

MINERGIE

Maggiore qualità di vita, minore consumo d'energia
Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch



MINERGIE® AG-001



MINERGIE® SZ-009



MINERGIE® ZH-024



MINERGIE® BE-102



MINERGIE® SO-035



MINERGIE® BE-069

MINERGIE® ZH-064



MINERGIE® GR-007



MINERGIE® ZH-243



L'abitazione MINERGIE®

Rudolf Fraefel

Manuale di aiuto
alla progettazione



svizzera **energia**
partner

MINERGIE® significa migliore comfort e conservazione del valore tramite l'uso razionale dell'energia.

Basso consumo d'energia, un'elevata parte di energia rinnovabile e di conseguenza una minima parte di energia non rinnovabile, costituiscono la base per realizzare edifici allo stesso tempo sostenibili, competitivi e economici. Per le categorie più importanti vengono perciò definiti i rispettivi standard.

Indice



MINERGIE® OW-002



MINERGIE® AG-062



MINERGIE® ZH-095



MINERGIE® AG-003
MINERGIE® AG-004

0. Definizioni		2
1. Reale – nominale		
1.1	Oggetto	4
1.2	Standard di riferimento	4
1.3	Reale – nominale	4
2. Provvedimenti		
2.1 Provvedimenti architettonici		5
2.1.1	Forma dell'edificio	5
2.1.2	Orientamento dell'edificio	5
2.1.3	Finestre	5
2.1.4	Ombreggiamento	6
2.1.5	Orientamento delle finestre	6
2.1.6	Irraggiamento	6
2.1.7	Finestratura	7
2.1.8	Telai	7
2.1.9	Surriscaldamento	7
2.2 Provvedimenti costruttivi		9
2.2.1	Isolamento termico	9
2.2.2	Vetri isolanti	9
2.2.3	Percentuale di telaio delle finestre	9
2.3 Provvedimenti sull'impiantistica		10
2.3.1	Aria fresca	10
2.3.2	Riscaldamento	11
2.3.3	Distribuzione del calore	11
2.3.4	Energia solare	11
2.3.5	Uso passivo dell'energia solare	12
2.3.6	Uso attivo dell'energia solare	12
2.3.7	Riscaldamento a legna	12
2.3.8	La pompa di calore	13
2.3.9	Caldaia a gas o a nafta	14
2.3.10	Unità forza-calore	14
2.3.11	Fotovoltaico	15
2.3.12	Acqua calda	15
3. Concetti per i nuovi edifici		16
3.1	Edificio di riferimento	16
3.2	Singoli provvedimenti	16
3.3	Pacchetti di misure	17
3.4	Provvedimenti architettonici	17
3.5	Provvedimenti costruttivi	17
3.6	Provvedimenti sugli impianti	17
3.7	Concetti	18
4. Concetti di risanamento		19
4.1	Edificio di riferimento	19
4.2	Provvedimenti	19
4.3	Balconi	20
4.4	Finestre	20
4.5	Tubazioni del riscaldamento	20
4.6	Singoli provvedimenti	20
4.7	Pacchetti di misure	21
4.8	Provvedimenti architettonici	21
4.9	Provvedimenti tecnici	21
4.10	Provvedimenti di impiantistica	21
4.11	Concetti	21
5. Costi		22
5.1	Costi di esercizio	22
5.2	Costi di investimento	22
5.3	Durata di vita	22
	Bibliografia	24
	Impressum	24

o. Definizioni

Standard MINERGIE®

Standard MINERGIE® è uno standard di qualità protetto a norma di legge. Il marchio MINERGIE® viene conferito agli edifici, le costruzioni e gli elementi costruttivi di cui è stato verificato il rispetto dei valori limite MINERGIE®.

Abitazioni MINERGIE®

Rientrano nella definizione di abitazione MINERGIE® le case che rispondono ai moderni e più elevati requisiti tecnici e costruttivi dai seguenti punti di vista:

1. comfort
2. salubrità
3. inquinamento
4. consumo energetico
5. rendimento

Il metro di misura MINERGIE®

L'esperienza dimostra che sussiste un collegamento stretto tra un elevato standard in termini di comfort, salubrità, assenza di inquinanti e un ridotto consumo energetico. Il consumo energetico è pertanto un metro di misura idoneo ai fini di una valutazione che tenga conto anche degli altri criteri. Sulla base di questa logica, i requisiti per gli edifici MINERGIE® vengono definiti principalmente come valori limite energetici.

Questa semplificazione nasconde un'insidia: qualcuno potrebbe pensare di poter soddisfare lo standard MINERGIE® con un edificio qualitativamente inadeguato ricorrendo a costose installazioni. Partendo da una simile idea si creano però situazioni poco salubri o confortevoli (p.es. pareti esterne fredde, correnti d'aria, ecc.) del tutto incompatibili con il concetto base di MINERGIE®. Per questo motivo lo standard MINERGIE® definisce, oltre ai valori limite da rispettare, anche i requisiti primari per l'involucro.



MINERGIE® ZG-018

Indici energetici ponderati

Gli indici energetici delle abitazioni MINERGIE® sono calcolati facendo riferimento alla raccomandazione SIA 180/4. In tre punti viene tuttavia tenuto conto delle proprietà specifiche dei singoli vettori energetici:

– Nel calcolo viene inclusa esclusivamente l'energia pregiata apportata artificialmente (tramite combustibile, elettricità, riscaldamento a distanza). Sono escluse dal calcolo le fonti energetiche a bassa concentrazione disponibili nell'immobile o nelle sue vicinanze (energia geotermica, irraggiamento solare, calore residuo).

– Al consumo di corrente per il riscaldamento, l'aerazione e la climatizzazione viene attribuito un valore doppio ai fini della ponderazione in considerazione della valenza superiore dell'energia elettrica.

– I vantaggi economici ed ecologici della legna quale combustibile trovano una corrispondenza adeguata nel calcolo laddove il consumo della legna è calcolato con una ponderazione di appena il 60%.

Gli indici energetici calcolati sulla base di questi criteri di ponderazione sono contraddistinti dal segno E* (indice energetico ponderato) e definiti come segue:

*E_h = indice energetico ponderato per il riscaldamento ambiente, l'aerazione e la climatizzazione

*E_{ww} = indice energetico ponderato per la produzione di acqua calda

*E_w = indice energetico ponderato per il calore = *E_h + *E_{ww}

L'unità di misura può essere espressa sia in kWh/m² che in MJ/m².

Rappresentazione grafica

Nel presente prospetto le unità di misura sono indicate con i seguenti caratteri:

kWh/m²: normale

MJ/m²: *italico*

La conversione può comportare un errore di arrotondamento pari a ±1 kWh/m².

Valori limite MINERGIE®

Le abitazioni MINERGIE® non possono superare i seguenti valori limite:

Nuovi edifici	*E_w ≤ 42 kWh/m²	pari a ≤ 151 MJ/m²
Ristrutturazioni	*E_w ≤ 80 kWh/m²	pari a ≤ 288 MJ/m²

Il valore limite per gli edificati ristrutturati si applica alle costruzioni anteriori al 1990.

Il requisito primario MINERGIE®

Il requisito primario viene definito con l'ausilio del fabbisogno termico per il riscaldamento. Il calcolo di tale fabbisogno termico Q_h secondo la norma SIA 380/1 è alquanto complesso. Considerato che tale calcolo è comunque indispensabile ai fini della verifica della coibentazione termica a norma di legge, la verifica MINERGIE® non comporta in realtà alcuno sforzo aggiuntivo.

Gli edifici MINERGIE® devono soddisfare i seguenti requisiti::

Nuovi edifici $Q_h \leq 80\%$ del valore limite $Q_{h,lim}$, per nuove costruzioni secondo SIA 380/1

Ristrutturazioni $Q_h \leq 120\%$ del valore limite $Q_{h,lim}$, per nuove costruzioni secondo SIA 380/1

Il sistema di aerazione MINERGIE®

La tecnologia moderna consente oggi di realizzare edifici con involucri ermetici all'aria. Occorre adottare pertanto degli accorgimenti specifici al fine di garantire un apporto adeguato di aria fresca, nonché la fuoriuscita di inquinanti e del vapore acqueo. L'aerazione volontaria (manuale) tramite l'apertura delle finestre non è di per sé sufficiente.

Negli edifici MINERGIE® il ricambio necessario dell'aria deve essere garantito da dispositivi meccanici.

Costi aggiuntivi MINERGIE®

Alcuni ritengono che la tecnica costruttiva MINERGIE® sia complessa e costosa. Tale preconcetto viene confutato immediatamente dal seguente requisito MINERGIE®:

L'abitazione MINERGIE® può avere un costo solo fino al 10% superiore a quello di un edificio tradizionale equivalente.

L'incidenza della tecnica costruttiva MINERGIE® sui costi di costruzione e di esercizio è illustrata al capitolo 5.

Modulo MINERGIE®

La qualità di un'abitazione dipende dalla qualità dei singoli elementi e sistemi che la compongono. Per gli elementi costruttivi e le parti di sistema più importanti, l'associazione MINERGIE® ha definito i cosiddetti «moduli». Tra i moduli dell'edificio si annoverano ad esempio le pareti e le coperture, nonché i sistemi delle finestre. L'utilizzo dei moduli MINERGIE® è particolarmente indicato per l'ottimizzazione delle opere di ristrutturazione, realizzate spesso per fasi. In tali casi, i moduli facilitano il conseguimento dello standard MINERGIE®.

Lo standard MINERGIE®-P

A partire dal 2002 è stato aggiunto anche uno standard MINERGIE®-P sulla falsariga dello standard tedesco «Passivhaus» che impone requisiti ai limiti delle possibilità tecniche odierne. Questo standard è destinato a costruttori e progettisti che si considerano pionieri ecologici e tecnici disposti a varcare le frontiere odierne dell'edilizia proponendo soluzioni innovative. Lo si potrebbe quasi definire uno standard per piloti di Formula 1, mentre il normale standard MINERGIE® è dedicato piuttosto ai «guidatori di tutti i giorni».

