

Calcolo dell'energia grigia e delle emissioni di gas a effetto serra per il complemento ECO

Le modifiche rispetto alla versione 1.3 del 2021 sono contrassegnate in [blu](#).

Minergie Svizzera
Bäumleingasse 22
4051 Basilea

T 061 205 25 50
eco@minergie.ch
www.minergie.ch

Leadingpartner Minergie-ECO



Indice

1	Energia grigia e quaderno tecnico SIA 2023	3
2	Struttura delle istruzioni	4
3	Calcolo dell'energia grigia e delle emissioni grigie di gas serra	5
3.1	Software e strumenti ammessi	5
3.2	Metodo di rilevamento	5
3.3	Nuova costruzione	5
3.4	Ammodernamento	8
4	Valori limite energia grigia	11
4.1	Valori limite energia grigia per il complemento ECO	11
4.2	Nuova costruzione	11
4.3	Ammodernamento	14
5	Bibliografia / Corsi	18

1 Energia grigia e quaderno tecnico SIA 2023

Il calcolo dell'energia grigia e delle emissioni grigie di gas serra del [complemento ECO](#) si basa sul quaderno tecnico SIA 2032:2020 «Energia grigia – Bilancio ecologico per la costruzione di edifici». In questo documento l'energia grigia è definita come la quantità complessiva di energia primaria non rinnovabile necessaria per tutti i processi a monte (dall'estrazione della materia prima ai processi di produzione fino allo smaltimento), inclusa quella necessaria per i trasporti e i processi ausiliari. È definita anche come dispendio cumulativo di energia non rinnovabile. Per emissioni grigie di gas serra si intende la quantità cumulativa di gas a effetto serra (CO₂, metano, ossido d'azoto e altri gas rilevanti per il clima), emessa nello stesso ambito di riferimento dell'energia grigia ed espressa come quantità equivalente di emissioni di CO₂.

Come base per i dati dei materiali vengono utilizzati i «Dati dell'ecobilancio nel settore della costruzione» della raccomandazione della KBOB, che valuta la rilevanza ambientale dei materiali e processi di uso comune nel settore. La durata d'utilizzo degli edifici ipotizzata è di 60 anni. Il periodo di ammortamento degli elementi costruttivi si basa sul quaderno tecnico SIA 2032. Il perimetro di bilancio comprende l'intero edificio, comprese le parti riscaldate e quelle non riscaldate.

Nell'[attestato ECO](#) la somma totale annua calcolata dell'energia grigia o delle emissioni grigie di gas serra si riferisce alla superficie di riferimento energetico A_E . Da ciò risulta il valore specifico dell'energia grigia in kWh/m²a per l'energia grigia (chilowattora per metro quadro di superficie di riferimento energetico e anno) o in kg CO_{2eq}/m²a per le emissioni grigie di gas serra.

Poiché la procedura di calcolo è identica sia per l'energia grigia sia per le emissioni grigie di gas serra, di seguito ci limitiamo a illustrare quella per l'energia grigia.

2 Struttura delle istruzioni

Le presenti istruzioni descrivono il calcolo dell'energia grigia per una nuova costruzione o per l'ammodernamento di un oggetto già esistente con l'aiuto di un software (colonna sinistra), nonché il relativo calcolo dei valori limite per la [certificazione del complemento ECO](#) (colonna destra).

Calcolo energia grigia nuova costruzione	Valori limite energia grigia nuova costruzione
<ul style="list-style-type: none">– Involucro termico– Involucro non riscaldato– Elementi costruttivi interni: pareti interne e soffitti– Installazioni tecniche (sonde geotermiche, fotovoltaico, collettori solari, impianti di riscaldamento e di aerazione, sanitari ed elettrici)– Scavo	<ul style="list-style-type: none">– Utilizzo (uffici, scuole, abitazioni monofamiliari AM e plurifamiliari AP, impianti sportivi, negozi, ristoranti, musei, ospedali, industrie, piccoli edifici scolastici)– Superficie di riferimento energetico per utilizzo– Superficie di piano– Installazioni tecniche (solo sonde geotermiche, fotovoltaico e collettori solari)

Calcolo energia grigia ammodernamento	Valori limite energia grigia ammodernamento
<ul style="list-style-type: none">– Involucro riscaldato– Elementi costruttivi interni: pareti interne e soffitti– Installazioni tecniche (sonde geotermiche, fotovoltaico, collettori solari, impianti di riscaldamento e di aerazione, sanitari ed elettrici)	<ul style="list-style-type: none">– Utilizzo (uffici, scuole, abitazioni monofamiliari AM e plurifamiliari AP, impianti sportivi, negozi, ristoranti, musei, ospedali, industrie, piccoli edifici scolastici)– Standard energetico (Minergie e P/A)– Superficie di riferimento energetico– Superficie delle pareti esterne di piano terra e piano superiore, superficie dei tetti, delle finestre, delle porte esterne, dei portoni e della platea di fondazione– Elementi costruttivi interni: pareti interne e soffitti– Installazioni tecniche (sonde geotermiche, fotovoltaico, collettori solari, impianti di riscaldamento e di aerazione, sanitari ed elettrici)

