Architecten

Strumenti di valutazione

“GRO” (Norwegian for Growth, GRO: Towards future-oriented construction projects | Vlaanderen. be) è un manuale sviluppato da Facilitair Bedrijf, un'organizzazione che supporta i governi e le autorità locali nelle Fiandre con servizi di strutture. Il manuale affronta vari temi di sostenibilità, tra cui la circolarità.

Il GRO cerca di fornire un processo di progettazione integrato per creare edifici a prova di futuro. I suoi principi possono essere applicati a edifici di diverse funzioni (uffici, residenziali) e di tutte le dimensioni. Il GRO è fortemente impegnato a sensibilizzare le parti interessate a considerare l'intero ciclo di vita dell'edificio e integrare i principi circolari nella loro progettazione. Il GRO valuta diversi criteri all'interno di tre categorie: Persone, Pianeta e Profitto. L'elenco completo dei criteri per l'edizione 2020 è disponibile nella guida GRO. I criteri non sono ponderati tra loro, ma sono mostrati in grafici a radar (grafico 5.1 nella pagina successiva). Questa rappresentazione grafica consente di valutare molto rapidamente il punteggio del progetto rispetto ai vari criteri. Non ci sono criteri specifici per la falegnameria, ma diversi fattori sono influenzati dalla scelta dei profili. Questi sono elencati nella Tabella 5.1 nella pagina successiva.

Categoria	Criteri	Aspetti
Persone	Acustica	Isolamento acustico della facciata, radiazione acustica (Vlarem)
	Comfort termico	Valore U, scelta del vetro, ventilazione notturna
	Qualità dell'aria interna	Parti apribili, griglie
	Comfort visivo	Penetrazione della luce diurna, abbagliamento, vista, resa cromatica del vetro, luce solare diretta
	Valore del patrimonio	Scelta dei serramenti in base ai vincoli (belle arti)
	Design socialmente sicuro	Controllo sociale, orientamento, attrattiva, trasparenza
Pianeta	Prestazioni energetiche	Prestazioni di serramenti esterni (valore U, valore g, ecc.), tenuta all'aria (design)
	Conservazione delle materie prime	Inventario dei materiali presenti in loco (potenziale riutilizzo/riciclo)
	Scelta dei materiali (TOTEM)	Parte del calcolo TOTEM
Profitto	Design di facile manutenzione	Accessibilità delle superfici vetrate, sostituzione dei serramenti, scelta dei materiali per i telai, ferramenta adatta all'uso
	Design attento alla pulizia	Scelta del materiale del telaio, evitare suddivisioni, vetri puliti
	Design circolare e orientato al futuro	Modularità, illuminazione diurna sfalsata, standardizzazione, potenziale di riutilizzo, potenziale di riciclo

Tabella 5.1: criteri GRO riferiti ai serramenti (versione 2020)

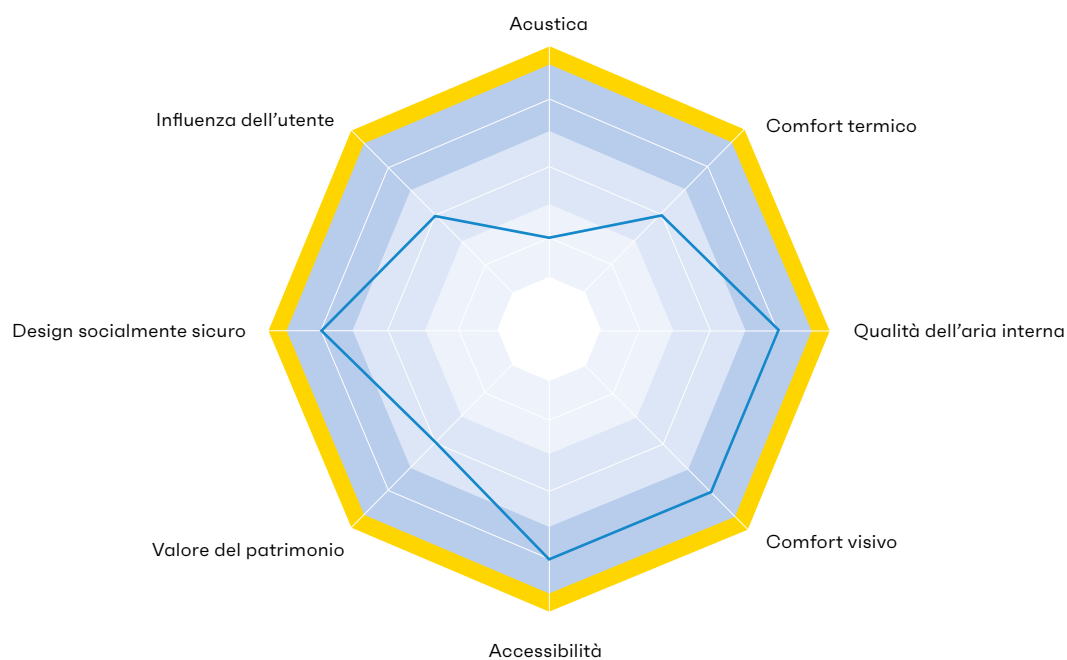


Grafico 5.1: esempio di radar GRO (versione 2020)