Lo standard MINERGIE®-P fissa essenzialmente i seguenti limiti:

Potenza termica massima-MP	$\leq 10 \text{ W/m}^2$
Fabbisogno termico per risc.-MP	$\leq 20\%$ del valore limite di SIA 380/1
Indice energetico termico ponderato	$*E_w \leq 30 \text{ kWh/m}^2$
Ermeticità	$n_{150} \leq 0.6/h$
Elettrodomestici	Classe A o A+

Lo standard MINERGIE®-P è illustrato in un opuscolo separato (www.minergie.ch).



MINERGIE® SG-162



MINERGIE® AG-001-P

1. Reale – nominale

1.1 Oggetto

Il presente manuale affronta due argomenti specifici:

- le abitazioni
- l'energia utilizzata per il riscaldamento

Dove opportuno, viene fatta una distinzione tra le abitazioni mono- e plurifamiliari. Il manuale non tratta nello specifico gli edifici adibiti ad altri scopi (uffici amministrativi, scuole, ecc.).

AM = abitazione monofamiliare

AP = abitazione plurifamiliare

1.2 Standard di riferimento (la «casa normale»)

Qualsiasi paragone e provvedimento deve essere effettuato in rapporto ad uno standard di riferimento, definito in conformità alle disposizioni di legge (cfr. la tabella).

Calcoli e confronti partono tutti dal presupposto che l'utilizzatore si attenga ad un comportamento razionale. Può tuttavia capitare che l'inquilino dell'alloggio vanifichi tutti i nostri sforzi di ottimizzazione con un paio di finestre dimenticate aperte.

– L'istruzione e la sensibilizzazione degli inquilini sarà sempre la misura più efficace ed economica!

1.3 Reale – nominale

Il confronto tra lo standard di riferimento e lo standard MINERGIE® dimostra che sussistono carenze gravi:

– Per conformarsi agli standard MINERGIE® occorre più che dimezzare i consumi per la produzione di calore!

Percentuale di consumo da ottimizzare: **circa –55%**

Questo manuale risponde alla domanda:

Quali sono i metodi più efficaci ed economici per passare da una casa «normale» ad un'abitazione MINERGIE®?

Caratteristiche principali dello standard di riferimento

Definizione della tecnica costruttiva corrente come base di paragone

Architettura

Forma dell'edificio (A/SRE)	AM = 2.00	AP = 1.5
Finestratura	15% della superficie di riferimento energetico	
Percentuale dei telai	30% della finestratura	
Orientamento finestre	40% S, 50% E + W, 10% N	
Ombreggiamento delle finestre a sud	AM = 25%	AP = 50%

Involucro

	Isolamento	U (W/m²K)
Solaio di copertura della cantina	8 cm	0.4
Muratura esterna	12 cm	0.3
Coperture	15 cm	0.3
Telai finestre (con bordo vetro)	legno 6 cm	2.6
Vetri finestre	isolanti	1.3 (g = 65%)

Impiantistica

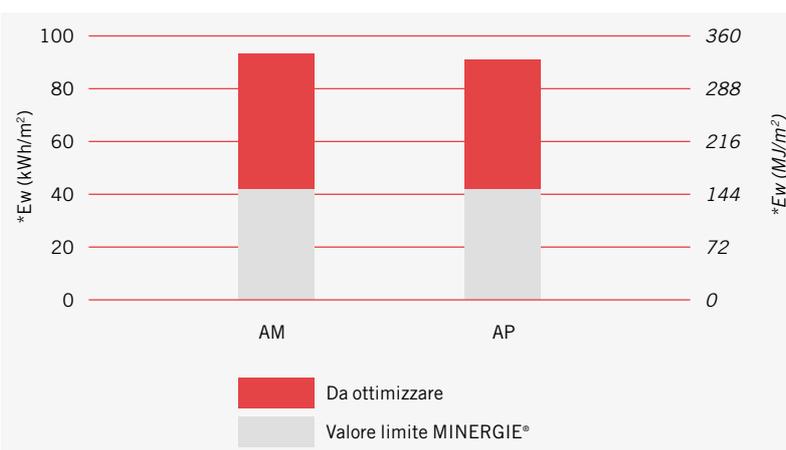
Aerazione	Finestre
Riscaldamento	Caldaia a gas o nafta
Distribuzione del calore	Riscaldamento a pavimento o con termosifoni
Acqua calda	Gas o nafta

Fabbisogno energetico

	AM		AP	
secondo SIA 380/1				
Fabbisogno termico per riscaldamento Q_h	62	224	59	213
Acqua calda Q_{ww}	14	50	21	75
Corrente domestica Q_E	22	80	28	100

Indici energetici

	AM		AP	
Riscaldamento E_h	73	264	70	251
Acqua calda E_{ww}	16	59	25	89
Calore E_{nww}	90	323	95	340



2. Provvedimenti

Categorie di provvedimenti

Categorie di provvedimenti	Margine di ottimizzazione aggregato	Investimento aggiuntivo
2.1 Architettura	fino al 50%	risparmio!
2.2 Tecnica di costruzione	fino al 35%	minimo
2.3 Impiantistica	fino al 80%	medio
2.4 Utenti	± 50%	nullo

2.1 Provvedimenti architettonici

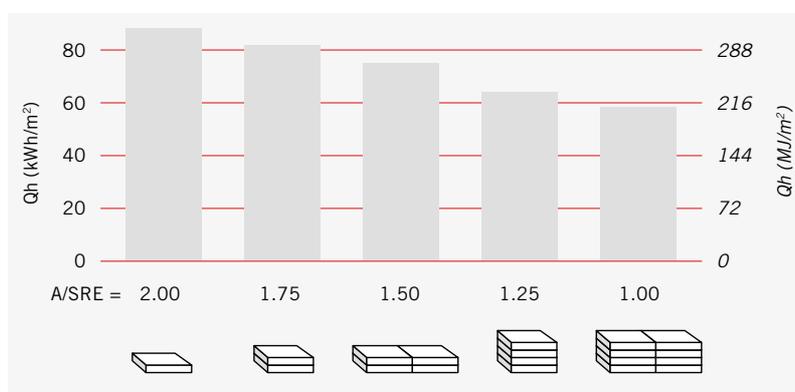
2.1.1 Forma dell'edificio

Ovviamente, una superficie più ampia corrisponde a maggiori perdite di calore.

- La forma dell'edificio influisce in maniera significativa sulle perdite termiche.
- Un rapporto ridotto tra superfici dell'involucro e quella dei piani consente un risparmio di energia e denaro

Percentuale ottimizzabile: fino al **40%**

Costi: **risparmio!**



2.1.2 Orientamento dell'edificio

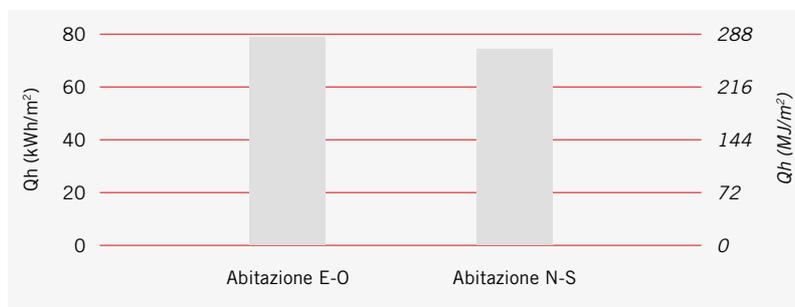
Esempi di abitazioni plurifamiliari con orientamenti diversi. E-O corrisponde alla classica disposizione Est-Ovest (zona notte a est, zona giorno a ovest); N-S è il medesimo appartamento con orientamento Nord-Sud.

- L'appartamento N-S consente un lieve risparmio energetico rispetto a quello orientato sull'asse est-ovest.

Tale vantaggio è garantito soltanto se le finestre a sud non sono ombreggiate, p.es. da balconi, tettoie, ecc. (cfr. 2.1.4.).

Percentuale ottimizzabile: circa **5%**

Costi aggiuntivi: **nessuno**



2.1.3 Finestre

Gli effetti delle finestre sul bilancio termico della casa sono complessi. Ogni variabile non si limita ad influire sul comfort del locale e il fabbisogno termico per il riscaldamento, ma ha ripercussioni anche sugli altri elementi dell'edificio. Di seguito sono illustrate le interazioni più importanti.

2.1.4 Ombreggiamento

L'ombreggiamento esterno (monti, alberi, edifici adiacenti) è difficilmente modificabile. Ma l'ombreggiamento endogeno di balconi, tettoie e simili è molto più importante. Il motivo: il maggiore apporto solare è fornito nelle ore più calde, quando il sole è relativamente alto nel cielo.

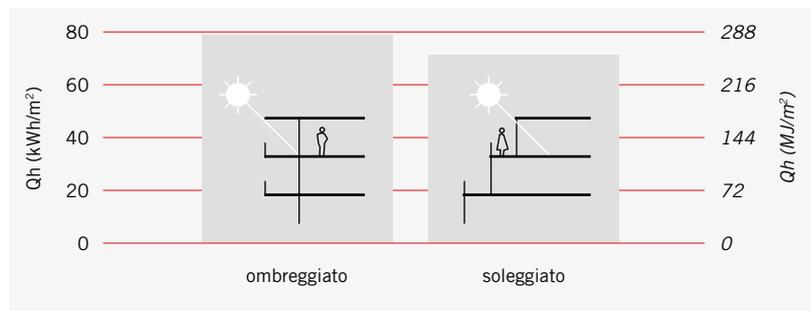
– **La presenza di balconi e tettoie sopra le finestre a sud incrementa di molto il fabbisogno termico per il riscaldamento.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **10%**

Costi aggiuntivi: **nessuno**

Esempio:

Architettura compatta dell'edificio e ampie vetrate orientate a sud. Lo spazio coperto per sedere all'esterno non è posto davanti alle finestre meridionali, bensì di lato, al fine di impedirne l'ombreggiamento. La presenza di tende da sole avvolgibili consente di ovviare al problema del surriscaldamento estivo.