La colonna sinistra descrive gli elementi da considerare per il calcolo dell'energia grigia o delle emissioni grigie di gas serra. I parametri indicati nella colonna destra sono dati immessi che determinano il valore limite dell'energia grigia o delle emissioni grigie di gas serra. Nel [complemento ECO](#) questo valore limite è dinamico, cioè dipende dalle caratteristiche del progetto per il quale si effettua il calcolo.

3 Calcolo dell'energia grigia e delle emissioni grigie di gas serra

3.1 Software e strumenti ammessi

Per calcolare l'energia grigia e le emissioni di gas serra nell'[attestato ECO](#), il seguente software di valutazione del ciclo di vita è accreditato da ecobau:

- [Software di ecobilancio accreditato per il complemento ECO](#)

In genere, i fornitori di software mettono a disposizione istruzioni d'uso specifiche. Per domande sul software vi invitiamo a rivolgervi direttamente al relativo fornitore. Nelle seguenti istruzioni si dà quindi la priorità ai limiti fondamentali del sistema e ai dati di base impiegati.

Per i nuovi edifici residenziali e scolastici di piccole dimensioni fino a 1000 m² di superficie di riferimento energetico (A_E risp. SRE) il calcolo «Emissioni di gas serra – costruzione» integrato nell'attestato Minergie può essere utilizzato come attestato per il complemento ECO in tutte le fasi di pianificazione (certificazione provvisoria e certificazione definitiva). Per tutte le altre nuove costruzioni può essere utilizzato soltanto come attestato per il complemento ECO nella fase di pianificazione del progetto (certificazione provvisoria). Si consiglia di utilizzare lo stesso strumento di verifica in tutte le fasi di pianificazione.

3.2 Metodo di rilevamento

Per il calcolo dell'energia grigia specifica si considerano gli elementi costruttivi dell'involucro (le dimensioni si possono ricavare dalla certificazione del sistema secondo la norma SIA 380/1), gli elementi costruttivi non riscaldati (interni/esterni al perimetro della coibentazione, come ad esempio i balconi), gli elementi interni, le installazioni tecniche e lo scavo.

Il rilevamento dettagliato si effettua per gruppi di elementi secondo eCCC-E. Per le parti interne, le installazioni tecniche e, in caso di una nuova costruzione, gli elementi costruttivi non riscaldati e lo scavo, esiste l'alternativa del rilevamento automatico delle dimensioni.

3.3 Nuova costruzione

Rilevamento dettagliato

Si considerano i seguenti gruppi di elementi secondo il Codice dei costi di costruzione Edilizia eCCC-E (estratto dal quaderno tecnico SIA 2032, punto 3.3.2).

Scavo:

- B06.01, B06.02 Scavo di materiale (senza differenziazione fra contaminato e non contaminato)
- [B06.04 Opere di sostegno della fossa di scavo \(paratie, palancole o targonate\)](#)
- [B07.02 Palificata](#)

Involucro (riscaldato e non riscaldato):

- C01 Platea, fondazione

- C02.01 (A) Parete grezza esterna (contro terra)
- C02.01 (B) Parete grezza esterna (fuori terra)
- C04.04 Struttura portante del tetto piano
- C04.05 Struttura portante del tetto a falda
- C04.08 Struttura portante del tetto a falda
- E01 Rivestimento della parete esterna contro terra
- E02 Rivestimento della parete esterna fuori terra (incl. rivestimento di sottoviste)
- E03 Infisso in facciata (finestre, porte, portoni, protezione solare)
- F01.01 Impermeabilizzazione di solette contro terra
- F01.02 Tetto piano
- F01.03 Tetto a falda

Elementi costruttivi interni:

- C02.02 Parete grezza interna
- C03 Pilastro
- C04.01 Soletta
- G01 Parete divisoria (incl. finestra interna, porta interna e portone interno)
- G02 Pavimento
- G03 Rivestimento di pareti
- G04 Rivestimento di soffitti

Installazioni tecniche:

- D01 Impianto elettrico (incl. impianti fotovoltaici)
- D05 Impianto di riscaldamento (incl. impianti solari e sonde geotermiche)
- D07 Impianto di ventilazione e di condizionamento dell'aria
- D08 Impianto idraulico

Al rilevamento degli elementi costruttivi si applicano i seguenti principi (da SIA 2032, punti 3.4.1 e 3.4.2):

