

ENERGIA GRIGIA NEGLI EDIFICI NUOVI

GUIDA PER GLI SPECIALISTI DEL SETTORE COSTRUZIONI



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

EnFK

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie
Conferenza dei servizi cantonali dell'energia
Conferenza dals posts specialisads chantunals d'energia

eco -
bau
Nachhaltigkeit im öffentlichen Bau
Durabilité et constructions publiques

INDICE

INTRODUZIONE

- Obiettivo 4

BASI

- Cos'è l'energia grigia? 5
- Quota di energia grigia 5
- Altri sistemi di valutazione 5
- Procedura di calcolo e base di dati 6
- Calcolo dell'energia grigia di un elemento costruttivo 7
- Campi d'applicazione 7

PROCEDURA

- Ottimizzazione 8

CONCETTO COSTRUTTIVO E AMBIENTE

- Fondo/piani sotto il livello del terreno 10
- Compattezza/efficienza della superficie 10
- Struttura dell'edificio 10
- Facciata 11

COSTRUZIONE GREZZA

- Gruppi di elementi e quota di energia grigia 12
- Costruzione grezza 12
- Scelta della costruzione grezza 14
- Finitura interna 15
- Impianti tecnici 15

MATERIALI COSTRUTTIVI

- Grandezze d'influenza 17
- Muri 17
- Materiali isolanti 17
- Sottostrutture per rivestimenti di pareti esterne 19
- Rivestimenti di pareti esterne 19
- Coperture di tetti inclinati 19
- Sottofondi 20
- Rivestimenti di pavimenti 20

RACCOMANDAZIONI

- Fonti 21
- Bibliografia/link 21

INTRODUZIONE

Finora in campo energetico l'attenzione è stata principalmente rivolta all'energia d'esercizio. Per rispondere al meglio alle esigenze legate al fabbisogno termico architetti e progettisti hanno elaborato accurati concetti di isolamento. Di conseguenza gli edifici moderni necessitano di molta meno energia termica rispetto a qualche anno fa. Avendo risolto il nodo del fabbisogno termico in primo piano vi sono ora altri ambiti del fabbisogno energetico; il focus si è spostato dall'energia termica verso l'energia globale. Gran parte del fabbisogno globale di energia è da ricondurre all'energia grigia necessaria per la costruzione e lo smantellamento degli edifici.

OBIETTIVO

La crescente importanza attribuita all'energia grigia fa emergere la necessità di un pratico strumento ausiliario: nella presente guida vengono illustrati in modo chiaro e spiegati con semplicità i principali indici e meccanismi, al fine di agevolare gli specialisti che affrontano questa tematica. Ridurre l'energia grigia significa ottimizzare in buona parte anche i costi – una situazione vantaggiosa per tutti i partecipanti, dal committente al progettista, fino all'acquirente o al locatario.

La presente guida si rivolge agli specialisti del settore costruzioni e ad altre cerchie interessate ad approfondire il tema dell'energia grigia. Per tale motivo il presente documento è inteso come ausilio decisionale per la riduzione dell'energia grigia e non come base per il calcolo secondo il quaderno tecnico SIA 2032 «Energia grigia negli edifici», 2010.

STRUTTURA DEL DOCUMENTO

La guida è suddivisa nelle seguenti parti:

- Basi
- Procedura
- Concetto costruttivo e ambiente
- Costruzione grezza
- Materiali da costruzione
- Raccomandazioni

In questo modo sono raffigurati i tre livelli principali (edificio, costruzione, materiale) riferiti al tema. Le spiegazioni della presente guida permettono di approfondire le procedure e i meccanismi concernenti l'energia grigia. Il capitolo conclusivo espone dieci raccomandazioni sul tema che consentono di effettuare in modo semplice e rapido una prima stima dell'energia grigia.



Questa guida fa parte di un serie dedicata allo stesso argomento e comprendente le seguenti pubblicazioni:

- [Energia grigia negli edifici nuovi guida per gli specialisti del settore costruzioni](#)
- [Energia grigia negli edifici nuovi opuscolo per i committenti](#)
- [Energia grigia negli edifici ammodernati guida per gli specialisti del settore costruzioni](#)
- [Energia grigia negli edifici ammodernati opuscolo per i committenti](#)

LE BASI TEORICHE RELATIVE ALL'ENERGIA GRIGIA SONO NECESSARIE PER COMPRENDERE I MARGINI DI MANOVRA E COSTITUISCONO UN'IMPORTANTE CONDIZIONE PER VALUTARE LA CONFORMITÀ DELL'ENERGIA GRIGIA.

COS'È L'ENERGIA GRIGIA?

L'energia grigia è la quantità complessiva di energia primaria non rinnovabile necessaria per tutti i processi a monte, dall'estrazione della materia prima ai processi di produzione e lavorazione fino allo smaltimento, inclusa quella necessaria per i trasporti e i processi ausiliari. Viene anche definita come consumo cumulativo di energia non rinnovabile. L'unità di misura dell'energia grigia è kilowattora per metro quadrato all'anno (kWh/m²a). Al fine di poterla comparare con l'energia di esercizio l'energia contenuta viene riferita a una superficie e un periodo di tempo. Le grandezze di riferimento adottate nella presenta guida sono la superficie di riferimento energetico (A_E, SIA 380) e il tempo d'ammortamento (SIA 2032, allegato C).

SOMMA ENERGIA PRIMARIA PER TUTTI GLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

Energia per estrazione materie prime	Produzione, trasporto materie prime	Produzione, materiale da costruzione/elemento costruttivo
--------------------------------------	-------------------------------------	---

Investimenti per sostituzioni

Trasporto in cantiere, montaggio, esercizio e manutenzione

ENERGIA PRIMARIA PER SMANTELLAMENTO

Demolizione elemento costruttivo	Trasporto, smaltimento elemento costruttivo
----------------------------------	---

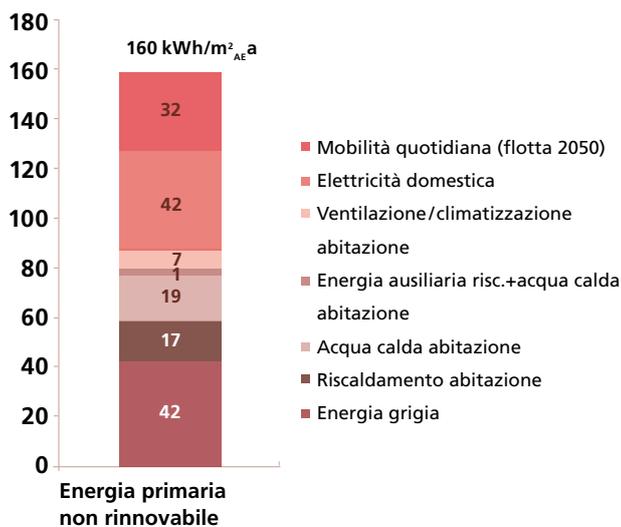
*Limite di sistema dell'energia grigia
Somma dell'energia primaria non rinnovabile per tutti gli elementi costruttivi – lo stesso vale per lo smantellamento.*

QUOTA DI ENERGIA GRIGIA

Nei moderni edifici l'energia grigia costituisce fino a un quarto dell'energia primaria complessiva necessaria per la costruzione, l'esercizio e la mobilità. Con una quota che va da 40 a 50 kWh/m², in confronto al fabbisogno di energia per riscaldare e produrre acqua calda, si tratta di una parte rilevante del bilancio energetico. Nel grafico sottostante è raffigurato il bilancio energetico di una casa plurifamiliare secondo i valori previsti da «La via SIA verso l'efficienza energetica» per la Società a 2000 watt. Dal grafico emerge chiaramente come, oltre alla mobilità indotta dall'edificio e al consumo energetico per l'esercizio, l'energia grigia stessa, con l'attuazione di misure di ottimizzazione, rappresenti una quota importante. Negli edifici in cui la quota di energia grigia non è ottimizzata il fabbisogno di energia grigia può essere di molto superiore.

ALTRI SISTEMI DI VALUTAZIONE

L'energia grigia è solamente un ambito parziale della possibile analisi dell'ecobilancio. Nel quaderno tecnico SIA 2040 «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011, oltre all'energia primaria sono raffigurate anche le emissioni di gas serra e il relativo calcolo. Nelle pubblicazioni compare spesso anche il concetto di punti di impatto ambientale (PIA). Non solo vi sono diversi metodi di calcolo, ma anche diverse basi di dati. Esistono ad esempio banche dati specifiche di ogni Paese con criteri e regole di rilevamento propri. In Svizzera le basi dati sono le seguenti: «Ökobilanzdaten im Baubereich» 2009/1:2014 KBOB, eco-bau, IPB (KBOB: Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici, eco-bau: associazione per edifici pubblici sostenibili, IPB: Consorzio dei committenti privati professionali). Se di un prodotto si considera sia l'energia grigia, che i gas serra e i punti di impatto ambientale, si può constatare come i risultati non necessariamente siano congruenti. Poiché alla base di questi tre indici vi sono diversi punti di vista, un prodotto che contiene poca energia grigia può comunque avere un elevato valore in termini di impatto ambientale oppure provocare una quota elevata di gas serra.



Bilancio dell'energia primaria non rinnovabile complessiva di una casa plurifamiliare a basso consumo energetico.

ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE [MJ]

Energia primaria ottenuta da una fonte che tende a esaurirsi, ad es. uranio, petrolio greggio, gas naturale, carbone.

EMISSIONI DI GAS SERRA [KG CO₂ EQ]

Il termine «emissioni di gas serra» designa gli effetti cumulati di diversi gas serra (CO₂, metano, gas esilarante e altri gas con effetti sul clima) emessi nell'atmosfera. Esse sono riferite alla sostanza principale CO₂ ed espresse come quantitativo equivalente di CO₂ avente lo stesso effetto serra della totalità delle emissioni di gas serra.