MINERGIE® GR-001

2.1.5 Orientamento delle finestre

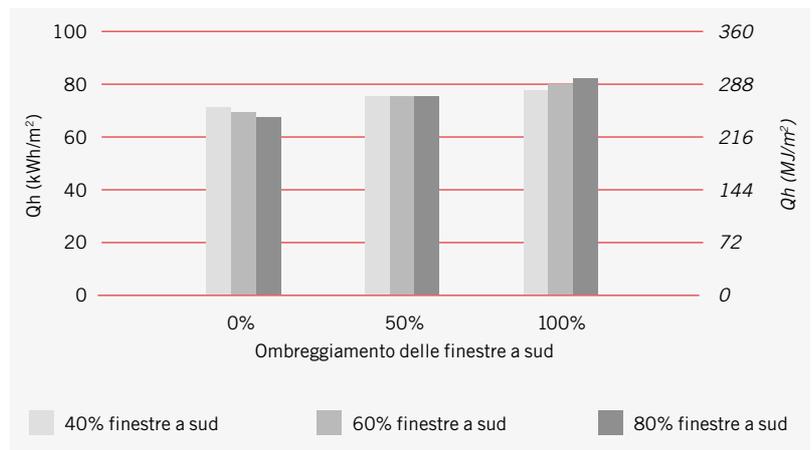
Incidenza dell'orientamento sul fabbisogno termico per il riscaldamento:

– **Il principio di massima «più finestre a sud e meno a nord» è valido solo se le finestre a sud non sono ombreggiate da balconi e simili.**

– **In presenza di ombreggiamento, le finestre con orientamento est-ovest sono migliori di quelle rivolte a sud.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **10%**

Costi aggiuntivi: **nessuno**



2.1.6 Irraggiamento

Il grafico illustra la correlazione esistente tra l'irraggiamento, tipo di vetro e il fabbisogno termico per il riscaldamento in un edificio con una finestratura media.

– **Il valore migliore in assoluto si riscontra con la finestra sud ben soleggiata, anche con normali vetri isolanti economici.**

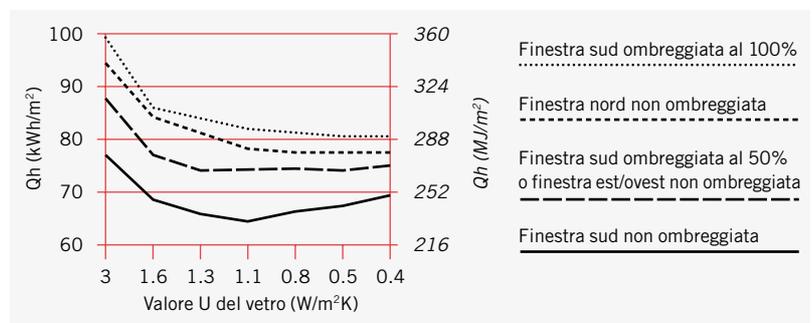
– **Un irraggiamento minore rende necessaria l'installazione di vetri più isolanti.**

– **Anche i vetri di qualità superiore non riescono a compensare un irraggiamento inadeguato.**

– **Le finestre a sud che sono ombreggiate al 100% (p.es. con balconi che occupano l'intera facciata) hanno un rendimento addirittura peggiore delle finestre a nord.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **15%**

Costi: **risparmio!**



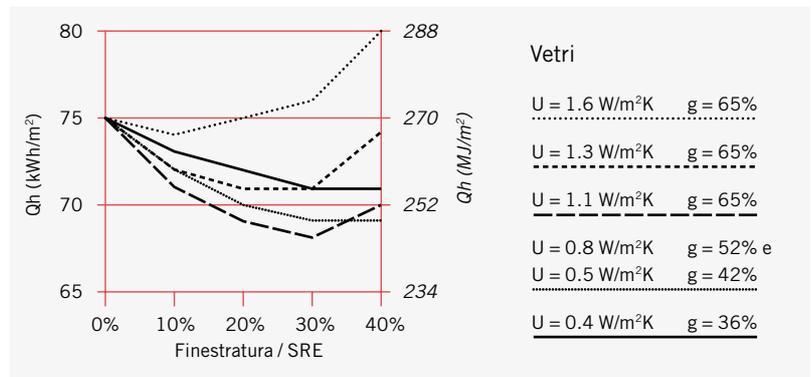
2.1.7 Finestratura

Correlazione tra la finestratura e il fabbisogno termico in funzione delle tipologie di vetri in commercio (superficie delle finestre in % sulla superficie di riferimento energetico). Nell'edilizia civile i valori oscillano tra il 10% e il 30%.

- Ad un aumento della finestratura incrementa l'importanza del valore U e diminuisce quella del valore g. Motivo: ampie finestre a sud garantiscono un apporto termico adeguato anche con un valore g ridotto.
- Da un punto di vista energetico, le finestrature superiori al 30% della SRE non sono utili, poiché l'apporto termico non può essere sfruttato appieno.

Percentuale ottimizzabile: **alcuni punti percentuali**

Costi aggiuntivi: **minimi**



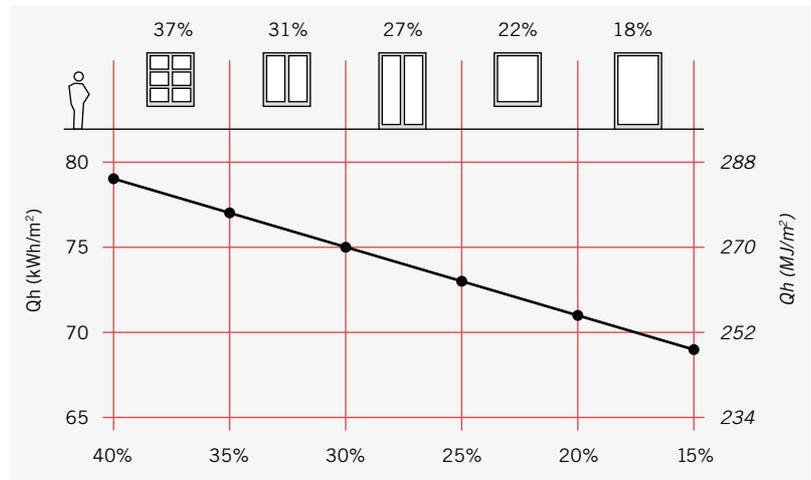
2.1.8 Telaio

L'intelaiatura delle finestre è la parte a maggiore dispersione dell'intero involucro. E' importante che la percentuale di telaio sia ridotta al minimo. Nell'edilizia civile, i telai occupano tra il 15% e il 40% dell'involucro.

- La riduzione della parte di telaio consente di incrementare il comfort, di ridurre il fabbisogno termico per il riscaldamento e di risparmiare sui costi di costruzione.

Percentuale ottimizzabile: fino al **15%**

Costi: **risparmio!**



2.1.9 Surriscaldamento

L'impiego passivo diretto dell'irraggiamento solare che passa attraverso le finestre rientra tra le misure più efficaci (v. anche 2.3.5).

- Gli ambienti con grandi finestre sono luminosi ed accoglienti.
- Nei mesi freddi si consuma meno energia per il riscaldamento.
- Il periodo di riscaldamento è più breve.

Tuttavia è indispensabile che gli apporti dell'irraggiamento siano effettivamente sfruttati. Specialmente in primavera e in estate, quando l'irraggiamento solare è più forte e la dispersione è limitata, può capitare che gli ambienti si surriscaldano. A quel punto gli abitanti sono costretti ad abbassare le tende o aprire le finestre, sprecando così l'apporto termico ottenuto. E' possibile ovviare a questo inconveniente con alcuni accorgimenti (cfr. provvedimenti).

Percentuale ottimizzabile: fino al **15%**

Costi aggiuntivi: **nessuno**

Provvedimenti contro il surriscaldamento degli ambienti

- Prevedere materiali costruttivi adeguati per i locali soleggiati al fine di assicurare l'accumulo del calore solare (particolarmente importante nel caso di strutture leggere).
- Negli ambienti soleggiati impiegare solo rivestimenti permeabili al calore (escludere la moquette e altri strati di copertura su pareti e soffitto) al fine di consentire al calore di penetrare senza ostacoli nell'edificio.
- Privilegiare le pavimentazioni chiare. I rivestimenti scuri si surriscaldano nei punti d'irraggiamento diretto e rilasciano pertanto troppo calore nell'aria ambiente. I rivestimenti chiari riflettono invece il calore e lo distribuiscono nell'ambiente senza che si verifichino picchi eccessivi di calore. Emissione di calore tramite i caloriferi o un riscaldamento a pavimento autoregolante impostato sul minimo (cfr. 2.3.3).



MINERGIE® ZH-158

Esempio di efficacia dei provvedimenti architettonici

Queste abitazioni bifamiliari MINERGIE® sono state realizzate in conformità ai principi architettonici illustrati: forma compatta dell'edificio, orientamento a sud, assenza di ombreggiamento delle finestre a sud, ampie vetrate, telai ridotti. Sono stati inoltre adottati gli accorgimenti per impedire il sovrariscaldamento degli ambienti (muratura massiccia, pavimenti a piastrelle, riscaldamento a pavimento autoregolante). Lo standard MINERGIE® è stato raggiunto con un impianto convenzionale (caldaia a condensazione a gas). I costi costruttivi non superano quelli di altre case simili di tipo tradizionale e il prezzo di vendita è rimasto entro i prezzi di mercato correnti.

2.2 Provvedimenti costruttivi

2.2.1 Isolamento termico

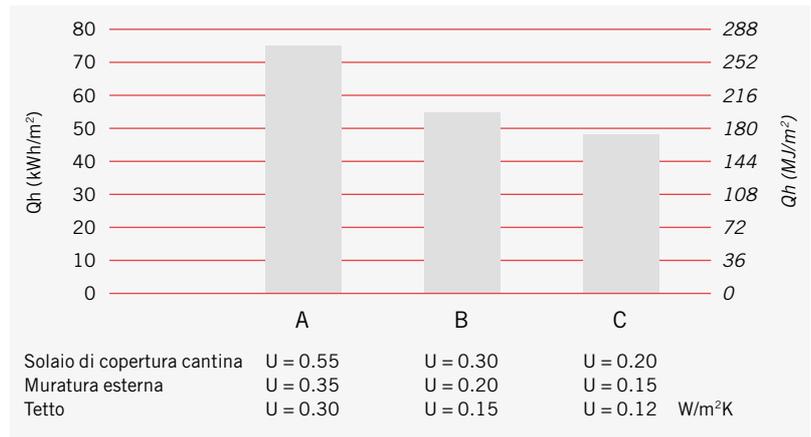
Tre tipi di isolamento termico a qualità crescente per la medesima AP.