- Le pareti esterne sono calcolate con misure esterne (vedi SIA 380).
- Le pareti interne sono calcolate con misure interne e senza deduzioni per i passaggi di tubi o condotti.
- Le solette sono calcolate senza deduzioni per i vani tecnici o le scale, le scale non vengono calcolate.
- I rivestimenti di pavimenti e soffitti sono calcolati nelle prime fasi di progettazione senza dedurre le superfici di costruzione.
- I seguenti servizi ed elementi non sono generalmente inclusi nei calcoli:
 - Trasporto di merci dal deposito di materiale al cantiere
 - Energia per l'utilizzo di macchinari, illuminazione, riscaldamento, asciugatura e pompaggio
 - Imballaggi e rifiuti di materiale da cantiere
 - Elementi lineari ai bordi degli elementi costruttivi, come grondaie, telai di finestre, ecc.

- I seguenti gruppi di elementi non vengono considerati poiché sono al di fuori del limite di bilancio oppure mancano i dati di base:
 - A Fondo
 - D02 Automazione edificio
 - D03 Impianto di sicurezza
 - D04 Impianto di protezione antincendio
 - D05 Impianto di raffrescamento
 - D12 Impianto di trasporto
 - H Impianti a uso specifico edificio
 - I Esterno edificio
 - J Arredo edificio
 - V Costi di progettazione
 - W Costi secondari
 - Y Riserva, rincaro
 - Z Imposta sul valore aggiunto

Ai fini della compatibilità con gli standard Minergie la superficie degli impianti fotovoltaici deve essere considerata in base al tasso di consumo proprio dell'impianto e alla sua quota di immissione in rete, calcolando la quota di superficie del consumo proprio al 100% e la quota di immissione in rete al 40%. Ad esempio, un impianto fotovoltaico di 100 m² con un tasso di consumo proprio del 50% va inserito nel calcolo solo con 70 m².

Rilevamento semplificato delle parti interne, degli elementi costruttivi non riscaldati, delle installazioni tecniche e dello scavo

L'involucro deve essere rilevato comunque nel dettaglio. Per ridurre al minimo l'onere per il rilevamento di parti interne, elementi costruttivi non riscaldati, installazioni tecniche e scavo viene offerto un rilevamento semplificato. Per le nuove costruzioni occorrono le informazioni seguenti.

Edificio:

- Altezza (lunghezza)
- Superficie di riferimento energetico (superficie)
- Superficie di piano (superficie)
- Numero di piani non riscaldati
- Numero di piani contro terra
- Superficie di piano sotto terra (superficie)
- Superficie di base dell'edificio (superficie)

Pareti interne (riscaldate):

- Tipo di pianta (scelta)
- Requisito di protezione antincendio (scelta)
- Tipo di struttura (scelta)

Controsoffitti (riscaldati)

- Requisito di protezione antincendio (scelta)
- Tipo di struttura (scelta)
- Spessore della soletta (scelta)
- Installazioni tecniche

Utilizzo (scelta):

- Sonda geotermica (scelta)
- Standard Minergie (scelta)
- Impianto fotovoltaico (superficie, [in proporzione secondo il tasso di consumo proprio](#))
- Collettori solari (superficie)

Sulla base dei suddetti dati, per mezzo di valori medi si calcola l'energia grigia di parti interne (pareti interne e controsoffitti riscaldati), elementi costruttivi non riscaldati, installazioni tecniche e scavo. La descrizione di valori medi e procedure di calcolo è riportata nella relazione finale su Minergie-ECO 2011 (disponibile presso l'Organismo di certificazione Minergie-ECO).

3.4 Ammodernamento

Per facilitare la certificazione per gli ammodernamenti di solito non è richiesto un calcolo dell'energia grigia, a condizione tuttavia che si rispettino alcuni principi. La verifica di tali principi si effettua in base al «Questionario ammodernamenti energia grigia/emissioni di gas serra» (download su <https://www.minergie.ch/it/certificare/eco/>). Se è possibile rispondere «Sì» a tutte le domande si può evitare il calcolo dell'energia grigia.

Il questionario è applicabile per gli edifici residenziali con una superficie di riferimento energetico inferiore a 5000 m² e per tutti gli altri tipi di edifici con una superficie di riferimento energetico inferiore a 2000 m². Per i restanti oggetti il calcolo va eseguito con la seguente procedura.

Rilevamento dettagliato

Si presuppone che venga mantenuta almeno la struttura portante dell'edificio. Nei seguenti casi vanno registrati gli elementi costruttivi.