PUNTI DI IMPATTO AMBIENTALE [PIA]

I PIA quantificano l'impatto ambientale provocato dall'utilizzo delle risorse energetiche, del territorio e dell'acqua dolce, dalle emissioni nell'aria, nelle acque e nel suolo, nonché dall'eliminazione dei rifiuti. I punti di impatto ambientale sono noti anche con il termine di «metodo della scarsità ecologica»: presentano un quadro completo degli effetti sull'ambiente basato sulla politica ambientale svizzera e pertanto non sono comparabili con i punti di impatto ambientale applicati in Europa.

PROCEDURA DI CALCOLO E BASE DI DATI

Al fine di facilitare la gestione dell'energia grigia e creare una base unitaria, sono stati redatti nuovi strumenti ausiliari e regolamenti che uniformano i calcoli e offrono ai progettisti una valida base di lavoro.

QUADERNO TECNICO SIA 2032

Il quaderno tecnico SIA 2032 «Energia grigia negli edifici», 2010, mette a disposizione calcoli dell'energia grigia basati su procedure e fonti di dati unitarie, garantendo così calcoli comprensibili, comparabili e riproducibili. Si rivolge innanzitutto a progettisti e architetti affinché questa tematica sia maggiormente considerata nella progettazione degli edifici e, grazie a una gestione semplice, trovi una crescente diffusione.

Con l'aiuto del quaderno tecnico SIA 2032 si possono effettuare calcoli per edifici nuovi e ammodernati come pure singoli elementi costruttivi. L'energia grigia comprende tutti i processi relativi a un edificio o un elemento costruttivo: costruzione, investimento per la sostituzione e smaltimento tenendo conto dei tempi di ammortamento dei singoli elementi costruttivi.

Nella valutazione dell'energia grigia si distingue tra durata di utilizzo e tempo d'ammortamento:

Durata di utilizzo

Periodo previsto tra la messa in esercizio e la sostituzione di un elemento o di una parte d'impianto.

Tempo d'ammortamento

Periodo entro il quale viene ammortizzata l'energia grigia per la produzione e lo smaltimento.

BASE DI DATI

Nello strumento di pianificazione «Ökobilanzdaten im Baubereich» la Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici (KBOB) ha pubblicato le basi di dati valide per la Svizzera per il calcolo dell'energia grigia. Si tratta di dati elaborati e provenienti dalla piattaforma internet ecoinvent (Empa, ETH). Grazie a questi valori è possibile determinare l'energia grigia, l'energia primaria complessiva, i gas serra e i punti di impatto ambientale dei comuni materiali da costruzione nonché dei sistemi e dei componenti degli impianti tecnici.

CALCOLO DELL'ENERGIA GRIGIA DI UN ELEMENTO COSTRUTTIVO

Esempio di calcolo dell'energia grigia di una lastra isolante in lana di roccia spessa 26 cm (per ogni m² di superficie dell'elemento costruttivo all'anno):

- Peso specifico apparente 32 kg/m³
- Energia grigia: 4,28 kWh/kg = 15,4 MJ/kg
- Volume: 1,0 m · 1,0 m · 0,26 m = 0,26 m³/m²_{BTF}
- Tempo d'ammortamento: 40 anni (SIA 2032)

FASE 1

Calcolo della massa per ogni superficie dell'elemento costruttivo (BTF):

$$32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,26 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2_{\text{BTF}}} = 8,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2_{\text{BTF}}}$$

FASE 2

Calcolo dell'energia grigia per ogni superficie dell'elemento costruttivo:

$$4,28 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \cdot 8,32 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2_{\text{BTF}}} = 35,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2_{\text{BTF}}}$$

FASE 3

Calcolo dell'energia grigia per ogni superficie dell'elemento costruttivo all'anno:

$$\frac{35,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2_{\text{BTF}}}}{40 \text{ a}} = 0,89 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2_{\text{BTF}} \text{ a}}$$

La lastra isolante contiene 0,9 kWh/m²_{BTF} a di energia grigia.

Il calcolo viene effettuato sulla base del quaderno tecnico SIA 2032. Per consentire confronti tra gli edifici esso comprende delle semplificazioni (ad es. vengono tralasciati degli elementi costruttivi) e la definizione del tempo d'ammortamento degli elementi costruttivi.

Per stabilire l'energia grigia di un edificio, l'energia grigia di un elemento costruttivo (kWh/m²_{BTF}) viene moltiplicata per la superficie di questo elemento costruttivo nell'intero edificio (m²_{BTF}) il risultato viene poi diviso per la superficie di riferimento energetico (m²_{AE}). L'indice energetico risultante di diversi edifici può essere confrontato con la superficie di riferimento energetico.

CAMPI DI APPLICAZIONE

L'energia grigia rientra già in alcuni standard e label, con l'applicazione di diversi valori limite. Negli standard Minergie®-ECO e Minergie®-A è richiesta la prova dell'energia grigia.

L'energia grigia costituisce uno dei temi fondamentali anche del quaderno tecnico SIA 2040 «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011. Inoltre, l'energia grigia è inclusa anche nella valutazione del nuovo standard della costruzione sostenibile svizzera (SNBS).

PROCEDURA

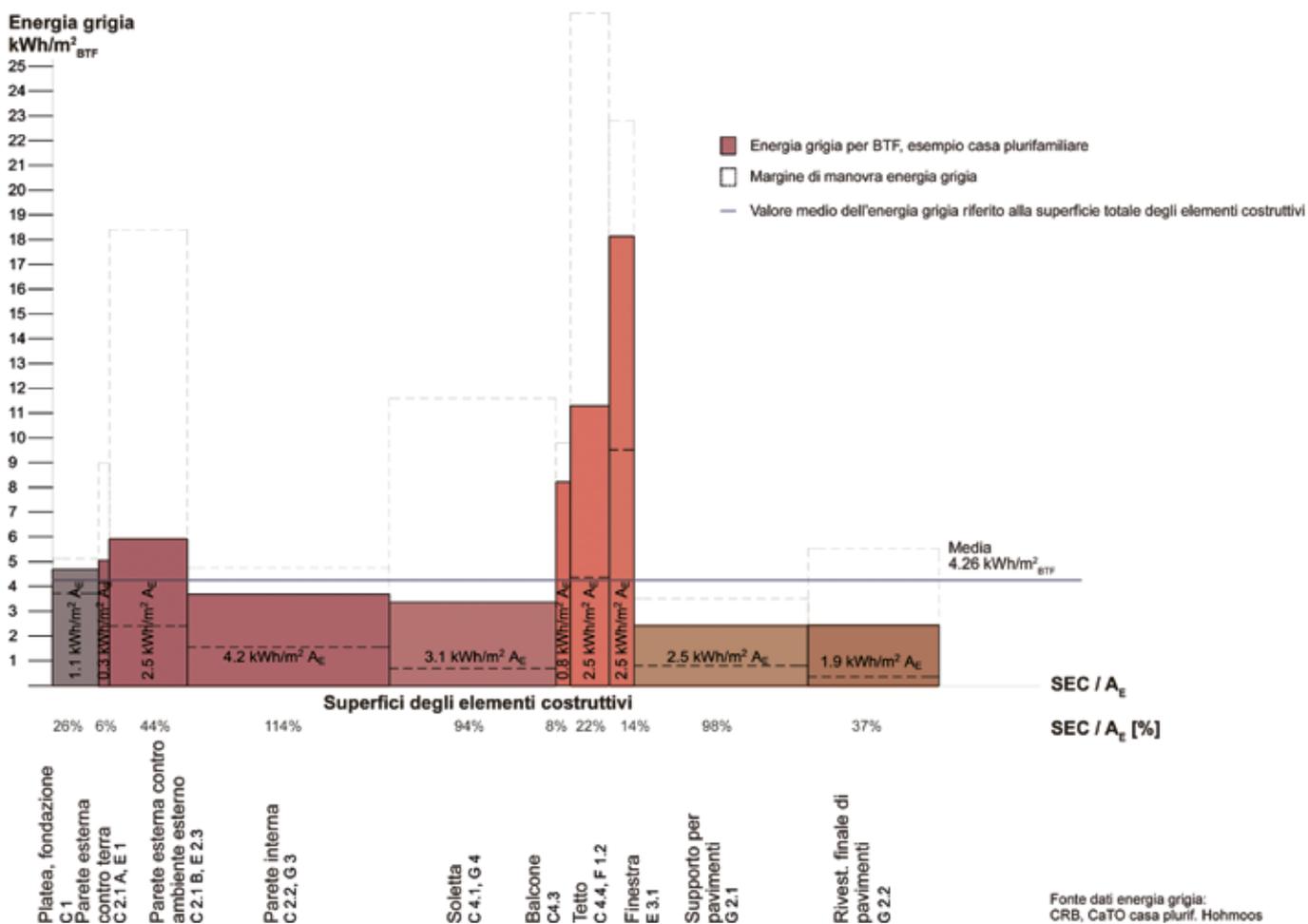
LA FASE INIZIALE DEL PROGETTO INCLUDE IL PROGETTO DELL'IMMOBILE E LA COLLOCAZIONE DELLO STESSO SULLA PARCELLA. IN QUESTA FASE L'INFLUSSO SUL FABBISOGNO DI ENERGIA GRIGIA È NOTEVOLE E INOLTRE VENGONO POSTE LE CONDIZIONI QUADRO PER TUTTE LE ALTRE MISURE.