- A Qualità normale (cfr. 1.2)
- B Involucro con isolamento superiore, già utilizzato dagli architetti più all'avanguardia.
- C Tecnica costruttiva con superisolamento che comincia appena oggi ad essere utilizzata da alcuni architetti.

– **Anche un involucro dotato di superisolamento non è comunque sufficiente da solo per rientrare nei valori limite MINERGIE®.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **35%**

Costi aggiuntivi: **minimi**



2.2.2 Vetri isolanti

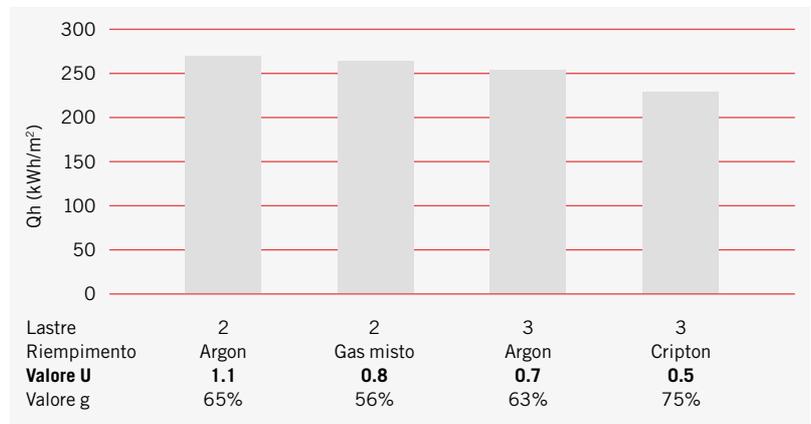
Il valore U indica la trasmissione termica e dovrebbe essere il più basso possibile. Il valore g incide sugli apporti e dovrebbe essere il più elevato possibile. Nei vetri normali a un buon valore U corrisponde in genere un valore g molto basso. L'unica eccezione è data dalle costose vetrate solari con vetro bianco e riempimento in cripton.

– **Nelle finestre mediamente soleggiate con U = 1,1 W/m²K, gli effetti benefici del valore U ridotto e quelli negativi del valore g troppo basso tendono quasi ad annullarsi a vicenda.**

– **L'uso attento di determinati accorgimenti architettonici rende superfluo il ricorso a vetri costosi.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **5%**

Costi aggiuntivi: **da minimi a elevati**



2.2.3 Percentuale di telaio delle finestre

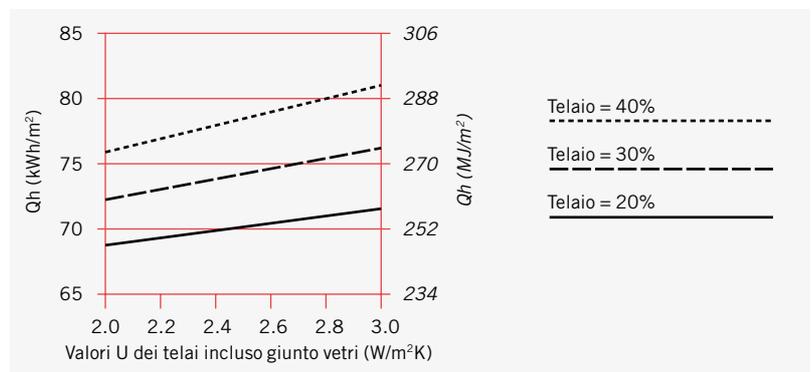
Il grafico illustra l'incidenza dei telai e del loro valore U sul fabbisogno termico per il riscaldamento. La dispersione del giunto vetro/vetro è inclusa nel calcolo del valore U di telaio (v. tabella più piccola).

– **E' confermata l'importanza della percentuale di telaio: una percentuale inferiore del 10% comporta gli stessi vantaggi di un infisso della migliore qualità a costi addirittura inferiori.**

– **Per abbassare il valore U dei telai è più efficace ed economico un giunto vetro/vetro termoisolante piuttosto che ricorrere a telai particolarmente costosi.**

Percentuale ottimizzabile: fino al **15%**

Costi aggiuntivi (giunto termoisolante vetro/vetro): **minimi**



Valori U tipici dei telai

	Solo telaio	Incluso giunto vetri *	
		Alluminio	acciaio inox o sintetico
Legno-metallo	1.7	2.6	2.3
Legno 60 mm	1.7	2.6	2.3
Legno 70 mm	1.5	2.4	2.1
Plastica	2.0	2.9	2.6

* convertito in superficie di telaio

2.3 Provvedimenti sull'impiantistica

2.3.1 Aria fresca

L'aerazione dell'abitazione risponde a tre esigenze:

- Apporto di aria fresca
- Espulsione di sostanze nocive
- Espulsione dell'umidità

In linea di principio esistono quattro diversi metodi di aerazione delle abitazioni. L'esperienza induce però ad escludere tre tipologie in quanto inadatte all'aerazione quotidiana degli ambienti (aria insalubre o sgradevole, fabbisogno termico eccessivo, danni costruttivi [vedi la colonna destra]).

– Un sistema di ventilazione controllata è l'unica alternativa che consente di rispondere alle esigenze sopra indicate nella vita di tutti i giorni.

Per questo motivo lo standard MINERGIE® prevede obbligatoriamente un sistema di aerazione controllata.

La correlazione tra comfort, salute, assenza di inquinanti, consumo energetico e redditività è particolarmente evidente negli impianti di ricambio dell'aria.

L'aerazione attuata tramite le finestre provoca una dispersione di calore significativa. Nelle abitazioni «normali» tale dispersione corrisponde all'incirca alla metà del saldo di trasmissione (le perdite meno gli apporti solari). E' dunque importante migliorare innanzi tutto l'isolamento termico.

Nelle abitazioni dotate di una buona coibentazione (dove $U < 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$), la dispersione dovuta all'aerazione tramite le finestre è pari o addirittura superiore al saldo della trasmissione. Il passo successivo consiste nell'installazione di un impianto di ventilazione con recupero di calore.

– Un impianto di ricambio dell'aria con recupero di calore è il secondo provvedimento tecnico in ordine d'importanza (e di redditività) dopo l'isolamento termico.

– Una sistema d'isolamento di qualità richiede l'impiego di un impianto di ricambio dell'aria.

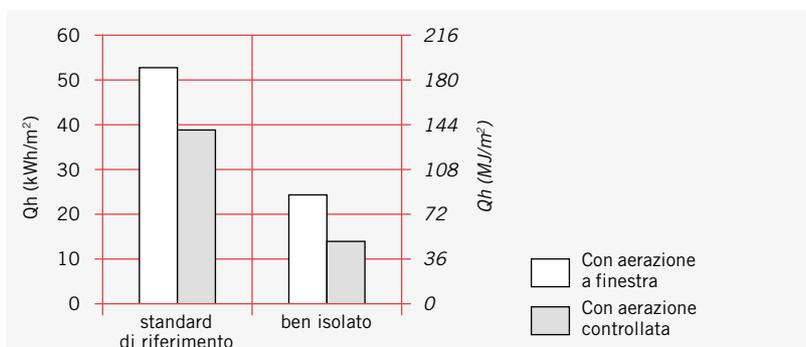
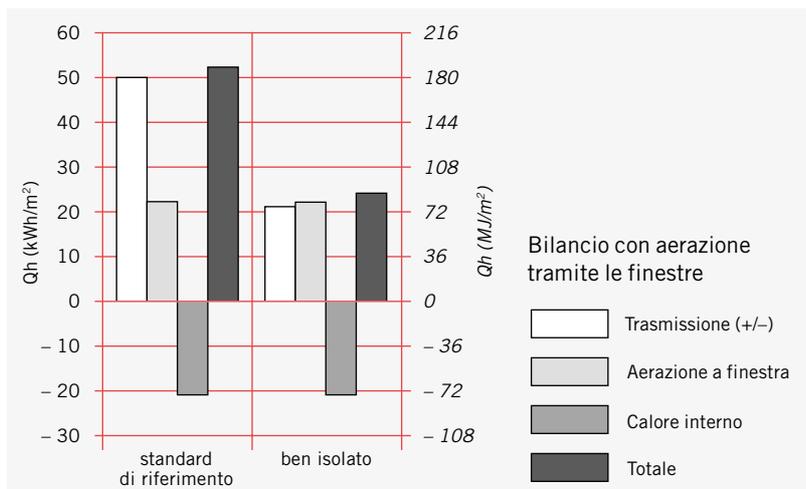
Percentuale ottimizzabile: fino al **65%**

Costi: **costi aggiuntivi medio-bassi.**

L'edificio e gli impianti domestici della casa MINERGIE® formano un sistema unico. I provvedimenti architettonici e tecnico-costruttivi sono il presupposto per un funzionamento efficace degli impianti. Di conseguenza, il progettista dell'edificio deve occuparsi anche dell'impiantistica e viceversa.

Aerazione per infiltrazione	Ricambio d'aria non controllato attraverso gli spifferi.	Gli involucri che corrispondono allo stato della tecnica sono ormai a tenuta ermetica.
Aerazione continua	La famosa finestra con anta a ribalta sempre socchiusa.	Poco confortevole (ambienti freddi), dannosa per l'edificio (umidità), comporta sprechi energetici.
Aerazione intermittente	Breve apertura delle finestre ogni 2 ore.	Teoricamente corretta, ma troppo laboriosa nella pratica quotidiana.
Aerazione controllata	Aerazione confortevole	L'unico sistema efficace nella vita di tutti i giorni.

Comfort	assenza di correnti d'aria e di freddo
Salute	assenza di inquinanti, pollini, fumo, radon
Igiene	assenza di condensa, assenza di muffe
Consumo energetico	recupero del calore
Redditività	risparmio sul costo del riscaldamento



Consigli per un'aerazione confortevole:

- **Se possibile, preriscaldare l'aria esterna in uno scambiatore geotermico.**
- **Prevedere lo sfruttamento multiplo a cascata dell'aria (v. schema).**
- **Rammentare che l'ubicazione dei punti di immissione ed espulsione rispetto alla planimetria dell'ambiente da ventilare non ha alcuna importanza.**
- **E' importante l'ubicazione in altezza nel locale: l'aria deve essere immessa in basso ed aspirata in alto.**
- **Quantità d'aria: min. 15 m³/h persona. Oppure:**
- **Quantità d'aria per ogni camera da letto: min. 30 m³/h**
- **Cappa d'aspirazione in cucina: p.es. ricircolo d'aria con filtro al carbonio.**

Le quantità d'aria indicate si applicano ai non fumatori. Letteratura di approfondimento sull'aerazione degli ambienti: cfr. bibliografia.