- Applicazione di nuovi strati (ad es. coibentazione esterna e intonaco)
- Inserimento di materiale isolante (ad es. isolamento del tetto)
- Sostituzione di impianti tecnici (ad es. riscaldamento o impianti elettrici)

I piccoli lavori (ad es. tinteggiature) non rientrano nell'ammodernamento. Se vengono costruiti nuovi piani (ad es. realizzazione di un piano interrato o aggiunta di piani sopra terra), queste parti devono essere registrate separatamente come nuove costruzioni.

Rilevamento semplificato

Per il rilevamento semplificato di un ammodernamento si presuppone l'assenza di uno scavo. L'energia grigia delle parti interne viene assegnata alle stesse, supponendo che la maggior parte sia riscaldata.

Poiché il rilevamento dettagliato delle parti interne e delle installazioni tecniche può comportare un onere notevole, anche per l'ammodernamento si offre l'alternativa del rilevamento semplificato. A tale scopo occorrono le informazioni seguenti.

Edificio:

- Altezza (lunghezza)
- Superficie di riferimento energetico (superficie)

Ammodernamento:

- Intensità di intervento (scelta)

Pareti interne:

- Tipo di pianta (scelta)
- Tipo di costruzione: sostituzione (scelta)

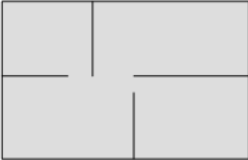
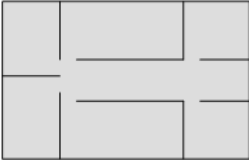
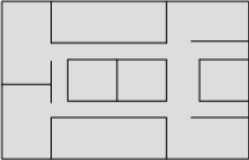
Installazioni tecniche:

- Utilizzo (scelta)
- Sonda geotermica (scelta)
- Standard Minergie (scelta)
- Impianto fotovoltaico (superficie, [in proporzione secondo il tasso di consumo proprio](#))
- Collettori solari (superficie)

Sulla base dei suddetti dati, per mezzo dei valori salvati, si calcola l'energia grigia per un ammodernamento. Questi valori medi sono descritti nella relazione finale su Minergie-ECO 2011 (disponibile presso l'Organismo di certificazione Minergie-ECO).

Tipi di pianta

Si può scegliere tra i tipi di pianta seguenti.

		
Grundriss Typ 1: Wenig Wände Räume: ca. 48 m ² $L_{SW} = 0.25 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	Grundriss Typ 2: Mittl. Anzahl Wände Räume: ca. 20 m ² $L_{SW} = 0.4 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	Grundriss Typ 3: Mele Wände Räume: ca. 12 m ² $L_{SW} = 0.5 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$

Livelli di entità di intervento

Nella pratica, la classificazione degli interventi di ammodernamento in base all'entità si dimostra difficile. Qui di seguito è illustrata la classificazione nelle categorie «intervento piccolo», «intervento medio» e «intervento grande». Le avvertenze riportate fungono da linea guida per gli interventi di ammodernamento. Non occorre calcolare né certificare una quota di ammodernamento.

Nella scelta dell'entità d'intervento si deve scegliere tra tre possibilità:

a) Intervento piccolo

- Da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne viene eliminato per inserire porte e/o finestre.
- Da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne viene chiuso con una semplice opera muraria (laterizi da 15 cm con intonaco).
- Intonacatura da 0 a 3% della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura di entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura della superficie totale del soffitto.

b) Intervento medio

- Circa il 5% della superficie totale delle pareti interne viene eliminato per inserire porte e/o finestre.
- Circa il 5% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti portanti) viene eliminato e assicurato con longheroni d'acciaio.
- Circa il 10% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti non portanti) viene eliminato e la metà viene montata altrove (tipo di costruzione: sostituzione, vedi rilevamento semplificato in alto).
- Circa il 5% della superficie totale delle pareti interne viene chiuso con una semplice opera muraria (laterizi da 15 cm con intonaco).
- Intonacatura di circa il 5% della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura di entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura della superficie totale del soffitto.

c) Intervento grande

- Circa il 10 % della superficie totale delle pareti interne viene eliminato per inserire porte e/o finestre.
- Circa il 10% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti portanti) viene eliminato e assicurato con longheroni d'acciaio.
- Circa il 30% della superficie totale delle pareti interne (solo pareti non portanti) viene eliminato e la metà viene montata altrove (tipo di costruzione: sostituzione, vedi rilevamento semplificato in alto).
- Circa il 10 % della superficie totale delle pareti interne viene chiuso con una semplice opera muraria (laterizi da 15 cm con intonaco).
- Intonacatura di circa il 5% della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura di entrambi i lati della superficie totale delle pareti interne.
- Pittura della superficie totale del soffitto.