Di seguito vengono presentate due diverse strategie che combinate nel processo di ottimizzazione costituiscono uno strumento di orientamento:

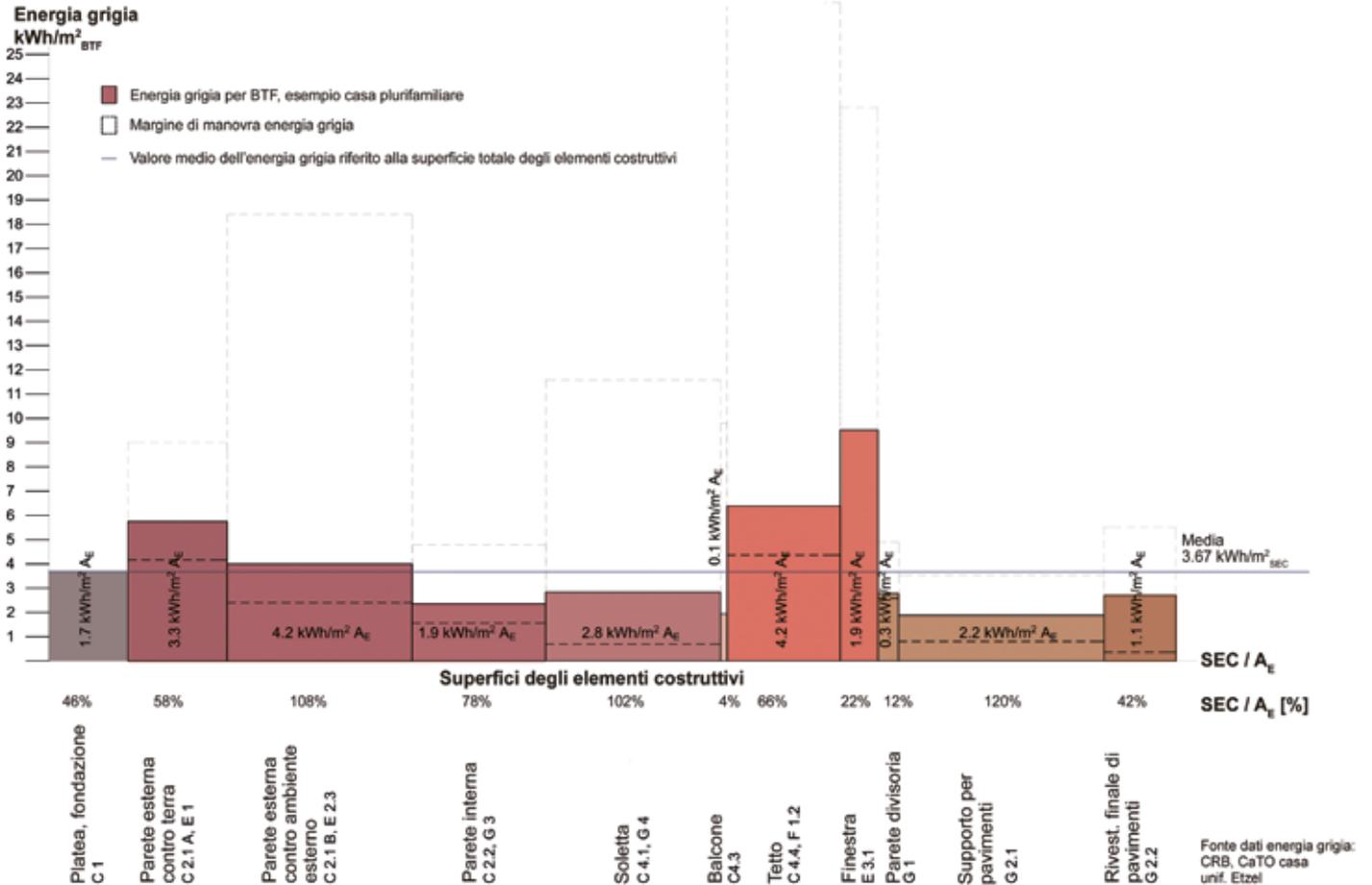
1. OTTIMIZZAZIONE SUPERFICIE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI RISPETTO ALLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO ENERGETICO (BTF/A_E)

2. OTTIMIZZAZIONE ENERGIA GRIGIA DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI (GE/BTF)

ENERGIA GRIGIA PER SUPERFICIE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI (CASA PLURIFAMILIARE)



ENERGIA GRIGIA PER SUPERFICIE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI (CASA UNIFAMILIARE)



SUFFICIENZA

La riduzione è uno dei principi cardine nell'ottimizzazione dell'energia grigia. Pertanto in merito alla sufficienza in ogni progetto vanno considerati ad esempio i seguenti aspetti:

- superficie abitabile per persona
- numero di locali umidi
- superfici degli elementi costruttivi
- superfici degli elementi costruttivi necessarie, ad es. dell'involucro edilizio

Limitandosi al fabbisogno effettivo si ottimizza in larga misura l'energia grigia, riducendo nel contempo i costi di costruzione.

Di questo bisogna tenere conto già nella fase di elaborazione del programma planivolumetrico e dei requisiti posti agli impianti tecnici.

CONCETTO COSTRUTTIVO E AMBIENTE

L'ottimizzazione a livello di edificio e ambiente può essere suddivisa in quattro settori:

- terreno
- compattezza
- strutture
- facciata

Di seguito vengono approfonditi i quattro aspetti.

TERRENO / PIANI INTERRATI

L'energia grigia è determinata anche dall'ubicazione dell'edificio e dallo scavo con le conseguenti modifiche al terreno. I movimenti di terra devono essere ridotti al minimo, applicando le misure seguenti:

- limitare il più possibile numero e volume dei piani interrati, contenendo al massimo anche la profondità di scavo
- per quanto possibile riutilizzare il materiale di scavo nella parcella
- le modifiche ambientali devono riguardare una parte il più possibile limitata di fondo e orientarsi al terreno ricoperto di vegetazione a crescita naturale
- impiegare in modo contenuto muri di sostegno (materiale e fondamenti).

COMPATTEZZA / EFFICIENZA DELLA SUPERFICIE

Diversamente dall'analisi del fabbisogno termico, nella valutazione dell'energia grigia deve confluire anche la compattezza degli edifici. Nel fabbisogno termico l'involucro edilizio termico viene semplicemente posto in relazione con la superficie di riferimento energetico: A_{th}/A_E (fattore dell'involucro dell'edificio). Diversamente, la compattezza (indice di compattezza) è il rapporto tra tutti gli elementi costruttivi esterni in riferimento alla superficie di piano A_{GF} . Pertanto ai fini del bilancio dell'energia grigia vengono considerati allo stesso modo tutti gli elementi costruttivi, sia interni che esterni all'involucro edilizio termico.

Di conseguenza la valutazione basata sulla compattezza risulta essere una grandezza interessante e rilevante; altrettanto rilevante ai fini dell'efficienza della superficie è la grandezza data dal rapporto tra superficie utile principale A_{HNF} e superficie di piano A_{GF}

(A_{HNF}/A_{GF}). La riduzione del fabbisogno di superfici utili secondarie può incidere notevolmente sul bilancio dell'energia grigia.

STRUTTURA DELL'EDIFICIO

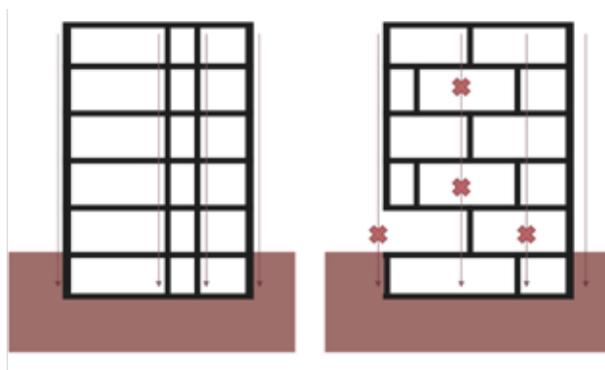
La definizione della struttura dell'edificio con la struttura portante o la disposizione delle stanze influisce sul fabbisogno di energia grigia, sia in relazione alla possibile durata di utilizzo che alla possibilità di adattare l'edificio a nuove esigenze di utilizzo. Pertanto, quanto più è lunga l'effettiva durata di utilizzo di un edificio e tanto minore sarà il fabbisogno di energia grigia supplementare nel corso della durata di utilizzo.

SUDDIVISIONE DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

I singoli elementi costruttivi di un edificio presentano diverse funzioni e si possono suddividere in tre gruppi:

- elementi costruttivi portanti
- impianti tecnici
- finitura interna

Per quanto riguarda gli elementi costruttivi portanti occorre scegliere un sistema portante chiaro e logico. Ad esempio può risultare ragionevole un semplice distribuzione verticale del carico. In questo senso spesso i piani terra e interrati costituiscono delle sfide. Per quanto riguarda le solette vanno concepite campate il più possibile brevi.



Esempio: sezione con distribuzione del carico

Gli elementi costruttivi portanti e la finitura interna (incl. le pareti non portanti) hanno una diversa durata di utilizzo. Quindi, per quanto possibile gli elementi costruttivi della finitura interna e degli elementi costruttivi portanti vanno realizzati in maniera da risultare indipendenti gli uni dagli altri.

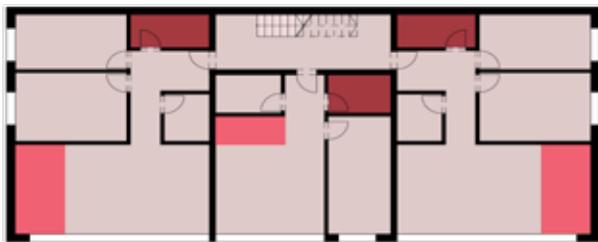
Gli impianti tecnici presentano un tempo d'ammortamento minore rispetto alla costruzione portante. Quindi in fase di rinnovamento bisogna fare attenzione a non compromettere gli elementi costruttivi portanti. Una soluzione ottimale in tal senso consiste nel creare impianti separati e accessibili. Per quanto possibile occorre evitare di posare gli impianti nelle solette di cemento in quanto non più sostituibili.

DISPOSIZIONE DEI LOCALI / CONDOTTE BREVI

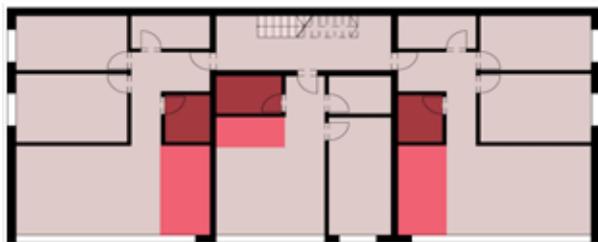
Le singole unità abitative di ogni edificio presentano diversi utilizzi: soggiorno, camere, bagni e cucina. Nella pianta dell'edificio occorre raggruppare il più possibile questi diversi locali per consentire una posa semplice delle condotte di distribuzione e ridurre la lunghezza.