2.3.2 Riscaldamento

Anche l'abitazione MINERGIE® non può prescindere dall'uso del riscaldamento che si differenzia però completamente, in alcuni punti, da quello impiegato nelle abitazioni convenzionali.

2.3.3 Distribuzione del calore

Il problema del sovrariscaldamento ambiente è già stato affrontato nella sezione dedicata agli provvedimenti architettonici (cfr. 2.1.9). Occorrono anche degli provvedimenti tecnici al fine di impedire il sovrariscaldamento in situazioni di forte irraggiamento solare (vedi la colonna destra). Tale esigenza si presenta specialmente negli ambienti dotati di ampie vetrate durante le stagioni intermedie. Dei tre sistemi è possibile ricorrere a due:

- **Radiatori con una ridotta quantità d'acqua e regolatore intelligente. Oppure:**
- **Riscaldamento autoregolante a pavimento (vedi la colonna destra).**
- **I riscaldamenti a pavimento convenzionali non sono adatti per gli ambienti soleggiati a causa della loro inerzia termica**

Percentuale ottimizzabile: fino al **20%**

Costi aggiuntivi: **minimi o nulli**

2.3.4 Energia solare

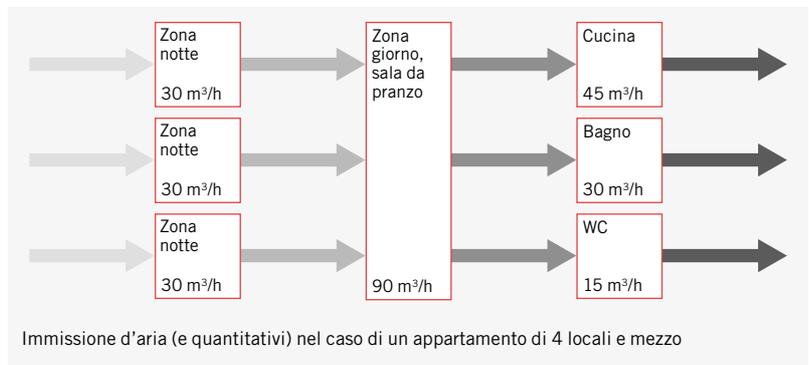
Al primo posto tra le fonti di calore si pone senz'altro il sole. L'energia solare ha delle proprietà uniche (vedi la colonna destra) in virtù delle quali vale il principio:

- **Qualsiasi impianto solare è costituito da almeno due parti:**
 1. **La captazione di energia.**
 2. **L'accumulo di energia.**

Da queste proprietà discende un altro principio (vedi la colonna destra):

- **Gli impianti solari con una temperatura di esercizio più bassa hanno un rendimento maggiore.**

Questo effetto è amplificato anche dal fatto che a temperature di esercizio più basse le perdite sono più contenute.



Peculiarità del riscaldamento nell'abitazione MINERGIE®

- **Minore fabbisogno di riscaldamento.**
- **Temperature di riscaldamento inferiori.**
- **Caldaie, pompe, radiatori ecc. più piccoli.**
- **Ideale per l'impiego di sistemi alternativi di produzione del calore.**
- **Rendimenti maggiori anche per i sistemi di riscaldamento convenzionali.**
- **Lo sfruttamento dell'energia solare passiva provoca variazioni significative e improvvise del fabbisogno termico.**

Riscaldamento autoregolante a pavimento

La caratteristica fondamentale del riscaldamento autoregolante a pavimento è rappresentata dalle bassissime temperature di esercizio: **max. 24/30°C** in condizioni di estremo freddo o **22/26°C** nelle stagioni intermedie. La temperatura media di **24°C** del pavimento riesce a contrastare il sovrariscaldamento; non appena l'aria ambiente raggiunge una temperatura superiore a quella del pavimento, l'emissione di calore si arresta automaticamente. Il riscaldamento a pavimento è dunque autoregolante.

Temperature di riscaldamento così basse sono realizzabili nella pratica soltanto se sono rispettate le tre seguenti condizioni:

- **Pavimentazioni termoconduttrici**
- **Involucro altamente isolante**
- **Impianto di ricambio dell'aria con buon recupero del calore**

Vantaggi e svantaggi dell'energia solare

Vantaggi:

- **L'energia solare è disponibile ovunque.**
- **E' completamente gratuita.**
- **Non produce emissioni nocive.**
- **E' una fonte energetica inesauribile.**

Svantaggi:

- **L'energia solare non è sempre disponibile. Anzi, in genere non è disponibile proprio nel momento in cui sarebbe più necessaria.**
- **La radiazione solare diminuisce contemporaneamente al calo delle temperature esterne, in particolare nell'altopiano svizzero.**

2.3.5 Uso passivo dell'energia solare

La captazione passiva dell'energia solare avviene tramite le finestre a sud, mentre l'accumulo avviene a livello di pavimento, pareti e solai dell'edificio. L'uso passivo dell'energia solare è particolarmente efficiente ed economico: i componenti necessari sono già tutti a disposizione e la temperatura di esercizio è molto bassa ed equivale alla temperatura del locale.

– **La captazione passiva diretta è di gran lunga il sistema più efficace e conveniente d'impiego dell'energia solare.**

L'uso passivo dell'energia solare deve essere ottimizzato a livello architettonico anziché impiantistico; cfr. capitolo 2.1.

Percentuale ottimizzabile: **35%**

Costi aggiuntivi: **minimi o nulli**



MINERGIE® VD-040

2.3.6 Uso attivo dell'energia solare

Gli impianti solari termici per il riscaldamento hanno un difetto di fondo: l'irraggiamento non coincide mai temporalmente con il fabbisogno di calore per il riscaldamento. Gli impianti solari sono pertanto utilizzati principalmente per la produzione di acqua calda (cfr. 2.3.12). Gli impianti di maggiori dimensioni possono contribuire al riscaldamento dei locali nelle stagioni intermedie, consentendo così di ridurre il periodo totale d'impiego dell'impianto di riscaldamento principale.

– **Gli impianti solari hanno un impiego limitato nel riscaldamento degli ambienti.**

Percentuale ottimizzabile: **alcuni punti percentuali**

Costi aggiuntivi: **medio-alti**



MINERGIE® VD-013

2.3.7 Riscaldamento a legna

Il legno è il migliore vettore energetico (vedi la colonna destra). Tuttavia l'impiego della legna come combustibile non è possibile ovunque:

– La concentrazione di stufe a legna nei centri densamente abitati provoca gravi problemi di inquinamento atmosferico.

– Molte persone rifuggono la mole di lavoro che questo tipo di riscaldamento richiede, seppure le moderne tecniche a pellet e cippato minimizzino gli sforzi necessari.

Lo standard MINERGIE® tiene conto dei vantaggi economici ed ecologici della legna e conteggia il consumo dell'energia prodotta dalla legna con una ponderazione di appena il 60%.

Percentuale ottimizzabile: **40%**

Costi aggiuntivi: **medio-bassi.**

Vantaggi e svantaggi della legna

Vantaggi:

- **La legna è un combustibile reperibile in loco.**
- **E' abbondantemente disponibile.**
- **E' rinnovabile.**
- **Può essere trasportata e immagazzinata senza rischi.**
- **Non contiene zolfo (non è acidificante).**
- **E' neutra in termini di CO₂ (non contribuisce all'effetto serra).**

Svantaggi:

- **Richiede molto lavoro in fase di taglio, preparazione, magazzino e impiego.**
- **I fumi emessi dal riscaldamento a legna contengono gas nocivi come il monossido di carbonio, nonché fuliggine e cenere**

2.3.8 La pompa di calore

La pompa di calore converte il calore ambientale a bassa temperatura in calore ad alta temperatura utilizzabile per il riscaldamento. L'efficienza di una pompa di calore viene espressa dal coefficiente di prestazione (COP). Esso risulta dal rapporto tra la potenza termica (kW) resa e la potenza elettrica assorbita per il suo funzionamento. Questo valore migliora quando la differenza tra la temperatura del calore ambientale e quella della mandata per il riscaldamento diminuisce. Ne consegue perciò:

– Tanto più è alta la temperatura della sorgente di calore e bassa quella di riscaldamento, tanto è migliore il coefficiente di prestazione della pompa di calore.

Un elevato coefficiente di prestazione significa meno consumo di elettricità e quindi minori costi d'esercizio. Decisivi per l'efficienza dell'intero sistema sono anche tutti i consumatori ausiliari, come per esempio le pompe di circolazione, che devono perciò essere accuratamente dimensionati.

Il calore ambientale, di cui la pompa di calore ha bisogno, può essere estratto da diverse fonti. La prima condizione per ottenere un elevato coefficiente di prestazione è di avere una fonte di calore con una temperatura più alta possibile. Il riquadro accanto dà una panoramica delle possibili fonti di calore.

La sonda geotermica è particolarmente vantaggiosa. Anche in inverno può usufruire di una temperatura relativamente elevata e inoltre in estate, in combinazione con un riscaldamento a pavimento, può servire per raffreddare passivamente i locali. La sonda con l'acqua quale liquido termovettore deve essere dimensionata più lunga del 30% rispetto ad una sonda con salamoia (antigelo).

La seconda condizione per un buon coefficiente di prestazione è di avere una temperatura di riscaldamento più bassa possibile. Per ottenere ciò sono necessari due provvedimenti:

– Un basso fabbisogno di potenza termica per il riscaldamento, ottenibile con un involucro ben isolato termicamente e un ricambio d'aria con un buon recupero di calore.

– Grandi superfici riscaldanti, per esempio un riscaldamento a pavimento autoregolante (vedi 2.3.3).

La terza condizione è di avere una buona pompa di calore. Negli ultimi anni in questo settore sono stati fatti passi da gigante. MINERGIE® raccomanda l'impiego di pompe di calore e sonde geotermiche con un marchio di qualità internazionale. Le relative liste e i risultati di prova vengono pubblicati su: www.fws.ch.