Oltre al GRO, ci sono altri strumenti di valutazione che vengono utilizzati nel settore delle costruzioni:

- **“Level(s)” (European Commission)** è un quadro di valutazione che fornisce un linguaggio comune per le prestazioni di sostenibilità degli edifici, principalmente attraverso indicatori chiave di sostenibilità. Fornisce un approccio affidabile per misurare e supportare i miglioramenti dalla progettazione alla fine del ciclo di vita.
- **“C-Calc” (Cenergie)** misura la circolarità degli edifici in base all’uso dei materiali, al grado di adattabilità dell’edificio e al processo costruttivo.
- **“The Building Circularity Index” (Alba Concepts)**



Immagine 5.2: MasterLine 8 panel door

Indice di rimovibilità (Alba Concepts)

La determinazione dell'indice di rimovibilità di un prodotto segue il seguente piano passo-passo: **tutti e quattro i fattori di separabilità vengono prima valutati mediante valori di categoria fissi.** Questi valori sono legati a punteggi che vanno da 1.00 (nessun ostacolo alla staccabilità) a 0.10 (ostacolo completo alla staccabilità).

Gli oggetti sono collegati da vari tipi di connessioni. Per quanto riguarda la separabilità, le connessioni a secco, le connessioni con elementi aggiunti e le connessioni integrali dirette sono più importanti delle connessioni chimiche morbide e dure.

1. Tipo di connessione (TV)

I punteggi delle diverse tipologie di collegamento (TV) sono riportati nella tabella sottostante.

Tipo di connessione (TV)		Punteggio
Connessione a secco	Allentata (senza elementi di fissaggio) Connessione a scatto Connessione in velcro Connessione magnetica	1,00
Connessione con elementi aggiunti	Connessione dado e bullone Connessione a molla Connessioni d'angolo Connessione a vite Connessioni con elementi di connessione aggiunti	0,80
Connessione integrale diretta	Connessione a pin Connessione inchiodata	0,60
Connessione chimica morbida	Connessione cementata Attacco schiuma (PUR)	0,20
Connessione chimica dura	Connessione incollata Connessione cementata Connessione saldata Collegamento cementizio Ancoraggi chimici Connessione chimica dura	0,10

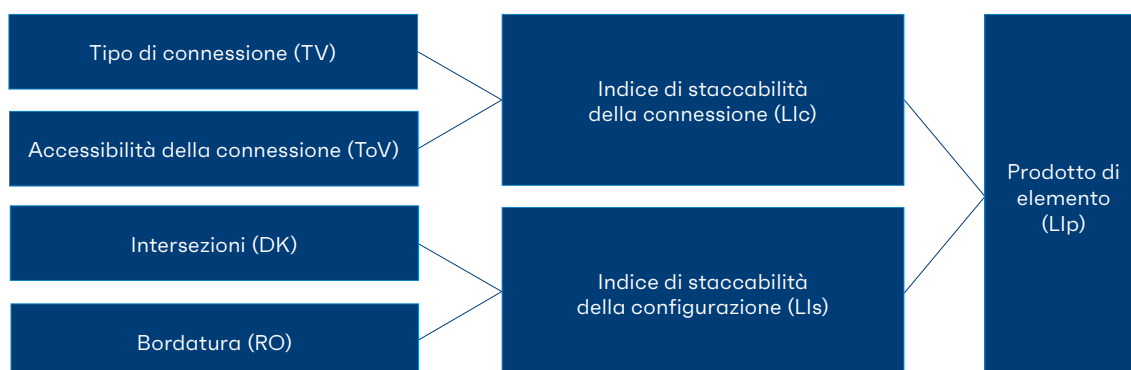


Tabella 5.2

2. Accessibilità della connessione (ToV)

È (fisicamente) possibile raggiungere gli elementi di collegamento e in che misura vengono causati danni agli oggetti circostanti? Questo è il punto cruciale del fattore “accessibilità della connessione” (ToV)