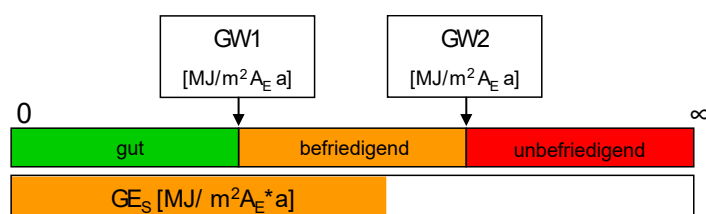
Attenzione! Queste entità di intervento valgono solo per l'ammodernamento di pareti interne. Se l'entità dell'intervento è maggiore di quanto illustrato oppure se vengono sostituiti o costruiti ex novo dei controsoffitti, occorre rilevare nel dettaglio gli elementi costruttivi.

4 Valori limite energia grigia

4.1 Valori limite energia grigia per il complemento ECO

I valori limite dell'energia grigia e delle emissioni grigie di gas serra si basano sui «Dati dell'ecobilancio nel settore della costruzione» (Raccomandazione KBOB 2009/1, [2022, versione 3](#)). Qualora non siano illustrate esplicitamente, gli eventuali discostamenti dai valori attuali fanno riferimento alla versione più aggiornata dei dati dei bilanci ecologici.

Nel [complemento ECO](#), per le nuove costruzioni e gli ammodernamenti sono stati definiti un valore limite superiore e uno inferiore, che vengono fissati di volta in volta per lo specifico oggetto. Il valore limite 1 (VL1) si colloca nel punto di passaggio da *buono* (verde) a *sufficiente* (arancione), il valore limite 2 (VL2) da *sufficiente* (arancione) a *insufficiente* (rosso).



Il valore limite 1 è stato [determinato attenendosi ai valori di riferimento del quaderno tecnico SIA 2040 «La via verso l'efficienza energetica»](#) e necessita di un concetto ottimale dell'edificio.

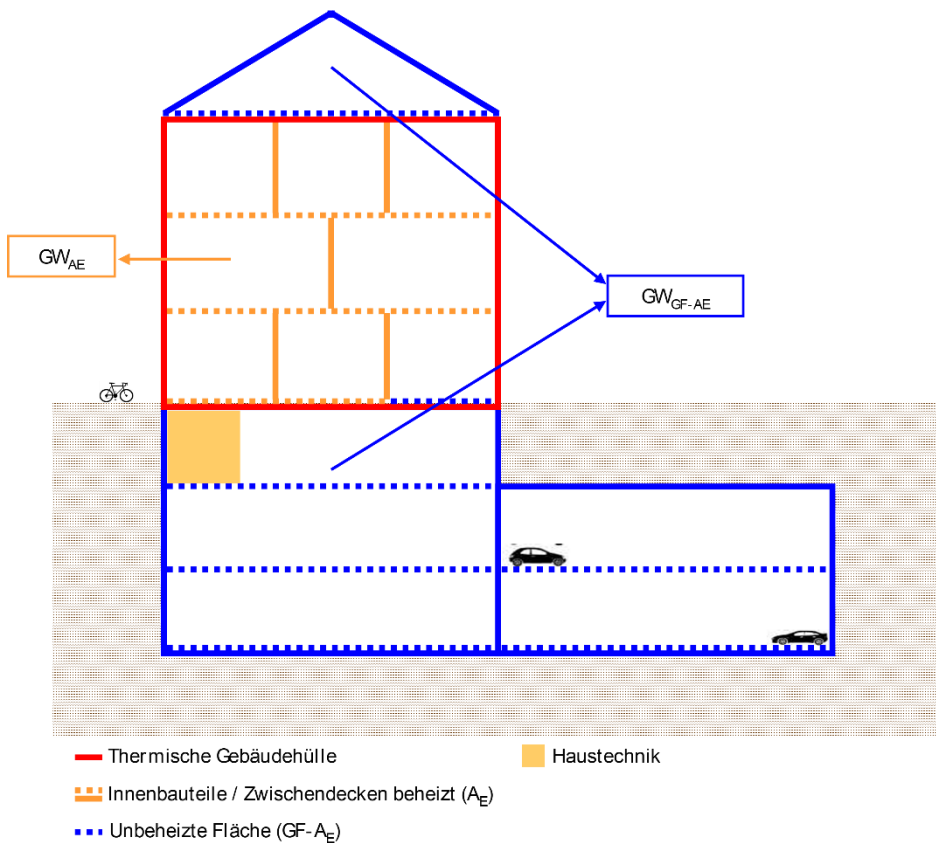
Per non penalizzare le nuove costruzioni che fanno un ampio uso di energie rinnovabili (ad es. il fotovoltaico) né premiare gli ammodernamenti con risanamenti parziali (ad es. la sola sostituzione delle finestre), si applicano i valori limite specifici dell'oggetto (VL1 e VL2). Per calcolarli, occorrono informazioni sull'edificio e sul suo equipaggiamento tecnico. L'unità di misura dei valori limite è kWh/m^2a .