Ciò vale sia nella pianta che nella sezione dell'edificio.

ATTUALE DISPOSIZIONE



DISPOSIZIONE OTTIMIZZATA



Esempio: le zone in rosso chiaro sono le cucine e le zone in rosso scuro i locali umidi. Nella disposizione ottimizzata la posa delle colonne montanti e delle condotte di distribuzione risulta più semplice e la lunghezza delle condotte è minore.

VOLUMETRIA / COMPATTEZZA

Le superfici verso l'ambiente esterno e contro terra presentano una quota elevata di energia grigia; pertanto nella fase di progetto questo tipo di superfici vanno ottimizzate, ad esempio concentrandosi sui seguenti elementi:

- disposizione e fabbisogno di superficie dei locali cantina e deposito
- sezioni dell'edificio

FACCIATA

La facciata con la sua conformazione è uno degli elementi che maggiormente caratterizzano un edificio e costituisce nel contempo la separazione spaziale e termica tra interno ed esterno. Oltre all'importante funzione di riduzione delle perdite termiche per trasmissione la facciata ha anche un'incidenza sull'energia grigia.

SPORGENZE E RIENTRANZE DELLE FACCIATE

Sporgenze e rientranze sono fondamentali mezzi espressivi dell'architettura di una facciata. Quanto maggiore è la plasticità della facciata ottenuta mediante sporgenze e rientranze e maggiore sarà la superficie della facciata in relazione alla superficie di riferimento energetico. Pertanto nella fase di progetto di facciate molto articolate occorre prestare attenzione al criterio dell'energia grigia.

FACCIATE A CORTINA

Lo strato più esterno di un edificio può essere realizzato anche posizionando sulla costruzione lastre di diversi materiali. In questo caso maggiore è il peso delle lastre appese e maggiore dovrà essere il dimensionamento dei fissaggi e della costruzione retrostante, il che aumenta il fabbisogno di energia grigia.

SUPERFICIE DELLE FINESTRE

Oltre alle sporgenze e alle rientranze anche il grado di apertura di una facciata incide sull'energia grigia. Un esempio limite in questo ambito è dato dalla facciata realizzata interamente in vetro. In fase di progetto nella definizione del grado di apertura, e quindi della relativa superficie finestrata, occorre considerare l'elevata quota di energia grigia dell'elemento costruttivo «finestre».

Naturalmente il grado di apertura di una facciata si ripercuote anche sulla possibilità di sfruttare l'irraggiamento solare a fini termici, sulla protezione dal calore d'estate e sullo sfruttamento della luce naturale, fattori questi che vanno considerati insieme all'energia grigia.



RACCOMANDAZIONE:

Un grado di apertura del 20–30% rispetto alla superficie di riferimento energetico rappresenta spesso un'adeguata grandezza di riferimento.

BALCONI

I balconi costituiscono un altro importante elemento caratterizzante di un immobile, in particolare i balconi che corrono lungo l'intero edificio. Occorre tuttavia ricordare che questi balconi rappresentano una superficie supplementare degli elementi costruttivi e nel contempo aumentano la quantità delle protezioni anticaduta necessarie, il che si ripercuote naturalmente anche sul bilancio dell'energia grigia.

COSTRUZIONE GREZZA

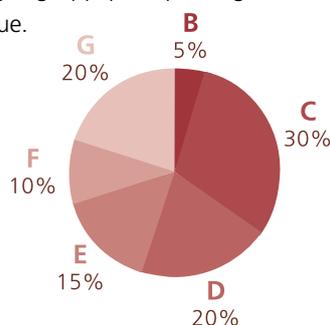
IL CAPITOLO ILLUSTRATE I PRINCIPI COSTRUTTIVI E GLI ELEMENTI COSTRUTTIVI UTILIZZATI NEGLI EDIFICI E VA PERTANTO INTESO COME AUSILIO NELL'ATTUAZIONE DI UN PROGETTO DI COSTRUZIONE.

GRUPPI PRINCIPALI E QUOTA DI ENERGIA GRIGIA

Conformemente al Codice dei costi di costruzione Edilizia, in riferimento all'energia grigia un edificio viene suddiviso nei seguenti gruppi principali (2012):

- B: Preparazione
- C: Costruzione grezza
- D: Impianti tecnici
- E: Facciata
- F: Tetto
- G: Finitura interna

Questi gruppi principali hanno una diversa rilevanza in relazione all'energia grigia. Secondo alcuni studi la ripartizione dell'energia grigia tra i singoli gruppi principali negli edifici nuovi è rappresentabile come segue.



Dal grafico si evince che ca. un terzo dell'energia grigia è da ricondurre al gruppo principale C Costruzione grezza. A seguire vi sono i due gruppi principali G Finitura interna e D Impianti tecnici ognuno con un quinto del fabbisogno.

COSTRUZIONE GREZZA

In base ai dati presentati si deduce che il maggior potenziale di riduzione del fabbisogno di energia grigia negli edifici nuovi riguarda i gruppi principali C, D, G. Tuttavia non è possibile ottenere una sensibile riduzione del fabbisogno di energia grigia con una singola misura in un unico gruppo principale. È molto più vantaggioso attuare una combinazione di misure. Anche a questo livello la regola principale è:

- riduzione dei necessari elementi costruttivi e del relativo numero di strati nonché dello spessore dei materiali, della densità e del volume.

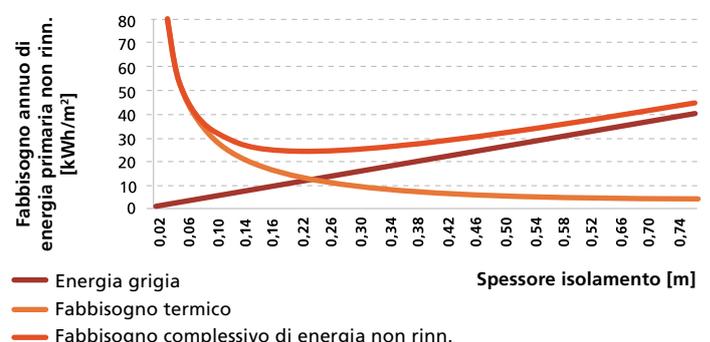
Rispettando questo principio basilare si riducono nel contempo i costi e il fabbisogno di energia grigia.

RISCALDAMENTO VERSUS ENERGIA GRIGIA

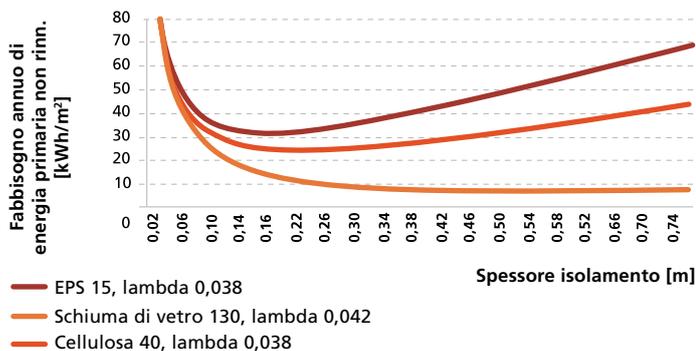
L'energia grigia di un elemento costruttivo aumenta in modo lineare con l'aumentare dello spessore/del volume del materiale. Pertanto lo spessore dei materiali utilizzati deve essere quanto minore possibile. Tuttavia, per i seguenti gruppi di materiali è necessario sottolineare il legame con il fabbisogno termico:

- isolanti termici
- vetrate

L'aumento di spessore in questi materiali, oltre a far aumentare il fabbisogno di energia grigia, riduce parallelamente le perdite termiche da trasmissione di un edificio attraverso l'involucro edilizio. In questo modo il fabbisogno termico dell'edificio sarà minore. Questo principio può essere illustrato sull'esempio di una parete esterna. L'energia grigia aumenta con l'aumentare dello spessore, mentre il fabbisogno termico diminuisce. Ai fini di un'analisi globale, dal risparmio ottenuto a livello di fabbisogno termico occorre dedurre l'energia grigia necessaria per ottenere questa riduzione. I seguenti esempi sono stati calcolati sulla base di una pompa di calore dal coefficiente di lavoro annuo di 3,2 e del mix elettrico svizzero.



Il grafico mostra come a partire da un determinato spessore dell'isolamento termico aumenti nuovamente l'energia complessiva. I risultati possono variare di molto a seconda dell'edificio, dell'ubicazione, dello sfruttamento dell'energia solare, degli impianti tecnici e del vettore energetico. Determinante è anche il tipo di materiale isolante, come si evince dal grafico seguente.

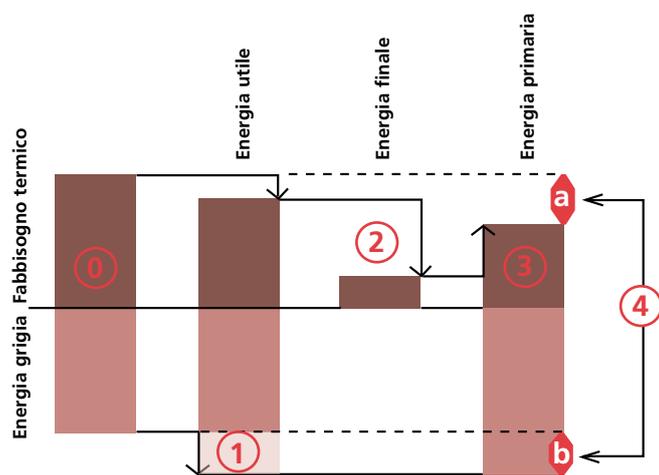


SUGGERIMENTO

I materiali isolanti con un bilancio di energia grigia basso possono essere utilizzati con spessori maggiori rispetto a materiali isolanti con una quota elevata di energia grigia. Lo spessore ottimale dell'isolamento varia tuttavia da edificio a edificio.