Accessibilità della connessione (ToV)	Punteggio
Liberamente accessibile senza azioni aggiuntive	1,00
Accessibile con azioni aggiuntive che non causano danni	0,80
Accessibile con azioni aggiuntive con danno completamente riparabile	0,60
Accessibile con azioni aggiuntive con danno parzialmente riparabile (più del 20% del valore)	0,40
Non accessibile – danno irreparabile al prodotto o ai prodotti circostanti	0,10

Tabella 5.23

3. Intersezioni (DK)

Un edificio contiene intersezioni quando prodotti o elementi si incrociano o sono addirittura completamente integrati tra loro. Di conseguenza, sono necessarie più azioni per smantellare un prodotto o un elemento a fine vita. Soprattutto quando la durata dei prodotti in questione è molto diversa, sarà necessario sostituirli nel frattempo, mentre i prodotti o gli elementi circostanti devono essere preservati.

Intersezioni (DK)	Punteggio
Nessuna intersezione: suddivisione in zone modulare di prodotti o elementi di diversi livelli	1,00
Intersezioni accidentali di prodotti o elementi di strati diversi	0,40
Integrazione completa di prodotti o elementi di diversi livelli	0,10

Tabella 5.24

4. Bordatura (RO)

La bordatura determina il modo in cui i prodotti vengono posizionati in una configurazione, aperta o chiusa. Come suggerisce il nome, questo ha a che fare con i bordi fisici del prodotto o dell'elemento. Quando un prodotto è “bloccato” dai prodotti circostanti in questa situazione, si parla di bordatura.

Bordatura (RO)	Punteggio
Aperta, nessun ostacolo alla rimozione (intermedia) di prodotti o elementi	1,00
Sovrapposta, ostacolo parziale alla rimozione (intermedia) di prodotti o elementi	0,40
Chiusa, ostacolo completo alla rimozione (intermedia) di prodotti o elementi	0,10

Tabella 5.25

Indice di staccabilità

La formula esatta per determinare l'indice di staccabilità di un prodotto o elemento è:

$$Lip_n = \frac{4}{\frac{1}{TV_n} + \frac{1}{ToV_n} + \frac{1}{DK_n} + \frac{1}{RO_n}}$$

Dove:

- **Lipn** = indice di staccabilità del prodotto o dell'elemento n
- **TVn** = tipo di connessione del prodotto o dell'elemento n
- **ToVn** = accessibilità della connessione del prodotto o dell'elemento n
- **DKn** = intersezioni di prodotti o elementi n
- **ROn** = bordatura del prodotto o dell'elemento

L'indice di staccabilità è un punteggio che indica quanto è staccabile un prodotto o un elemento specifico da un edificio. I disegni dettagliati sono un'ottima fonte per determinare la separabilità di prodotti specifici. Un diagramma di relazione può indicare quali prodotti sono collegati tra loro e consente di determinare l'indice di separabilità di ciascun prodotto nel diagramma. È importante notare che il metodo di misurazione è limitato a prodotti ed elementi: di solito non valuta l'indice di staccabilità di guarnizioni o elementi di fissaggio.

Spiegazione del metodo di determinazione del valore residuo

Per quanto riguarda il valore residuo finanziario, si può fare una distinzione tra valore di riutilizzo e valore di riciclo. In questo caso, il valore residuo finanziario dell'archetipo da riutilizzare (valore di riuso) è superiore al valore residuo finanziario degli elementi e dei prodotti da riciclare o riciclare (valore di riciclo). Tuttavia, un prodotto deve essere collegato in modo separabile affinché il valore di riutilizzo possa essere capitalizzato.

Valore di riutilizzo

I passaggi seguenti vengono eseguiti per determinare il valore di riutilizzo di un prodotto.

Il punto di partenza del valore di riuso è il prezzo di acquisto degli archetipi, registrato in un budget aperto. Questo budget include i costi diretti di costruzione degli archetipi, che sono ulteriormente suddivisi in materiali e costi di assemblaggio. Solo la componente materiale viene presa in considerazione per determinare il prezzo di acquisto. Il prezzo di acquisto di tutti gli archetipi, sottoprodotti ed elementi è fornito da Reynaers Aluminium.

In secondo luogo, viene determinato il **potenziale di riutilizzo** dell'archetipo. Questo valore indica quale percentuale dell'archetipo può essere riutilizzata al momento del rilascio. Successivamente, viene fatta un'ipotesi sul grado in cui l'archetipo si degrada o diminuisce di qualità nel tempo. Per includere **la riduzione della qualità** nel valore di riutilizzo dell'archetipo, viene utilizzata una percentuale del valore di acquisto. Poiché la riduzione della qualità dipende dall'età dell'archetipo, il valore di riutilizzo dei prodotti e degli elementi dell'archetipo è stato determinato a 30 e 60 anni. La riduzione della qualità e il potenziale di riutilizzo sono stati determinati sulla base dei numeri di riferimento di Alba Concepts e insieme a esperti di costi.