4.2 Nuova costruzione

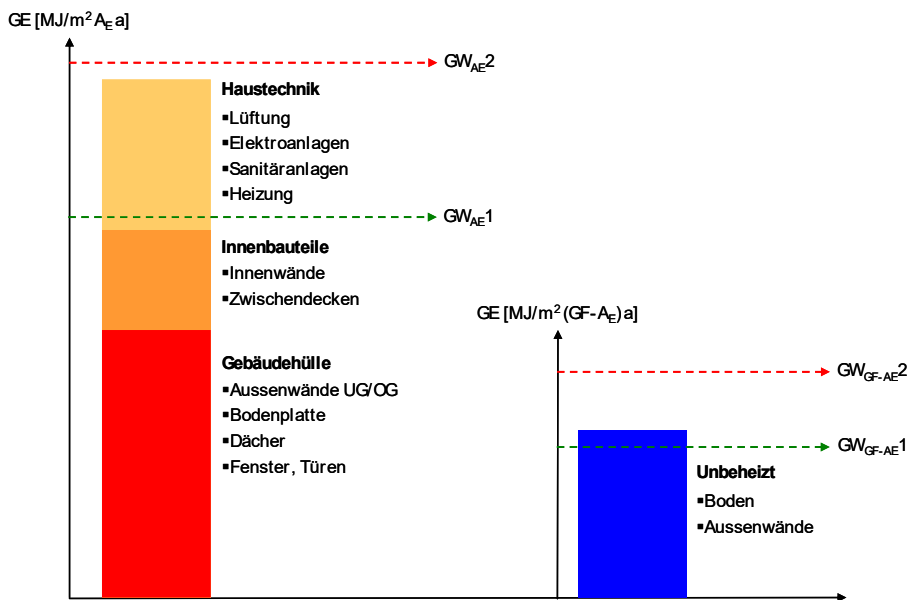
Per le nuove costruzioni occorre inserire i parametri seguenti:

- Principale destinazione d'uso dell'edificio (scelta)
- Superficie di riferimento energetico (superficie)
- Superficie di piano (superficie)
- Sonda geotermica (scelta)
- Impianto fotovoltaico (superficie, [in proporzione secondo il tasso di consumo proprio](#))
- Collettori solari (superficie)

Nella maggior parte dei casi l'edificio è composto da una parte riscaldata e da una non riscaldata. Ai fini dell'attestato energetico secondo Minergie (P/A) il dato di riferimento è la superficie di riferimento energetico. I valori limite di base per la parte riscaldata (VL_{AE}) sono stati determinati di conseguenza. Poiché anche la parte non riscaldata di un edificio (ad es. garage, cantina) deve essere inserita nel calcolo dell'energia grigia totale, sono stati inoltre determinati i valori limite di base per la superficie non riscaldata (VL_{GF-AE}), che confluiscono nel calcolo dei valori limite.



Lo schema seguente mostra come è composto il valore limite di base per la superficie riscaldata (rosso) e per la superficie non riscaldata (blu).



I valori limite di base per le superfici riscaldate e non riscaldate sono stati dedotti dai valori di riferimento del quaderno tecnico 2040 «La via verso l'efficienza energetica» e verificati per mezzo di casi esemplari. La seguente tabella sintetizza i valori.

Utilizzo	Valore limite VL_{PEAE1} [kWh/m ² *a]	Valore limite VL_{PEAE2} [kWh/m ² *a]	$VL_{PE(GF-AE)1}$ [kWh/m ² *a]	$VL_{PE(GF-AE)2}$ [kWh/m ² *a]
Riferimento	per superficie di riferimento energetico A_E		per superficie non riscaldata (GF-AE)	
Abitazioni plurifamiliari	28	35	8.3	13.3
Abitazioni monofamiliari	28	37		
Uffici	28	39		
Scuole	28	39		
Negozi	39	57		
Ristoranti	28	44		
Locali pubblici	39	50		
Ospedali	39	56		
Industrie	39	50		
Impianti sportivi	39	50		

I valori per le emissioni grigie di gas serra sono stati stabiliti come segue:

Utilizzo	Valore limite VL_{THAE1} [kg CO _{2eq} /m ² *a]	Valore limite VL_{THAE2} [kg CO _{2eq} /m ² *a]	$VL_{TH(GF-AE)1}$ [kg CO _{2eq} /m ² *a]	$VL_{TH(GF-AE)2}$ [kg CO _{2eq} /m ² *a]
Riferimento	per superficie di riferimento energetico A_E		per superficie non riscaldata (GF-AE)	
Abitazioni plurifamiliari	8.0	10.0	2.8	4.5
Abitazioni monofamiliari	8.0	10.5		
Uffici	8.0	11.0		
Scuole	8.0	11.0		
Negozi	11.0	16.0		
Ristoranti	8.0	13.0		
Locali pubblici	11.0	14.0		
Ospedali	11.0	16.0		
Industrie	11.0	14.0		
Impianti sportivi	11.0	14.0		