PROCESSO DI OTTIMIZZAZIONE

Poiché il bilancio dell'energia grigia avviene non a livello di energia utile, bensì di energia primaria non rinnovabile, è necessario convertire il fabbisogno termico. Questa operazione si esegue con il grado di efficienza della produzione di calore/distribuzione totale e il fattore di energia primaria del vettore energetico scelto. Solamente dopo viene effettuata un'ottimizzazione globale dello spessore dell'isolamento. Non è vero che a fronte di un maggiore spessore dell'isolamento termico vi sia sempre una riduzione del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile. Questa relazione è evidenziata nel grafico seguente.



- 0 Fabbisogno termico ed energia grigia
→ Premessa per l'ottimizzazione
- 1 Inserire l'isolamento termico supplementare
→ L'energia grigia aumenta a causa dell'isolamento termico supplementare
→ Il fabbisogno termico diminuisce grazie al miglior isolamento termico
→ **LIVELLO ENERGETICO: ENERGIA UTILE**

- 2 Grado di efficienza degli impianti tecnici
→ Il fabbisogno di energia finale diminuisce o aumenta a seconda della produzione di calore
→ **LIVELLO ENERGETICO: ENERGIA FINALE**
- 3 Ponderazione primaria del vettore energetico
→ Il fabbisogno di energia finale viene moltiplicato per il fattore di energia primaria
→ **LIVELLO ENERGETICO: ENERGIA PRIMARIA**
- 4 Confronto costi/ricavi
→ Il risparmio **a** è superiore al costo per l'energia grigia **b**?

RISULTATO:

Per ottenere l'auspicata riduzione del fabbisogno di energia primaria, la riduzione del fabbisogno termico divisa per il grado di efficienza degli impianti tecnici e moltiplicata per il fattore di energia primaria del vettore energetico deve essere superiore all'energia grigia dell'isolamento termico supplementare.

CICLO DI VITA

Nel corso della durata di utilizzo di un edificio gli elementi costruttivi vengono più volte ammodernati o totalmente rimossi: non tutti i materiali utilizzati infatti hanno il medesimo tempo d'ammortamento. Poiché anche queste misure influenzano il fabbisogno di energia grigia nel bilancio dell'edificio, è importante considerare i seguenti aspetti:

- struttura dell'elemento costruttivo
- separabilità degli strati dell'elemento costruttivo
- tempo d'ammortamento dei materiali

I materiali più durevoli vengono impiegati preferibilmente nella parte più interna dell'elemento costruttivo, ad esempio nella costruzione portante, mentre gli strati dell'elemento costruttivo con una durata di utilizzo più breve vengono utilizzati idealmente verso l'esterno.

La separabilità dei gruppi principali, in particolare della costruzione grezza C rispetto agli impianti tecnici D, permette di ammodernare e adeguare più semplicemente l'edificio allo stato della tecnica in continua evoluzione. È utile prevedere i seguenti aspetti:

- collegamenti separabili senza necessità di demolizione
- prevedere spazi di riserva nelle colonne montanti e nelle condotte di distribuzione
- garantire un accesso semplice ai singoli componenti

Per quanto riguarda il tempo d'ammortamento dei materiali occorre fare attenzione che questi rispondano al meglio all'utilizzo previsto.

SCelta DELLA COSTRUZIONE GREZZA

Nella scelta del metodo di costruzione o della costruzione grezza entrano in gioco diversi fattori su vari livelli.

Tutti questi livelli devono essere considerati nella decisione circa una costruzione grezza o un metodo di costruzione piuttosto che un altro. Poiché tutti gli ambiti tematici incidono sull'energia grigia, questa dovrebbe essere considerata nel processo decisionale non come livello a sé, bensì trasversalmente a tutti i livelli.

METODO DI COSTRUZIONE

La decisione circa il metodo di costruzione (costruzione massiccia, costruzione in legno, costruzione ibrida) influisce soprattutto sul gruppo principale C Costruzione grezza. All'interno del gruppo principale C nella decisione del tipo di costruzione rientrano i gruppi di elementi C 1 Platea, fondazione (solo indirettamente) e C 2 Parete grezza (sotto il livello del terreno). Questi due gruppi di elementi rappresentano ca. un quinto del fabbisogno di energia grigia del gruppo principale Costruzione grezza. Da ciò si deduce che la scelta del metodo di costruzione influisce solamente sul restante quarto del fabbisogno complessivo di energia grigia.

Dai calcoli emerge che, considerando tutti i gruppi principali, rispetto alla costruzione massiccia la costruzione in legno presenta un fabbisogno di energia grigia inferiore solamente del 5% circa. Considerando anche il fabbisogno termico del metodo di costruzione o la capacità di accumulare il calore dei singoli metodi di costruzione, in un'analisi globale il fabbisogno di energia primaria non rinnovabile risulta pressoché identico. L'ottimizzazione dell'energia grigia non può essere il risultato solamente del metodo di costruzione in sé, bensì dell'ottimizzazione tra i singoli metodi di costruzione.



RISULTATO

Attraverso un'ottimizzazione globale si possono ottenere buoni risultati in fatto di energia grigia sia nella costruzione massiccia che in quella in legno.

Nell'ottimizzazione dei metodi di costruzione o della struttura portante è necessario perseguire un concetto portante logico e semplice da ricostruire.

Pertanto anche nell'ottimizzazione della costruzione in legno l'attenzione si concentra sull'utilizzo di materiali adeguati per la costruzione grezza e quindi occorre:

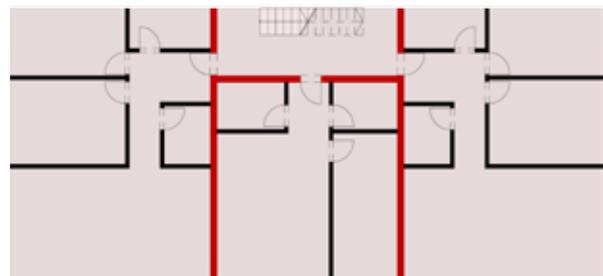
- nelle costruzioni in legno ridurre al minimo le percentuali di legno
- ridurre il numero di strati degli elementi costruttivi
- utilizzare preferibilmente legno massiccio piuttosto che travi lamellari.

Nella costruzione massiccia la possibilità di ottimizzazione va ricercata principalmente a livello di materiali, utilizzando ad esempio mattoni in cemento piuttosto che mattoni in cotto. I materiali vengono presentati nel dettaglio nel capitolo «Materiali da costruzione».

SINERGIE FUNZIONALI

In particolare a livello di concetti di protezione è possibile ridurre il fabbisogno di energia grigia attraverso un raggruppamento dei singoli requisiti. Ad esempio la protezione antincendio, la protezione acustica e i requisiti di protezione sismica impongono criteri che possono essere raggruppati in un solo elemento costruttivo. In una casa plurifamiliare spesso è possibile realizzare in forma combinata le pareti tra gli appartamenti e le pareti confinanti con le scale comuni in modo che abbiano sia il necessario isolamento acustico, sia la capacità di assorbire le forze di spinta in caso di terremoto e infine che rispettino le norme di protezione antincendio. Tutto ciò ad esempio utilizzando una parete in cemento anziché un muro in mattoni a doppio strato.

Questo principio è raffigurato nel seguente esempio. Nelle pareti tra gli appartamenti (in rosso) si possono combinare le funzioni di sicurezza antisismica, protezione acustica e protezione antincendio.



Esempio: le pareti in rosso sono realizzate in cemento. Le pareti in nero sono realizzate in mattoni a uno o due strati. Grazie al raggruppamento delle funzioni si può ottimizzare il fabbisogno di energia grigia.

FINITURA INTERNA

La finitura interna dell'edificio gioca un importante ruolo nel bilancio dell'energia grigia, in particolare a causa della sua ridotta durata di utilizzo. Ogni ulteriore strato di un elemento costruttivo comporta un supplemento di energia grigia. Inoltre il fabbisogno di energia grigia è determinato anche dalla scelta dei materiali.

LA COSTRUZIONE GREZZA EVOLUTA

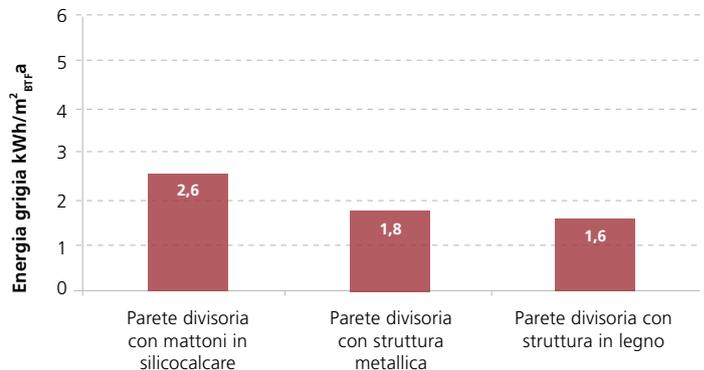
Una costruzione grezza lasciata senza rivestimento/intonaco viene definita costruzione grezza evoluta. In questo caso le caratteristiche qualitative di una superficie sono date dal lasciare a vista gli elementi costruttivi grezzi. Una costruzione grezza evoluta può essere realizzata con cemento a vista, un pannello di legno non lavorato a vista o un massetto autolivellante non sigillato senza rivestimento. La costruzione grezza evoluta è intenzionalmente lasciata senza rivestimenti e coperture con effetti positivi sul bilancio dell'energia grigia e sui costi di costruzione.

SOTTOSTRUTTURE

Spesso per le pareti divisorie non portanti all'interno degli appartamenti si utilizzano strutture leggere quali pareti in cartongesso. In questo metodo di costruzione si utilizzano pannelli di fibra di gesso o cartongesso che ai fini dei calcoli vanno considerati materiali anti-usura.