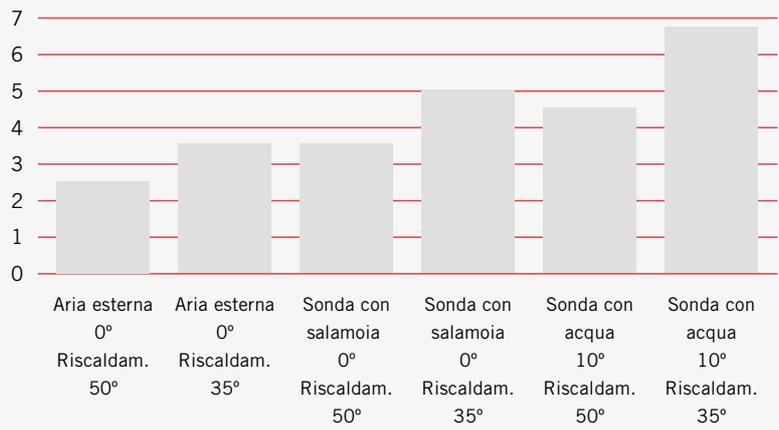
Se tutte le condizioni sono soddisfatte in modo ottimale, le moderne pompe di calore da riscaldamento raggiungono dei coefficienti di prestazione di 6 e oltre.

Le pompe di calore azionate con energia elettrica ecologica producono energia completamente pulita e rinnovabile.

Potenziale di ottimizzazione: fino al **60%**

Maggior costo: **da zero a poco più**

Coefficienti di prestazione di una buona pompa di calore alle diverse condizioni d'esercizio



Fonte d'informazione: bollettino WPZ

Fonti termiche per pompe di calore

Calore residuo	La migliore fonte termica, ma raramente disponibile
Acqua di falda o superficiale	Ottima fonte termica, ma raramente utilizzabile
Sonda geotermica con acqua	Ottima fonte termica, ma un po' più cara di quella con salamoia
Sonda geotermica con salamoia	Buona fonte termica. Non ammessa nella falda acquifera
Aria esterna	Disponibile dappertutto. Coefficiente di prestazione tra i peggiori



Pompa di calore geotermica

2.3.9 Caldaia a gas o a nafta

E' possibile raggiungere lo standard MINERGIE® anche impiegando la tecnologia degli impianti tradizionali, a condizione che si sfruttino al meglio tutti gli accorgimenti architettonici e di tecnica costruttiva. Se occorre prestare attenzione al portafoglio, è indicato adottare il principio:

– **Meglio un sistema di riscaldamento convenzionale in una casa ben isolata piuttosto che un costoso sistema di riscaldamento alternativo in una casa isolata in modo convenzionale.**

L'abitazione potrà essere sempre ammodernata con un sistema alternativo di produzione del calore in un momento successivo. Nondimeno, apportare migliorie su edifici costruiti in economia comporta sempre dei costi elevati.

Percentuale ottimizzabile: **6–10%**

Costi aggiuntivi: **minimi**

2.3.10 Unità forza-calore

Considerato che il consumo di corrente è calcolato il doppio ai fini dell'indice energetico ponderato, la produzione di corrente elettrica in proprio diventa due volte interessante, poiché anche la corrente immessa nella rete viene calcolata due volte. Lo schema illustra l'andamento stagionale della produzione di corrente nei due sistemi disponibili per la produzione decentrata di corrente elettrica.

L'unità forza-calore (UFC) definito anche come impianto di cogenerazione funziona a base di gas o nafta e produce contemporaneamente calore di riscaldamento e corrente elettrica invernale. La corrente viene dunque prodotta nel momento di maggiore domanda. Gli impianti più piccoli producono all'incirca calore per tre quarti e corrente per il quarto rimanente. L'indice energetico ponderato viene così migliorato di circa $\frac{1}{4}$.

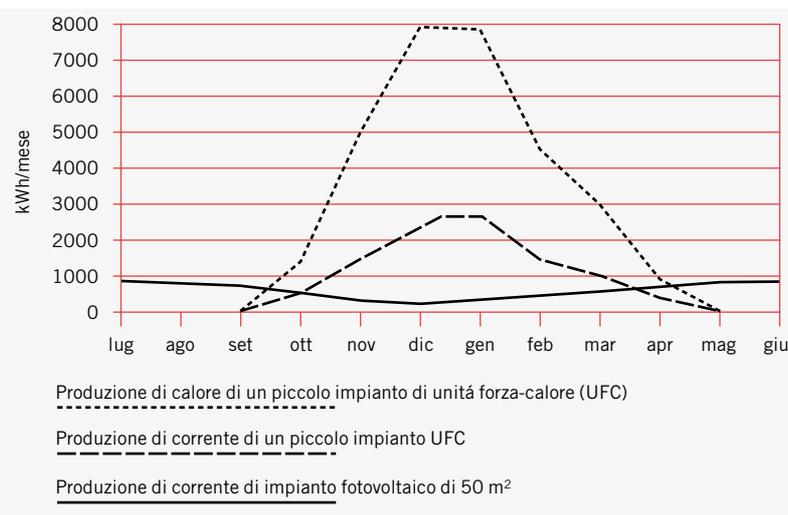
– **L'unità forza-calore può fornire un prezioso contributo all'approvvigionamento di corrente nei mesi invernali.**

Percentuale ottimizzabile: circa **25%**

Costi aggiuntivi: **elevati**

I seguenti gradi di rendimento sono stati fissati per l'ottenimento della verifica MINERGIE®:

Riscaldamento ad olio a convenzionale	85%
Riscaldamento ad olio a condensazione	91%
Riscaldamento ad gas a convenzionale	85%
Riscaldamento ad gas a condensazione	95%



2.3.11 Fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici convertono parte della radiazione solare in corrente elettrica. Anche se la resa di trasformazione è inferiore a quella dei sistemi termici, essi producono dell'energia pregiata che assume sempre più importanza nel bilancio energetico dell'edificio. Un altro vantaggio rispetto al termico è che praticamente nessun chilowattora prodotto, in particolare in estate, e non consumato va perso, dal momento che è possibile immettere nella rete pubblica l'elettricità prodotta in eccesso. In questo modo si esclude anche la problematica dell'accumulo di energia e del pericolo di surriscaldamento tipico dei sistemi solari termici. L'unico aspetto negativo di questa tecnologia, che attualmente ne limita la diffusione, è quello del costo d'investimento elevato.

– **Gli impianti fotovoltaici sono perciò interessanti soprattutto nelle zone soleggiate anche in inverno (montagna, vallate esposte al favonio) e come parte integrante nel concetto dell'edificio.**

2.3.12 Acqua calda

Considerato il ridotto fabbisogno termico per il riscaldamento delle abitazioni MINERGIE®, il consumo di energia per la produzione di acqua calda è pressoché uguale a quello per il riscaldamento ambiente, specialmente nelle abitazioni plurifamiliari.

– **L'ottimizzazione della produzione di acqua calda è altrettanto importante del riscaldamento.**

La tabella fornisce alcuni valori di riferimento relativi agli indici energetici per l'acqua calda E_{ww} delle cinque tecnologie esistenti e delle loro combinazioni. Il metodo meno favorevole è rappresentato dal riscaldamento elettrico dell'acqua che da solo raggiunge già il valore limite (n. 13) MINERGIE® nelle AP.

Il sistema più indicato per la produzione di acqua calda è l'impianto solare, considerato che la domanda di acqua calda rimane presente tutto l'anno. I rendimenti migliori (n. 9, 18 o 20) sono raggiunti dall'impianto solare in combinazione con una pompa di calore o con un sistema di recupero del calore sulle acque di scarico.

Percentuale ottimizzabile: **80%**

Costi aggiuntivi: **medio-alti**

Combinazioni per la produzione di AC

Combinazione N°	Nafta, gas 1x	Boiler elettrico 2x	Pompa di calore COP 2.7 0.74x	Impianto solare 0x	RC acque di scarico 0x	Indice energetico ponderato * E_{ww} kWh/m ² / MJ/m ²			
						AM		AP	
1	100%					16	59	25	89
2	67%	33%				20	73	30	109
3	33%	17%		50%		10	36	15	55
4	40%	30%			30%	15	54	22	80
5	30%	10%		30%	30%	8	28	12	42
6	67%		33%			14	52	22	78
7	33%		17%	50%		7	26	11	39
8	50%		20%		30%	10	37	15	55
9	20%		20%	30%	30%	5	19	8	29
10	50%			50%		8	30	12	44
11	70%				30%	11	41	17	62
12	40%			30%	30%	7	24	10	35
13		100%				28	100	42	150
14		50%		50%		14	50	21	75
15		70%			30%	19	70	29	105
16		40%		30%	30%	11	40	17	60
17			100%			10	37	15	56
18			50%	50%		5	19	8	28
19			70%		30%	7	26	11	39
20			40%	30%	30%	4	15	6	22

3. Concetti per i nuovi edifici

3.1 Edificio di riferimento

Come riferimento per tutte le ottimizzazioni viene utilizzata una piccola abitazione plurifamiliare isolata, con caratteristiche intermedie tra la villetta unifamiliare e il grande complesso plurifamiliare. Le differenze restano comprese nel margine d'errore, perciò i risultati, ad eccezione dell'acqua calda, sono applicabili ad entrambe le tipologie di edificio.

Caratteristiche più importanti dell'edificio di riferimento:

- Le costruzioni e gli indici corrispondono al normale standard costruttivo (cfr. 1.2).
- Piccola abitazione plurifamiliare
2 piani normali + 1 piano sottotetto
3 alloggi
- Superficie di riferimento energetico SRE = 466 m²
Involucro A secondo SIA 180/1 = 815 m²
A/SRE = 1.75
- 50% delle finestre a sud ombreggiate dai balconi
Superficie delle finestre = 15% della SRE
Percentuale di telaio = 30% superficie della finestra
Orientamento delle finestre: 40% S, 50% E + W, 10% N
Finestre: U = 1.3 W/m²K, g = 65%
- Fabbisogno termico per il riscaldamento
Q_h = 213 MJ/m²
Fabbisogno termico per l'acqua calda
Q_{ww} = 75 MJ/m²
Indice energetico ponderato *E_w = 340 MJ/m²
- Valore limite MINERGIE® *E_w ≤ 151 MJ/m²

3.2 Singoli provvedimenti

La tabella riepiloga i singoli provvedimenti principali.