Per le installazioni tecniche sono stati adottati i seguenti valori limite di base (i valori limite di base 1 e 2 sono identici):

Utilizzo	Impianto FV ¹	Collettori solari termici ²	Sonde geotermiche ³
Riferimento	per superficie elemento costruttivo ⁴		per SRE (A _E)
Tutti gli utilizzi	25.5 kWh/m ² *a	22.2 kWh/m ² *a	1.4 kWh/m ² *a
	7.1 kg CO ₂ /m ² *a	5.6 kg CO ₂ /m ² *a	0.3 kg CO ₂ /m ² *a

Dai valori limite di base e dalle relative superfici (riscaldate e non), nonché dai dati delle installazioni tecniche presenti si ricavano i valori limite inferiore e superiore VL1 e VL2 in kWh/m²a specifici dell'oggetto. Quindi tali valori limite vengono messi in relazione con l'energia grigia o le emissioni grigie di gas serra specifiche di una nuova costruzione, ottenendo il grado di adempimento per l'energia grigia o le emissioni grigie di gas serra dell'oggetto specifico.

4.3 Ammodernamento

In caso di ammodernamento occorre inserire parametri diversi rispetto alle nuove costruzioni. Si presuppone di poter sostituire o integrare i seguenti elementi costruttivi: pareti esterne sopra terra, tetti, platea di fondazione, finestre/porte esterne, impianto fotovoltaico, collettori solari termici, sonde geotermiche, impianto sanitario, elettrico, di ventilazione, di produzione e distribuzione di calore ed elementi costruttivi interni. Per ciascuno di questi elementi, se è stato sottoposto a interventi, si definiscono i valori limite di base. Insieme ai dati seguenti vengono calcolati i valori limite specifici dell'oggetto.

- Principale destinazione d'uso dell'edificio (scelta)
- Standard Minergie (scelta)
- Superficie di riferimento energetico (superficie)
- Superficie delle pareti esterne di piano terra e piano superiore (superficie)
- Superficie dei tetti (superficie)
- Superficie della platea di fondazione (superficie)
- Superficie di finestre, porte esterne e portoni (superficie)
- Sonda geotermica (scelta)
- Impianto fotovoltaico (superficie, in proporzione secondo il tasso di consumo proprio)
- Collettori solari termici (superficie)
- Sostituzione dell'impianto di ventilazione e condizionamento dell'aria (scelta)
- Sostituzione degli impianti sanitari (scelta)
- Sostituzione degli impianti elettrici (scelta)

¹ La base è rappresentata dal set di dati 34.024 «Impianto di elettricità solare» dei [dati dell'ecobilancio della KBOB, 2022, versione 3](#). Si presuppone una resa di 200 W_p/m².

² La base è rappresentata dal set di dati 31.009 «Collettore piano per produzione di acqua calda sanitaria per case plurifamiliari» dei [dati dell'ecobilancio della KBOB, 2022, versione 3](#).

³ La base è rappresentata dal set di dati 31.016 «Sonde geotermiche per pompa di calore geotermica/acqua» dei [dati dell'ecobilancio della KBOB, 2022, versione 3](#). Si presuppone una resa di 36 W/m, una potenza termica di 20 W/m² SRE e un coefficiente di prestazione stagionale della pompa di calore di 4. [Per tutti gli standard di Minergie si usa lo stesso valore.](#)

⁴ Il calcolo proporzionale della superficie degli impianti FV è descritto al capitolo 3.3.

- Sostituzione dell'impianto di produzione di calore (scelta)
- Sostituzione dell'impianto di distribuzione del calore (scelta)
- Risanamento degli elementi costruttivi interni (scelta)

Per l'involucro (per m² di superficie dell'elemento) e per il resto (per m² di superficie di riferimento energetico) i dati di base per la determinazione dei valori limite di base si ricavano dai dati dell'ecobilancio della KBOB. Le tabelle seguenti illustrano i valori limite di base dei singoli elementi costruttivi in funzione della relativa presenza, della superficie o della superficie di riferimento energetico.

Attenzione! Per gli standard Minergie P e A, i valori limite di base riportati in basso devono essere moltiplicati per il fattore 1.2, per tener conto del maggiore impiego di materiale occorrente per un migliore isolamento termico.