Nel seguente grafico è raffigurata l'energia grigia di semplici strutture a telaio con isolamento in lana di roccia di 80 mm e cartongesso semplice su entrambi i lati. In queste costruzioni è fondamentale la scelta dei telai: se si scelgono in legno anziché in metallo, si ottiene un risparmio di $0,2 \text{ kWh/m}^2_{\text{BTR},a}$. Costruendo con il legno, è possibile ottimizzare l'energia grigia per le pareti interne senza compromettere la qualità semplicemente rinunciando ai telai in metallo. Lo stesso vale per le contropareti e le solette nonché per le sottostrutture delle facciate. La parete divisoria massiccia di mattoni in silicocalcare presenta caratteristiche altrettanto buone come la parete divisoria con struttura leggera costituita da telaio in legno.

PARETI DIVISORIE



IMPIANTI TECNICI

L'energia grigia degli impianti tecnici viene rilevata nel gruppo principale D Impianti tecnici. I principali criteri riguardanti l'installazione degli impianti tecnici in relazione all'energia grigia sono:

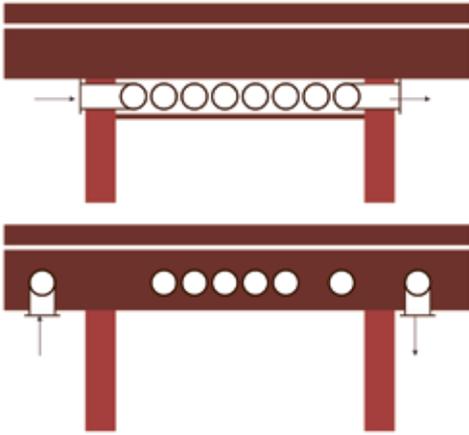
- separabilità/durata di utilizzo
- grado di installazione
- materiale/scelta dei prodotti

Di seguito vengono approfonditi questi aspetti.

SEPARABILITÀ

La durata di utilizzo degli impianti tecnici di un edificio è nettamente inferiore rispetto a quella della costruzione grezza. Per consentire la necessaria sostituzione, nella fase di progettazione bisognerebbe prevedere la possibilità di sostituire i singoli componenti degli impianti, sia che si trovino in un vano tecnico, su condotte o nelle colonne montanti verticali e nelle condotte di distribuzione orizzontali.

Occorre garantire adeguate possibilità di accesso ai vani tecnici e alle colonne montanti. Inoltre si sconsiglia di installare componenti tecnici nelle solette di cemento.



Esempio: le condotte dell'aerazione controllata possono essere posate nel controsoffitto o, ancora più semplicemente, lasciate a vista anziché posate nella soletta in cemento.

GRADO DI INSTALLAZIONE

Mediamente negli edifici nuovi il gruppo di elementi D, Impianti tecnici, presenta una quota di energia grigia di circa un quinto. Questo valore tuttavia può variare molto a seconda del grado di installazione di un edificio. Al fine di ridurre il più possibile l'energia grigia, occorre seguire questi accorgimenti:

- ridurre al minimo la lunghezza delle condutture
- scegliere un grado di installazione il più basso possibile

MATERIALE / SCELTA DEI PRODOTTI

Nell'ambito degli impianti tecnici, oltre al grado di installazione un altro importante criterio che influisce sul fabbisogno di energia grigia è la scelta dei materiali, come risulta evidente nel caso delle condutture di distribuzione.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di moduli fotovoltaici richiede una quota elevata di energia. Un impianto fotovoltaico in grado di soddisfare il fabbisogno energetico di una casa unifamiliare a efficienza energetica, accresce il fabbisogno di energia grigia della casa del 20%. Tuttavia questo costo in termini di energia grigia viene più che compensato dalla produzione di elettricità dell'impianto fotovoltaico che quindi risulta essere un investimento sensato. Il periodo esatto di payback dipende dal modulo fotovoltaico scelto, dalla sottostruttura e dall'ubicazione dell'edificio (irraggiamento solare). Solitamente l'energia necessaria alla produzione dell'impianto fotovoltaico è compensata già dopo 2–3 anni.



ESEMPIO

Rispetto agli impianti con canalette in lamiera gli impianti di aerazione con canalette in PE con parete liscia presentano ca. il 40% in meno di energia grigia.

MATERIALI DA COSTRUZIONE

QUESTO CAPITOLO DESCRIVE LA FASE CONCRETA DI SCELTA DEI MATERIALI

GRANDEZZE D'INFLUENZA

Applicando i seguenti criteri di base è possibile effettuare una prima stima dell'energia grigia, il che aiuta a scegliere il gruppo di materiali più adeguato.

PROCESSO DI PRODUZIONE

Poiché, oltre all'energia per lo smaltimento, l'energia grigia comprende soprattutto l'energia per la produzione, la relativa quota è determinante. Quanta più energia richiede il processo produttivo di un materiale e tanto maggiore sarà l'energia grigia del materiale stesso.

Tre sono i fattori che determinano il contenuto di energia grigia:

- estrazione del materiale
- quota di riciclaggio
- numero e tipo di fasi di lavorazione

Ad esempio i materiali da costruzione ottenuti da materie prime di facile estrazione tendenzialmente sono migliori rispetto ai materiali ottenuti da materie prime la cui estrazione richiede molta energia. I prodotti altamente raffinati che necessitano di numerose fasi di produzione e con un notevole dispendio di energia contengono più energia grigia rispetto ai prodotti semplici. I processi di fusione, combustione ed essiccazione e la relativa energia termica producono valori elevati di energia grigia.

Anche il ricorso a una quota di materiale riciclato al posto delle materie prime permette di ridurre l'energia grigia, sempre che la lavorazione di questo materiale non sia essa stessa da considerare energivora. Per produrre materiale isolante in cellulosa ad esempio, si utilizza la carta straccia lavorata (nuova sfibratura). Il calcestruzzo riciclato invece contiene pressoché la stessa quantità di energia grigia del calcestruzzo convenzionale, poiché presenta un maggior fabbisogno di cemento. L'utilizzo del calcestruzzo riciclato è comunque consigliabile sotto il profilo della tutela delle risorse.

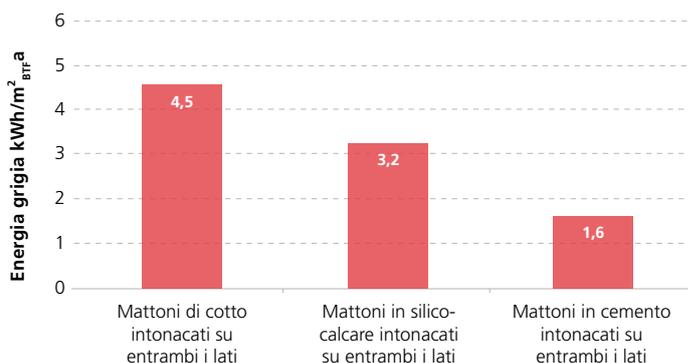
MURI

I muri per le pareti esterne e interne possono essere portanti o semplici pareti divisorie. I muri delle pareti divisorie garantiscono la necessaria protezione acustica e in quanto a energia grigia spesso

costituiscono una scelta migliore rispetto alle strutture in cartongesso. Il grafico seguente presenta tre esempi di pareti interne massicce: tutte e tre hanno uno spessore di 15 cm e sono intonacate su entrambi i lati.

I mattoni in cotto comprendono più energia grigia dei mattoni in silicocalcare e in cemento, in quanto è determinante il processo di produzione che prevede la cottura. A differenza dei mattoni in cotto gli altri due materiali devono solo fare presa e quindi contengono meno energia grigia.

MURO NON PORTANTE SPESSORE = 15 CM



MATERIALI ISOLANTI

Un materiale da costruzione che incide sul bilancio energetico sotto due diversi punti di vista è il materiale isolante. Da un lato serve a ridurre il fabbisogno termico, ma dall'altro aumentando il suo spessore concorre ad aumentare l'energia grigia. Pertanto la riduzione del fabbisogno termico può essere accompagnata da un aumento dell'energia grigia.

UTILIZZO ADEGUATO DEL MATERIALE

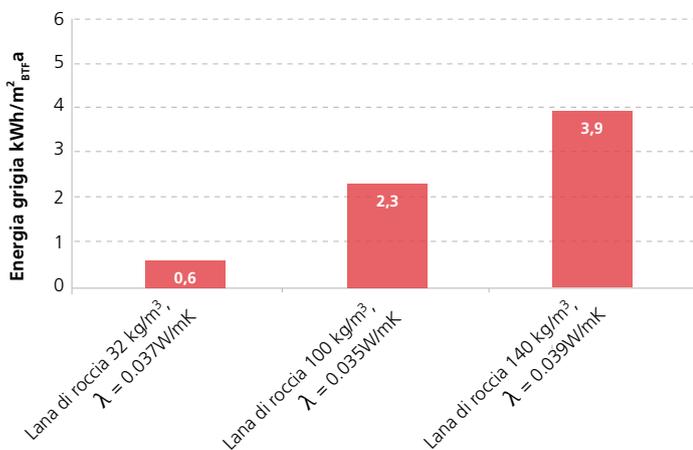
I materiali isolanti si possono suddividere in tre categorie principali:

- isolamento interposto
- isolamento con funzione portante (ad es. isolamento con intonaco)
- isolamento resistente alla compressione (ad es. tetto).

Queste tre categorie determinano le caratteristiche del rispettivo materiale isolante. Lo spessore e quindi la quantità di materiale dipende molto dal luogo di impiego e dalla funzione dell'isolamento. Ad esempio nelle strutture a telaio è sufficiente della lana di roccia con una densità di ca. 32 kg/m³. Se invece l'isolamento viene integrato nella facciata come base per intonaco è necessaria una densità di 100 kg/m³ e nel caso di tetti piani percorribili la densità necessaria può arrivare a 140 kg/m³. A seconda del luogo di impiego la densità può arrivare a essere di quattro volte superiore.