Vengono quindi determinati i costi per lo smantellamento dell'archetipo. Per l'archetipo è stata effettuata una stima delle ore necessarie per lo smantellamento insieme ad esperti di costo e utilizzando la distaccabilità calcolata. Il tempo di smontaggio è il tempo che intercorre tra l'inizio dello "smontaggio" e il posizionamento sui pallet. È stata quindi utilizzata una tariffa oraria media per arrivare ai **costi totali di smantellamento (manodopera)**. Sono stati inoltre determinati i **costi di smantellamento (materiale)**.

A causa della riduzione della qualità, è spesso necessario revisionare e riparare l'archetipo. Questi sono i **costi di revisione** e sono determinati come percentuale della riduzione della qualità. Una riduzione della qualità relativamente grande si traduce in costi di revisione relativamente elevati. I costi di revisione sono stati determinati utilizzando i dati di riferimento di Alba Concepts e insieme a esperti di costi. Affinché l'archetipo (e i suoi elementi) possano essere riutilizzati, devono essere forniti i costi per il trasporto dell'archetipo al luogo di conservazione. I **costi di trasporto** sono determinati sulla base di una distanza media in chilometri e dei costi di trasporto per m³ o kg/tonnellata. I dati di riferimento di Alba Concepts sono stati utilizzati per determinare i costi di trasporto.

Infine, ci sono anche i costi per la conservazione temporanea dell'archetipo. Questi costi sono determinati in base ai **costi medi di stoccaggio** per chilogrammo e al tempo medio di stoccaggio. I costi di stoccaggio sono stati determinati sulla base dei dati di riferimento di Alba Concepts.

I passaggi precedenti comportano il seguente calcolo:

$$\text{Valore di riutilizzo} = AWP - HP - KR - DK - RK - TK - OK$$

La formula di cui sopra non tiene conto dell'andamento dei prezzi dovuto agli effetti del tempo (indicizzazione). Il valore di riutilizzo si intende IVA esclusa.

Valore di riciclo

Il valore di riciclo o valore del materiale rappresenta lo scenario di riciclo. Nella gerarchia di edificio, elemento, prodotto, materiale e materia prima, questo scenario si concentra sul livello della materia prima e del materiale. Rappresenta quindi il livello di circolarità più basso, ovvero il riciclo. Ciò significa che un parapetto in acciaio, ad esempio, viene fuso fino al materiale acciaio o un banco di plastica viene ridotto a plastica granulare.

Per determinare il valore di riciclo di un prodotto vengono eseguite le seguenti operazioni.

Il punto di partenza del valore di riciclo è il prezzo della materia prima dell'elemento o del prodotto, registrato in un budget aperto. Nella determinazione del prezzo di acquisto viene considerata solo la materia prima dell'elemento o del prodotto dell'archetipo. I prezzi delle materie prime si basano sul London Metal Exchange o su istituti di commercio di materie prime comparabili (livello dei prezzi giugno 2021).

In secondo luogo, viene determinato il **potenziale di riciclo** del prodotto o elemento. Questo valore indica quale percentuale dei materiali da costruzione può essere riciclata al momento del rilascio. Il potenziale di riciclaggio è stato determinato sulla base dei dati di riferimento di Alba Concepts e insieme a esperti di costi.

Poi ci sono i costi per rimuovere il prodotto e/o l'elemento dagli archetipi. Per ogni materiale da costruzione è stata fatta una stima delle ore necessarie per la demolizione insieme a esperti di costo. Sulla base di una tariffa oraria media, sono stati quindi calcolati i **costi totali di demolizione (manodopera)**. Inoltre, sono stati determinati anche i **costi di demolizione del materiale**.

Il passo successivo è determinare i **costi di elaborazione**. Si tratta di costi legati all'effettiva lavorazione e riciclo dei prodotti e degli elementi. I costi di elaborazione sono stati determinati sulla base dei dati di riferimento di Alba Concepts e insieme a esperti di costi.

Per riciclare un prodotto o un elemento, ci sono anche i costi per il trasporto fino al luogo di stoccaggio. I **costi di trasporto** sono determinati sulla base di una distanza media in chilometri e dei costi di trasporto per m³ o kg/tonnellata. I dati di riferimento di Alba Concepts sono stati consultati per determinare i costi di trasporto.