I risultati riportati si ottengono se il provvedimento in questione viene applicato come primo miglioramento dell'edificio comparativo. Gli effetti dei vari provvedimenti possono combinarsi, condizionandosi fortemente a vicenda.

I dati servono quale aiuto per elaborare dei buoni concetti, ma non possono sostituire in alcun modo un bilancio energetico dettagliato di un edificio reale.

Singoli provvedimenti

Vedi Par.		Miglioramento		kWh m ²	Δ *E _w	
		da	a		MJ m ²	%
1.2	Edificio di riferimento			94	340	100%
2.1 Singoli provvedimenti architettonici						
2.1.1	Forma edificio A/SRE	1.75	1.50 1.25	8 16	28 56	8% 16%
2.1.4	Ombreggiamento % della finestra sud	50%	25% 0%	3 4	10 16	3% 5%
2.1.8	Telaio % superficie della finestra sud	30%	25% 20%	2 4	8 16	2% 5%
2.1.5	Orientamento finestra Sud / Est-Ovest / Nord	40/50/10	60/30/10 80/20/0	0 1	0 3	0% 1%
2.1.7	Finestratura % della SRE	15%	20% 25%	-1 -2	-3 -6	-1% -2%
2.2 Provvedimenti costruttivi						
2.2.1	Coibentazione del solaio di copertura della cantina	U = 0.40	U = 0.30 U = 0.20	2 4	8 16	2% 5%
2.2.1	Isolamento della facciata	U = 0.30	U = 0.25 U = 0.20 U = 0.15	3 6 8	10 20 30	3% 6% 9%
2.2.1	Isolamento del tetto	U = 0.30	U = 0.20 U = 0.15 U = 0.12	3 4 5	10 15 18	3% 4% 5%
2.2.2	Vetrate U/g	1.3/65%	1.1/65% 0.8/52%	2 1	7 5	2% 1%
2.2.3	Telai finestra	U = 2.6	U = 2.3 U = 2.1	1 2	5 8	1% 2%
2.3 Provvedimenti impiantistici						
2.3.1	Impianto di ricambio dell'aria	Finestra	η = 75%	16	57	17%
2.3.9	Caldaia a condens. a gas o nafta	η = 85%	η = 93%	9	32	9%
2.3.8	Pompa di calore (solo risc.) aria-acqua salamoia-acqua acqua-acqua	Nafta + el.	COP = 2 COP = 4 ¹⁾ COP = 6 ²⁾	10 46 58	37 164 209	11% 48% 61%
2.3.10	Unità forza-calore	Nafta + el.		24	85	25%
2.3.11	Fotovoltaico	Nafta + el.	50 m ²	14	51	15%
2.3.12	Acqua calda combinazione	Nafta + el.	Nafta condens. Nafta + el. Nafta + solare Nafta + RC Nafta + S + RC PdC PdC + S PdC + RC PdC + S + RC	7 -6 12 8 15 11 18 15 19	25 -20 44 27 54 39 64 54 69	7% -6% 13% 8% 16% 11% 19% 16% 20%

¹⁾ Solo con isolamento termico o impianto di ricambio dell'aria ottimali

²⁾ Solo con isolamento termico e impianto di ricambio dell'aria ottimali

3.3 Pacchetti di misure

I provvedimenti edilizi si possono riunire in gruppi o pacchetti. In tal modo

- i progetti diventano più semplici e comprensibili.
- i provvedimenti interconnessi vengono sincronizzati. Per esempio, sarebbe poco sensato ingrandire le finestre a sud senza ridurre l'ombreggiatura, oppure isolare molto di più la facciata che il tetto, oppure utilizzare un vetro termico altamente isolante senza un profilo distanziatore termoisolante perimetrale ecc.

3.4 Provvedimenti architettonici

La forma dell'edificio può essere inserita come intervento singolo direttamente nei progetti. Ombreggiatura, orientamento e realizzazione delle finestre sono ricapitolati in due livelli di requisiti nei pacchetti Disegno facciata I e II.

La caratteristica comune degli provvedimenti architettonici è che non producono costi, ma consentono anzi di risparmiare. La suddivisione in livelli tiene conto della libertà di realizzazione del progettista:

- Il pacchetto I è poco restrittivo. Basta che in fase di progetto gli aspetti energetici non siano del tutto trascurati.
- L'intervento singolo «Forma dell'edificio» e il pacchetto II influenzano fortemente il progetto.

3.5 Provvedimenti costruttivi

L'isolamento termico di tutti gli elementi dovrebbe essere simile, pur rimanendo leggermente inferiore per le superfici a contatto con il terreno e con locali non riscaldati, e maggiore per il tetto. I livelli I - III permettono l'adattamento alle scelte individuali in materia di rapporto costi/benefici.

I vetri delle finestre possono essere modificati come singolo provvedimento. Nel pacchetto Finestre I la modifica è combinata con un miglioramento del telaio, per es. mediante un profilo distanziatore perimetrale in acciaio inox o sintetico.

3.6 Provvedimenti sogli impianti

L'impianto di ventilazione e la produzione di calore possono essere inseriti nei progetti direttamente come singoli provvedimenti. Per quanto riguarda il riscaldamento dell'acqua, il paragrafo 2.3.12 presenta 20 combinazioni possibili.

Pacchetti di provvedimenti

	Miglioramento		Δ^*E_w		
	da	a	$\frac{kWh}{m^2}$	$\frac{MJ}{m^2}$	%
Edificio di riferimento			94	340	100%
Disegno facciata I					
Ombreggiamento finestra a sud	50%	25%	3	10	
Percentuale di telaio	30%	25%	2	8	
			5	18	5%
Disegno facciata II					
Ombreggiamento finestra a sud	50%	0%	4	16	
Percentuale di telaio	30%	20%	4	16	
Raddoppiamento finestra a sud	40/50/10	80/20/0	3	11	
			12	43	13%
Isolamento termico I					
Isolamento solaio cantina	U = 0.40	U = 0.30	2	8	
Isolamento facciata	U = 0.30	U = 0.25	3	10	
Isolamento tetto	U = 0.30	U = 0.20	3	10	
Cassonetti, porte esterne ...			1	2	
			8	30	9%
Isolamento termico II					
Isolamento solaio cantina	U = 0.40	U = 0.30	2	8	
Isolamento facciata	U = 0.30	U = 0.20	6	20	
Isolamento tetto	U = 0.30	U = 0.15	4	15	
Cassonetti, porte esterne ...			1	3	
			13	46	14%
Isolamento termico III					
Isolamento solaio cantina	U = 0.40	U = 0.20	4	16	
Isolamento facciata	U = 0.30	U = 0.15	8	30	
Isolamento tetto	U = 0.30	U = 0.12	5	18	
Cassonetti, porte esterne ...			1	4	
			19	68	20%
Finestre I					
Vetro (U/g)	1.3/65%	1.1/65%	2	7	
Telaio	U = 2.6	U = 2.3	1	5	
			3	12	4%

I valori della presente tabella possono discostarsi da quelli della tabella precedente a causa delle influenze reciproche tra i diversi provvedimenti.



MINERGIE® VS-070

3.7 Concetti

Diverse strade portano all'abitazione MINERGIE®. Qui sono raccolti un paio di possibili esempi. La combinazione ottimale per il vostro caso concreto probabilmente non figurerà tra quelle presentate.

I nomi dei 5 esempi rivelano già le priorità secondo cui sono stati raccolti:

Il **Concetto 1** segue il principio: «Meglio avere impianti tradizionali in un'abitazione innovativa che viceversa.»

Il **Concetto 2** mostra che l'impiantistica da sola sarebbe sufficiente per rientrare nel valore limite MINERGIE®. Comunque questo progetto non soddisfa il requisito principale (v. pag. 2 e 3).

Il **Concetto 3** descrive una nuova abitazione MINERGIE®, dai costi non superiori a quelli dell'edificio di paragone tradizionale (v. esempio a pag. 8).

Il **Concetto 4** sfrutta al massimo l'energia solare.

Il **Concetto 5** soddisfa lo standard MINERGIE®-P. Occorre tuttavia osservare che tale standard pone anche una serie di ulteriori requisiti oltre al fabbisogno energetico.

Singoli provvedimenti e pacchetti di provvedimenti

Concetti	Miglioramento		Δ *E _w		*E _w	
	da	a	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$
Concetto 0: Edificio di riferimento					94	340
Concetto 1: Edificio						
Forma dell'edificio	1.75	1.25	20	72		
Disegno facciata II			10	36		
Isolamento termico III			15	54		
Finestra I			3	9		
Aerazione senza RC			0	0		
Caldaia a condensazione			5	19	42	150
Concetto 2: Impiantistica						
Impianto di ricambio dell'aria			16	57		
PdC salamoia-acqua (risc. + a.calda) COP 3.5			41	146	38	137
Concetto 3: Costi edili						
Forma dell'edificio	1.75	1.25	20	72		
Disegno facciata II			10	36		
Isolamento termico I			7	25		
Impianto di ventilazione			14	50		
Caldaia a condensazione			4	14	40	143
Concetto 4: Solare						
Disegno facciata I			5	18		
Isolamento termico I			8	28		
Impianto di ventilazione			14	52		
Impianto solare per AC			12	44		
Fotovoltaico		50 m ²	14	51	41	147
Concetto 5: MINERGIE®-P						
Forma dell'edificio	1.75	1.25	20	72		
Disegno facciata II			11	38		
Isolamento termico III			18	64		
Finestra I			3	9		
Impianto di ventilazione			14	49	30	108

I valori della presente tabella possono discostarsi da quelli della tabella precedente a causa delle influenze reciproche tra i diversi provvedimenti.



MINERGIE® NW-002

4. Concetti di risanamento

4.1 Edificio di riferimento

Gli edifici che oggi sono sottoposti a opere di risanamento sono stati costruiti in genere tra gli anni Cinquanta e gli anni Settanta. Il paragone viene pertanto effettuato con questo tipo di edifici. Si utilizza la medesima abitazione trifamigliare come per gli edifici nuovi, ma viene applicato lo standard tecnico degli anni Sessanta (vedi la tabella).