Inoltre sovente i prodotti più densi isolano meno dei materiali isolanti più leggeri (poiché aumenta il valore λ). Per ottenere il medesimo valore U nei materiali più densi bisogna aumentare lo spessore dell'isolamento. In tal modo, come si evince dal grafico seguente, si ha un forte aumento dell'energia grigia. Un ruolo determinante nella scelta del materiale isolante è svolto inoltre dalla protezione antincendio, dalla protezione acustica, dalla protezione termica estiva, dai costi e naturalmente dallo spessore massimo che è possibile applicare. Determinante non è solo il valore U, ma anche il luogo di impiego del materiale isolante.

LUOGO DI IMPIEGO DEI MATERIALI ISOLANTI (VALORE U 0,2 W/M²K)

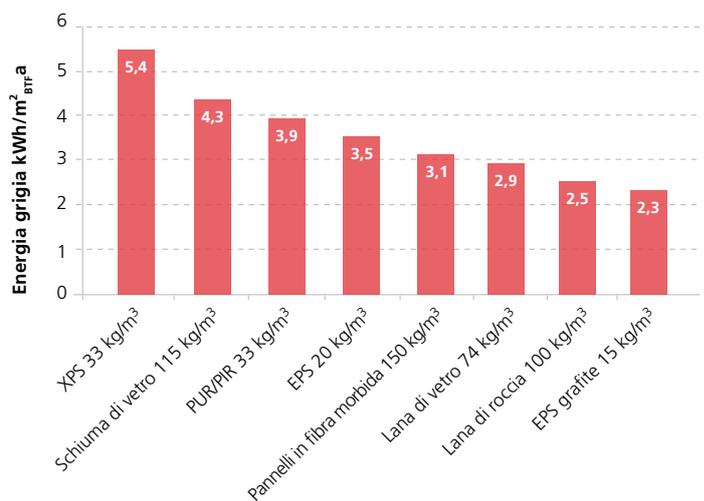


CONFRONTO TRA MATERIALI ISOLANTI

Sul mercato sono disponibili numerosi prodotti isolanti. Lane minerali, materiali isolanti ottenuti dal petrolio quali poliuretano espanso (PUR/PIR), polistirene espanso (EPS) e polistirene estruso (XPS), nonché prodotti ottenuti dalla cellulosa sono solo alcuni esempi. All'interno di ogni gruppo di materiali isolanti vi sono inoltre diversi sottoprodotti, il che complica l'analisi dell'energia grigia.

Il seguente grafico presenta alcuni materiali isolanti per pareti esterne e la relativa densità.

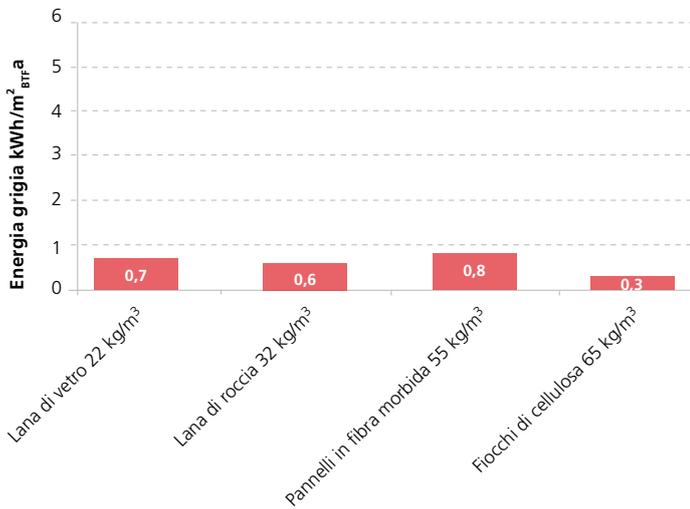
MATERIALI ISOLANTI PARETI ESTERNE (FACCIATA COMPATTA CON VALORE U DI 0,2 W/M²K)



Come base di comparazione si utilizza un valore U di 0,2 W/m²K.

A seconda dell'ambito di utilizzo il tempo d'ammortamento conformemente al quaderno tecnico SIA 2032 è stabilito in 30 anni (facciate compatte) o 40 anni (isolamento interposto). Emerge come il contenuto di energia grigia dei materiali isolanti dipenda fortemente dal peso specifico apparente dei prodotti, poiché l'energia grigia viene calcolata per chilogrammo di materiale da costruzione. Pertanto i prodotti più pesanti, adatti alle facciate compatte, hanno un maggior contenuto di energia grigia degli isolamenti interposti, più leggeri. Ma anche la scelta del materiale influisce sul bilancio dell'energia grigia, come evidenziato nel grafico successivo.

ISOLAMENTI INTERPOSTI (PARETE ESTERNA CON VALORE U DI 0,2 W/M²K)



I fiocchi di cellulosa hanno il vantaggio di un'elevata quota di riciclaggio e di una lavorazione della carta straccia semplice e a basso consumo di energia. In un'analisi assoluta tutti i materiali possono presentare poca energia grigia; è sufficiente ad esempio scegliere con attenzione il materiale fra questi quattro per dimezzare l'energia grigia.

SOTTOSTRUTTURE PER RIVESTIMENTI DI PARETI ESTERNE

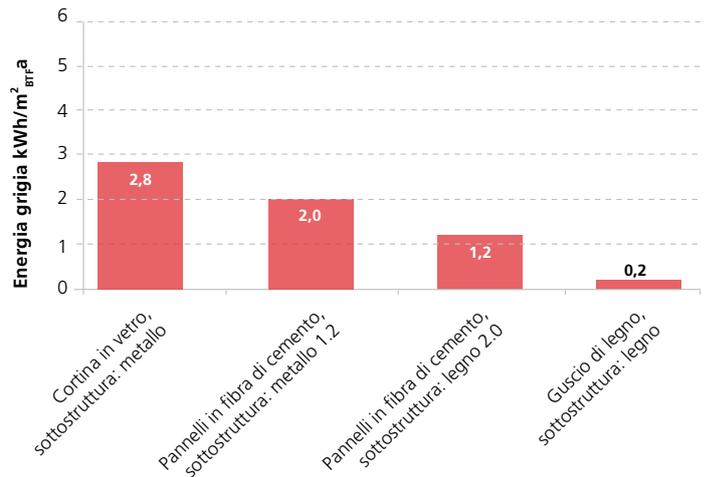
Le sottostrutture per rivestimenti di pareti esterne ventilate vengono realizzate principalmente in legno o metallo. Per quanto riguarda l'energia grigia una sottostruttura di metallo (alluminio) contiene molta più energia grigia di una in legno. Le sottostrutture in legno presentano quindi un elevato potenziale di risparmio. I materiali della sottostruttura dipendono spesso dal sistema di rivestimento delle pareti esterne e vanno pertanto inclusi nell'analisi.

RIVESTIMENTI DI PARETI ESTERNE

I rivestimenti di pareti esterne presentano grandi differenze nel contenuto di energia grigia. Ad esempio le facciate a cortina in vetro contengono molta più energia grigia rispetto a un rivestimento in fibre di cemento, mentre le facciate in legno si caratterizzano

per un valore estremamente basso, quindi con un potenziale di risparmio da non sottovalutare.

RIVESTIMENTI DI PARETI ESTERNE VENTILATE CON SOTTOSTRUTTURA (SENZA ISOLAMENTO)



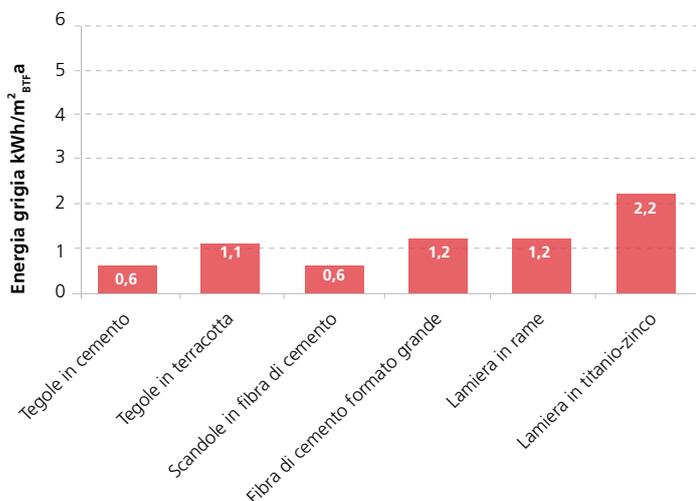
COPERTURE DI TETTI INCLINATI

Lo strato esterno dei tetti inclinati può essere realizzato con materiali diversi atti a garantire la protezione dalle intemperie. Il grafico seguente presenta sei diversi tipi di copertura destinati solo allo strato esterno, escluse le sottostrutture. Queste ultime infatti sono realizzate perlopiù in legno, quindi con bassi consumi di energia, e raramente sono prese in considerazione o comunque presentano valori molto simili per tutte le varianti di copertura.

Rispetto alle coperture di un tetto piano, con un valore di 2,5 kWh/m²_{BTF} i tradizionali prodotti per tetti inclinati quali tegole e pannelli in fibra di cemento, con un valore compreso tra 0,6 e 2,2 kWh/m²_{BTF} contengono una quota nettamente più bassa di energia grigia. In particolare le tegole in cemento e le scandole in fibra di cemento presentano i valori più bassi di energia grigia. La tegola in terracotta, la cui produzione richiede molta più energia per via del processo di cottura in fornace, contiene il doppio di energia grigia rispetto alla tegola in cemento. Diversi i valori delle coperture in metallo che variano tra 1,2 e 2,2 kWh/m²_{BTF}.

A causa dei necessari processi di fusione la lavorazione del metallo è estremamente energivora e si ripercuote sul valore del rispettivo materiale da costruzione. Avendo una temperatura di fusione più bassa i metalli più morbidi come il rame sono più indicati, ma sono sconsigliati sotto il profilo ecologico a causa del loro impatto sulle acque.