Infine, ci sono anche i costi per l'immagazzinamento temporaneo dell'elemento o del prodotto. Tali costi sono determinati sulla base dei **costi medi di stoccaggio** per m³ e del tempo medio di stoccaggio. I costi di stoccaggio sono stati determinati sulla base dei dati di riferimento di Alba Concepts.

The above steps result in the following calculation:

$$\text{Recycling value} = AWP - RP - SK - BK - TK - OK$$

La formula di cui sopra non tiene conto dell'andamento dei prezzi dovuto agli effetti del tempo (indicizzazione). Il valore di riciclaggio è espresso IVA esclusa.

Maggiori informazioni sul metodo e sulla determinazione dei costi sono disponibili nel Financial Valuation Standard - Alba Concepts (www.albaconcepts.nl). Questo documento è stato redatto da Alba Concepts per conto di Metaalunie e FME, in collaborazione con il Ministero olandese degli affari economici e delle politiche climatiche.

L'impegno di Reynaers Aluminium per l'ambiente

Reynaers Aluminium è consapevole del fatto che le aziende svolgono un ruolo importante nella tutela dell'ambiente. Questo è il motivo per cui siamo costantemente alla ricerca di nuovi modi per diventare "più verdi" e perché siamo pionieri nel campo del risparmio energetico e dei prodotti sostenibili.

Questo approccio inizia con il **materiale** che utilizziamo per i nostri profili: l'alluminio. Grazie alla sua elevata durabilità e alla sua riciclabilità al 100% senza alcuna perdita di qualità, questo materiale gode da tempo di una solida reputazione come metallo ecologico. La sua notevole resistenza, le proprietà anticorrosive e la facilità di manutenzione lo rendono il materiale da costruzione ideale per un'industria che è costantemente alla ricerca di alternative più leggere, resistenti, durevoli ed ecologiche. Il suo carattere sostenibile è già stato confermato dal **certificato C2C (Cradle to Cradle)** per una serie di soluzioni avanzate per finestre, porte e facciate.

In breve, questo certificato lo garantisce che:

- non vengono utilizzati materiali pericolosi;
- i nostri impianti sono realizzati nel rispetto delle materie prime, dell'energia e dell'acqua;
- questi sistemi possono essere facilmente riciclati.

I sistemi certificati C2C offrono quindi una garanzia di costruzione rispettosa dell'ambiente secondo il concetto di riciclaggio.

Tuttavia, la sostenibilità non si limita all'uso dei materiali: Reynaers Aluminium presta molta attenzione anche all'efficienza energetica. I continui investimenti in ricerca e sviluppo hanno fatto guadagnare a molti dei nostri sistemi l'etichetta per componenti **Passive House Certified** e l'etichetta **Swiss Minergie**.

Queste soluzioni ad alta efficienza energetica possono essere utilizzate in case a basso e zero consumo energetico e quindi contribuire a un ambiente sostenibile, che rende attraente per gli architetti lavorare con tali sistemi certificati. I principi di questi certificati sono strettamente allineati con **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) e **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design), le etichette riconosciute a livello internazionale che determinano i livelli di sostenibilità degli edifici. Questi certificati dimostrano che le questioni ambientali, come il fabbisogno energetico dell'edificio, il riciclo dei materiali, l'uso dell'acqua, il comfort delle persone nell'edificio, l'uso di fonti energetiche rinnovabili, l'ubicazione dell'edificio, ecc. sono state prese in considerazione conto nella costruzione degli edifici. Il crescente interesse per questi certificati è la prova dell'importanza della sostenibilità. Con prodotti innovativi, ricerca continua e attenzione allo scambio di conoscenze, Reynaers Aluminium sta dando un reale contributo a questo modo di costruire.

Tuttavia, il nostro obiettivo non è solo rendere i nostri prodotti più ecologici, ma anche **rendere noi stessi il più sostenibili possibile come azienda**.

Negli ultimi 20 anni siamo sempre stati pionieri con iniziative come l'applicazione su larga scala di pannelli solari sui nostri tetti e un programma di spostamenti in bicicletta, ma ora abbiamo pensato che fosse giunto il momento di fare un ulteriore passo avanti

Pertanto, nel 2021 abbiamo deciso di ridurre drasticamente la nostra impronta di carbonio. L'iniziativa **Science Based Target** aiuta noi e altre aziende in tutto il mondo a utilizzare la scienza per combattere il cambiamento climatico e dimezzare le nostre emissioni entro il 2030.





**Reynaers
Aluminium**

Via Leonardo Da Vinci 2
25070 San Zeno Naviglio (BS)
ITALIA

T +39 030 21 06 790
info.italia@reynaers.com
www.reynaers.it