Utilizzo	Pareti esterne sopra terra [kWh/m ² a]		Tetti [kWh/m ² a]		Platea di fondazione [kWh/m ² a]		Finestre/ porte esterne [kWh/m ² a]		Elementi interni [kWh/m ² a]	
	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2
Riferimento	per superficie elemento costruttivo								per SRE (A _E)	
	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2
Abitazioni plurifamiliari	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Abitazioni monofamiliari	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Uffici	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Scuole	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Negozi	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Ristoranti	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Locali pubblici	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Ospedali	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Industrie	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Impianti sportivi	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8

I relativi valori limite di base per le emissioni grigie di gas serra si possono ricavare dalla tabella seguente.

Utilizzo	Pareti esterne sopra terra [kg CO ₂ /m ² a]		Tetti [kg CO ₂ /m ² a]		Platea di fondazione [kg CO ₂ /m ² a]		Finestre/porte esterne [kg CO ₂ /m ² a]		Elementi interni [kg CO ₂ /m ² a]	
	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2	VL1	VL2
Riferimento	per superficie elemento costruttivo								per SRE (A _E)	
Abitazioni plurifamiliari	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Abitazioni monofamiliari	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Uffici	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Scuole	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Negozi	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Ristoranti	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Locali pubblici	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Ospedali	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Industrie	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Impianti sportivi	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78

I valori limite di base per le installazioni tecniche sono analoghi a quelli delle nuove costruzioni.

Utilizzo	Impianto FV	Collettori solari termici	Sonde geotermiche
Riferimento	per superficie elemento costruttivo ⁵		per SRE (A _E)
Tutti gli utilizzi	25.5 kWh/m ² *a	22.2 kWh/m ² *a	1.4 kWh/m ² *a
	7.1 kg CO ₂ /m ² *a	5.6 kg CO ₂ /m ² *a	0.3 kg CO ₂ /m ² *a

⁵ Il calcolo proporzionale della superficie degli impianti FV è descritto al capitolo 3.3.

Per l'ammodernamento delle installazioni tecniche si impiegano i valori limite di base seguenti.

Utilizzo	Ventilazione [kWh/m ² a]	Impianto sanitario [kWh/m ² a]	Impianto elettrico [kWh/m ² a]	Produzione di calore [kWh/m ² a]	Distribuzione di calore [kWh/m ² a]	Emissione di calore [kWh/m ² a]
Riferimento	per superficie di riferimento energetico A _E					
	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2
Abitazioni plurifamiliari	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Abitazioni monofamiliari	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Uffici	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Scuole	3.9	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Negozi	6.5	1.6	2.9	0.2	1.1	0.8
Ristoranti	8.6	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Locali pubblici	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Ospedali	5.2	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
Industrie	6.5	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
Impianti sportivi	6.5	1.6	2.9	0.2	1.1	0.8

I relativi valori limite di base per le emissioni grigie di gas serra si possono ricavare dalla tabella seguente.

Utilizzo	Ventilazione [kg CO ₂ /m ² a]	Impianto sanitario [kg CO ₂ /m ² a]	Impianto elettrico [kg CO ₂ /m ² a]	Produzione di calore [kg CO ₂ /m ² a]	Distribuzione di calore [kg CO ₂ /m ² a]	Emissione di calore [kg CO ₂ /m ² a]
Riferimento	per superficie di riferimento energetico A _E					
	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2	VL1=VL2
Abitazioni plurifamiliari	0.41	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Abitazioni monofamiliari	0.41	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Uffici	0.90	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Scuole	0.90	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Negozi	1.50	0.38	0.64	0.04	0.25	0.18
Ristoranti	1.98	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Locali pubblici	0.90	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Ospedali	1.20	0.38	0.86	0.04	0.25	0.18
Industrie	1.50	0.38	0.86	0.04	0.25	0.18
Impianti sportivi	1.50	0.38	0.64	0.04	0.25	0.18

Il valore limite inferiore (VL1) e il valore limite superiore (VL2) si calcolano analogamente a quanto si fa per le nuove costruzioni, ricavandoli dalle superfici degli elementi costruttivi risanati e dai relativi valori limite di base delle installazioni tecniche presenti (incl. superficie per impianto FV e collettori solari) e degli elementi interni. Successivamente, tali valori vengono riferiti alla superficie di riferimento energetico, da cui si ottengono i valori limite specifici dell'oggetto per un ammodernamento.

5 Bibliografia / Corsi

- Quaderno tecnico SIA 2032:2020 «Energia grigia – Bilancio ecologico per la costruzione di edifici». Disponibile su: <https://shop.sia.ch/>
- Corsi Minergie-ECO: <https://www.minergie.ch/it/corsi/offerte-corsi/>
- Formazione ecobau: <https://www.ecobau.ch/de/lehrgang>