COPERTURE DI TETTI (SENZA SOTTOSTRUTTURA)



SOTTOFONDI

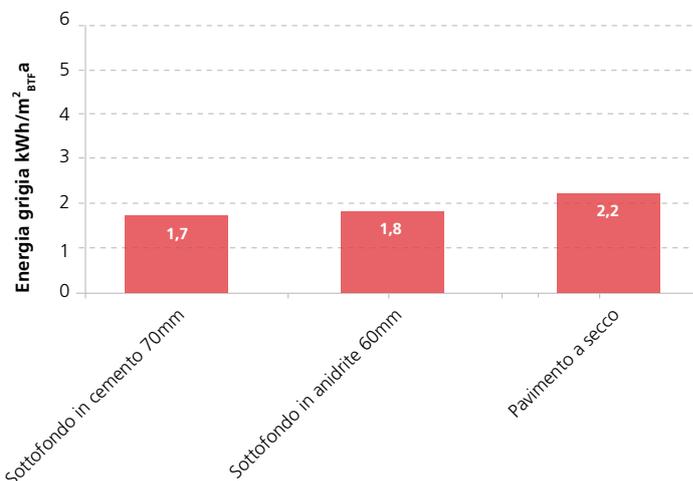
Ai fini dell'energia grigia occorre considerare non solo i rivestimenti dei pavimenti, ma anche le sottostrutture realizzate come sottofondi. Data l'elevata quota di superficie i pavimenti hanno un'incidenza rilevante nell'edificio.

Il seguente grafico mette a confronto tre sottofondi standard:

- comune sistema a secco
- 6 cm di anidrite
- 7 cm di cemento

Si nota come i sistemi a secco contengano più energia grigia dei sistemi bagnati. Ciò è da ricondurre soprattutto ai materiali ad alto consumo di energia del sistema a secco e agli abbinamenti di diversi materiali.

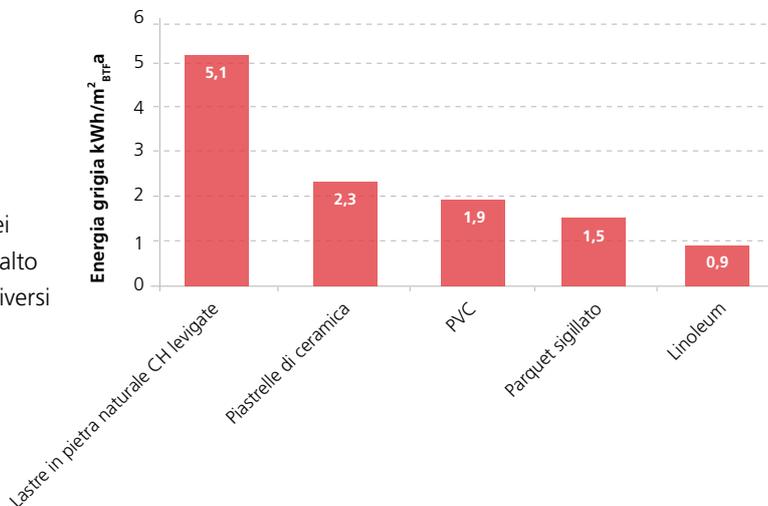
SOTTOFONDI CON ISOLAMENTO ANTICALPESTIO



RIVESTIMENTI DI PAVIMENTI

Nell'ottica complessiva dell'edificio anche i rivestimenti dei pavimenti giocano un ruolo importante. Anche qui ai fini del contenuto di energia grigia dei diversi materiali da costruzione sono determinanti i processi di produzione e le fasi di nobilitazione. Che sia il taglio e la lucidatura delle lastre in pietra naturale, la cottura della ceramica o la produzione ad elevato contenuto termico del PVC: si tratta in tutti i casi di processi altamente energivori.

RIVESTIMENTI DI PAVIMENTI



RACCOMANDAZIONI

DIECI PUNTI CONCRETI PER LA RIDUZIONE DELL'ENERGIA GRIGIA.

1. AUMENTO DELLA DURATA DI UTILIZZO

Un'ubicazione adeguata sotto il profilo urbanistico, un'impostazione accattivante, un'elevata flessibilità di utilizzo, la separabilità della struttura portante, degli impianti tecnici e della finitura interna sono condizioni ottimali per una lunga durata di utilizzo.

2. RIDUZIONE DELLE SUPERFICI DEGLI ELEMENTI COSTRUTTIVI

Ottimizzando la compattezza è possibile ridurre la superficie degli elementi costruttivi.

3. RIDUZIONE DELLE COSTRUZIONI SOTTO IL LIVELLO DEL TERRENO

Ridurre al minimo il volume dello scavo e gli elementi costruttivi sotto il livello del terreno e ripensare i programmi relativi ai locali.

4. PROGETTAZIONE CHIARA E LOGICA DELLE STRUTTURE PORTANTI

Progettare le strutture portanti in modo da distribuire il carico nel modo più semplice e diretto possibile.

5. SFRUTTAMENTO DI SINERGIE FUNZIONALI

Raggruppare in un unico elemento costruttivo (ad es. la parete che separa gli appartamenti) i requisiti posti agli elementi costruttivi quali la protezione acustica, antincendio e sismica.

6. OTTIMIZZAZIONE DELLE SOLETTE E DEI TETTI

Scegliere la struttura portante con campate economiche per le solette intermedie. Per i tetti è vantaggioso utilizzare costruzioni con isolamento leggero.

7. SCELTA CONSAPEVOLE DELLA QUOTA DI FINESTRE

Scegliere con attenzione la quota di finestre sulle facciate e ridurre al minimo la quota di telai. La scelta ottimale è data da finestre in legno, seguite da quelle in legno e metallo e infine dalle finestre in materiale plastico. Le finestre in metallo sono le più energivore.

8. UTILIZZO DI MATERIALI ISOLANTI LEGGERI

Se i requisiti di resistenza alla compressione sono minimi è consigliabile utilizzare materiali isolanti il più possibile leggeri. Inoltre lo spessore dell'isolamento dev'essere commisurato al fabbisogno termico e all'energia grigia.

9. SCELTA DEL MATERIALE PER LE PARETI INTERNE

Utilizzare mattoni in cemento o silicocalcare anziché mattoni in cotto e per le pareti con costruzioni leggere telai in legno anziché in metallo.

10. IMPIANTI TECNICI OTTIMIZZATI

Ridurre al minimo necessario il grado di installazione degli impianti tecnici e progettare tracciati brevi per le condotte. Per gli impianti di ventilazione utilizzare per quanto possibile canalette in materiale plastico anziché in metallo.

**CONDOMINIO MINERGIE-P-ECO A
BURGUNDERSTRASSE 93 A BERNA CON,
DI CONSEGUENZA, REQUISITI DI CON-
FORMITÀ DELL'ENERGIA GRIGIA.**



PARTECIPANTI

- aardeplan ag, Architekten ETH SIA, Baar
- Energieagentur St.Gallen GmbH, San Gallo
- Visiobau Architekturbüro SIA, Muolen

FONTI

- Norma SIA 380, «Basi per il calcolo energetico di edifici», 2015
- Quaderno tecnico SIA 2032, «Energia grigia negli edifici», 2010, 1a edizione ed errata corregge 2013
- Quaderno tecnico SIA 2040, «La via SIA verso l'efficienza energetica», 2011
- Quaderno tecnico SIA 2047, «Rinnovo energetico degli edifici», 2015
- Raccomandazione KBOB 2009/1, «Ökobilanzdaten im Baubereich», 2014
- eCCC-E, Codice dei costi di costruzione Edilizia, 2012

IMMAGINI

- Architettura: Bürgi Schärer Architektur und Planung AG, Bern
Immagini: Alexander Gempeler

BIBLIOGRAFIA

- SvizzeraEnergia, opuscolo «L'ammodernamento energetico di edifici plurifamiliari», 2014
- SvizzeraEnergia, opuscolo «L'aerazione negli edifici – Concetti di aerazione adeguati nel rinnovamento degli edifici residenziali» 2014
- Faktor Verlag, Gesund und ökologisch bauen mit Minergie®-ECO, 2015
- interact, Hochschule Luzern, Technik und Architektur Die Typologie der Flexibilität im Hochbau, 2008

PER SAPERNE DI PIÙ

LINK SUL TEMA

www.eco-bau.ch	Edifici pubblici sostenibili
www.ecospeed.ch	Il vostro bilancio energetico personale
www.kbob.admin.ch -> Pubblicazioni -> Costruire in modo sostenibile	Raccomandazione KBOB 2009/1: Ökobilanzdaten im Baubereich

ULTERIORI LINK

www.cece.ch	Certificato energetico cantonale degli edifici
www.energieantworten.ch	Risposte alle domande sul tema energia
www.energieetikette.ch	Etichetta energia per elettrodomestici, illuminazione, autovetture, pneumatici ecc.
www.energiefranken.ch	Tutti i programmi d'incentivazione nel vostro Comune
www.energia-legno.ch	Tutto sul riscaldamento a legna
www.energie-umwelt.ch	Pagina internet dei servizi cantonali per l'energia e l'ambiente sul risparmio energetico e la protezione dell'ambiente
www.energybox.ch	Verificate il vostro consumo di elettricità
www.fernwaerme-schweiz.ch	Associazione svizzera di teleriscaldamento
www.fws.ch	Associazione professionale svizzera delle pompe di calore (APP)
www.geothermie.ch	Società Svizzera per la Geotermia (SSG-SVG)
www.gh-schweiz.ch	Involucro edilizio svizzera
www.hausverein.ch	Hausverein Schweiz (Associazione svizzera proprietari sostenibili)
www.hev-schweiz.ch	Associazione svizzera dei proprietari di case
www.leistungsgarantie.ch	Garanzia di prestazione per l'impiantistica
www.minergie.ch	Lo standard svizzero per comfort, efficienza e durabilità
www.nnbs.ch	Network Costruzione Sostenibile Svizzera
www.snbs.ch	Standard Costruzione Sostenibile Svizzera
www.svizzeraenergia.ch	Ufficio federale dell'energia UFE
www.svizzeraenergia.ch/check-edificio-riscaldamento	Confronto tra sistemi di riscaldamento
www.swissolar.ch	Servizio informativo energia solare
www.topten.ch	Confronto tra gli elettrodomestici più efficienti