Superficie di riferimento energetico SRE = 466 m²
 Involucro A secondo SIA 180/1 = 815 m²
 Fabbisogno termico per il riscaldamento
 $Q_h = 635 \text{ MJ/m}^2$
 Fabbisogno termico per l'acqua calda $Q_{ww} = 75 \text{ MJ/m}^2$
 Indice energetico ponderato $*E_w = 840 \text{ MJ/m}^2$
 Valore limite MINERGIE®: $*E_w \leq 288 \text{ MJ/m}^2$
 Percentuale da recuperare: attorno al -66%

4.2 Provvedimenti

Parte delle misure di ottimizzazione applicabili alle nuove costruzioni può valere in uguale misura e con i medesimi risultati anche per gli edifici da ristrutturare (vedi la colonna destra).

Purtroppo alcuni dei provvedimenti più efficaci sulle nuove costruzioni, ad esempio quelli di tipo architettonico, non possono essere realizzati su edifici preesistenti.

La maggior parte dei provvedimenti può essere adattata anche agli edifici da ristrutturare, sebbene con risultati diversi (in genere migliori) rispetto alle nuove costruzioni. Il motivo è da ricercare nella diversa situazione di partenza: intervenire su una struttura peggiore significa avere un margine di miglioramento più ampio.

Altre misure sono state aggiunte di recente e riguardano i ponti termici esistenti spesso nelle vecchie costruzioni. Esse sono illustrate brevemente nel paragrafo 4.3 successivo.

I dati relativi agli effetti delle misure di risanamento, in particolare di quelle costruttive, sono di natura puramente indicativa. Esistono infatti numerose incognite che influiscono sul risultato finale. Un calcolo preciso può essere effettuato solo sulla base di un caso concreto.

Proprietà salienti dell'edificio di riferimento

Definizione dell'edilizia tipica degli anni Cinquanta e Sessanta

Architettura

Forma dell'edificio	(A/SRE) 1.75
Finestratura	15% della sup. di riferimento
Telai	30% della finestratura
Orientamento finestre	40% S, 50% E + O, 10% N
Ombreggiamento finestre S	50%

Involucro

	Isolamento	U (W/m ² K)
Solaio di copertura cantina	2 cm	1.2
Muratura esterna	2 cm	1.0
Coperture (spesso non ermetiche)	4 cm	0.7
Telai finestre (spesso non ermetiche)	legno 6 cm	2.6
Vetri finestre	VD o VT	3.0 (g = 77%)

Impiantistica

Aerazione	Fessure e finestre
Produzione di calore	Caldaia a nafta
Distribuzione del calore	Riscald. a pavimento o radiatori
Acqua calda	Caldaia combinata a nafta

Fabbisogno energetico

	kWh/m ²	MJ/m ²
Fabbisogno termico Q_h	176	635
Acqua calda (380/1) Q_{ww}	21	75
Elettricità domestica (380/1) Q_E	28	100

Indico energetico

Riscaldamento E_h	209	751
Acqua calda E_{ww}	25	89

Indico energetico ponderato

Calore E_w	233	840
--------------	-----	-----

Applicabilità delle misure per le nuove costruzioni nelle ristrutturazioni

Applicabili integralmente	Telai delle finestre Percentuale di telaio della finestra Impianto di ricambio dell'aria Fotovoltaico Produzione di acqua calda
Non applicabili	Forma dell'edificio Orientamento dell'edificio Superficie delle finestre Orientamento delle finestre
Applicabili ma con risultati diversi	Tutte le altre misure indicate per le costruzioni nuove
Provvedimenti aggiuntivi	Guarnizioni antivento Nuovi balconi Balconi con veranda Ripristino finestre Coibentazione tubazioni

4.3 Balconi

I ponti termici delle vecchie costruzioni (rivestimenti del tetto, architravi, parapetti, ecc.) spariscono per lo più automaticamente durante la realizzazione dell'isolamento esterno della facciata. Essi non sono pertanto trattati in maggiore dettaglio. I ponti termici più tenaci sono rappresentati però dalle solette dei balconi che un tempo costituivano un tutt'uno con la soletta del piano e rappresentano perciò un punto privilegiato di penetrazione del freddo. Esistono due alternative per ovviare a questo problema:

- Rimuovere le vecchie solette e sostituirle con nuovi balconi termicamente separati dalla facciata.
- Isolare i balconi dall'ambiente esterno realizzando una veranda con vetri termoisolanti.

Percentuale di recupero: fino al **5%**

4.4 Finestre

Le finestre con telai in legno che non sono stati adeguatamente trattati devono essere sostituite. In questo caso è possibile riprendere senza modifiche gli indici energetici Δ^*E relativi alle nuove costruzioni.

Se i telai sono invece ancora in buono stato, spesso è sufficiente sostituire la lastra esterna doppia finestra con un vetro termoisolante e sostituire o aggiungere la guarnizione. Aggiungendo anche un rivestimento metallico sul telaio esterno del battente, la finestra torna praticamente come nuova.

Percentuale di recupero: fino al **5%**

4.5 Tubazioni del riscaldamento

L'aggiunta di isolante sulle tubazioni nude del riscaldamento che passano attraverso ambienti non riscaldati è un accorgimento efficace e di basso costo.

Percentuale di recupero: fino al **5%**

4.6 Singoli provvedimenti

La tabella sottostante riporta i risultati che possono essere ottenuti realizzando il provvedimento in questione come **prima** miglioria dell'edificio di paragone. Gli effetti dei diversi provvedimenti combinati tra loro possono sottostare a influenze reciproche anche molto forti.

I dati riportati sono intesi come indicazione per la formulazione di progetti secondo criteri di razionalità. Naturalmente per un oggetto concreto il bilancio energetico dettagliato è insostituibile.

Singoli provvedimenti

Vedi par.	Miglioramento da	a	Δ^*E_w			
			kWh/m ²	MJ/m ²	%	
1.2	Edificio di riferimento		233	840	100%	
Singoli provvedimenti architettonici						
2.1.8	Telai % della finestratura	30%	25%	2	6	1%
			20%	3	11	1%
4.3	Balconi	1.5	1.25	2	7	1%
4.3	Balconi con veranda	Assente	U = 3.0	8	30	4%
			U = 1.5	11	40	5%
2.2 Singoli provvedimenti costruttivi						
2.2.1	Isolamento solaio di copertura della cantina	U = 1.20	U = 0.40	32	114	14%
			U = 0.30	36	129	15%
			U = 0.20	39	142	17%
2.2.1	Isolamento della facciata	U = 1.00	U = 0.30	56	203	24%
			U = 0.20	64	231	28%
			U = 0.15	68	245	29%
2.2.1	Isolamento del tetto e posa guaina antivento	U = 0.70	U = 0.30	15	54	6%
			U = 0.20	19	68	8%
			U = 0.15	21	76	9%
2.2.2	Vetri U/g	3.0/77%	1.3/65%	13	45	5%
			1.1/65%	17	61	7%
			0.8/52%	17	61	7%
2.2.3	Telai finestre	U = 2.6	U = 2.3	1	5	1%
			U = 2.1	3	9	1%
4.4	Ripristino finestre	U = 3.0	1.8/65%	9	34	4%
			1.2/51%	14	50	6%
	Porte esterne, cassonetti	U = 1.8	U = 0.7	5	18	2%
			U = 0.4	6	22	3%
2.3 Provvedimenti di impiantistica						
2.3.1	Impianto di ricambio dell'aria	Finestre	0 = 75%	18	64	8%
4.5	Isolamento tubazioni riscaldamento	Assente	3 cm	8	28	3%
			4 cm	11	40	5%
2.3.9	Caldaia a condens. gas o nafta	$\eta = 85\%$	$\eta = 93\%$	19	67	8%
2.3.8	Pompa di calore (solo risc.) aria-acqua salamoia-acqua acqua-acqua	Nafta + el.	COP = 2	17	61	7%
			COP = 4 ¹⁾	117	420	50%
			COP = 6 ²⁾	156	560	67%
2.3.10	Unità forza-calore	Nafta + el.		51	183	22%
2.3.11	Fotovoltaico	Nafta + el.	50 m ²	14	51	6%
2.3.12	Acqua calda combinazione 2	Nafta + el.	Nafta condens.	7	25	3%
			Nafta + el.	-6	-20	-2%
			Nafta + solare	12	44	5%
			Nafta + RC	8	27	3%
			Nafta + S + RC	15	54	6%
			PdC	11	39	5%
			PdC + solare	18	64	8%
			PdC + RC	15	54	6%
			PdC + S + RC	19	69	8%

¹⁾ Solo con isolamento termico e impianto di ricambio dell'aria ottimali

²⁾ Solo con isolamento termico e impianto di ricambio dell'aria ottimali

4.7 Pacchetti di misure

La procedura è identica a quella utilizzata per le nuove costruzioni. Anche in questo caso i provvedimenti tra loro collegati possono essere raggruppati in pacchetti unici secondo criteri razionali. L'impiego dei pacchetti è puramente facoltativo. Nei risanamenti di vecchi edifici accade spesso che i pacchetti siano realizzabili solo in parte per motivi di ordine tecnico, finanziario o estetico (edifici storici tutelati).

4.8 Provvedimenti architettonici

Purtroppo sono rimasti soltanto due provvedimenti architettonici applicabili anche alle vecchie costruzioni: la riduzione della percentuale di telaio (nel caso in cui si proceda alla sostituzione delle finestre) e i balconi. Essi possono essere integrati direttamente come singoli provvedimenti nel concetto di risanamento.

4.9 Provvedimenti tecnici

I pacchetti di provvedimenti di tecnica delle costruzioni sono identici a quelli previsti per le nuove costruzioni. Con l'unico vantaggio che i risultati sono più eclatanti, dato che la situazione di partenza è peggiore.

4.10 Provvedimenti di impiantistica

Partendo dal presupposto che l'impiantistica viene in genere rifatta ex-novo nei risanamenti, i provvedimenti singoli di questo tipo si distinguono in minima misura da quelli previsti per gli edifici di nuova costruzione. La definizione di pacchetti per questo genere di provvedimenti non è opportuna.

4.11 Concetti

Come per le nuove costruzioni, anche nel caso dei risanamenti è importante che il progetto sia definito su misura per il singolo edificio. I progetti ipotizzati nella tabella figurano a mero titolo esemplificativo.

– E' sempre preferibile ristrutturare prima l'edificio e procedere in seguito al rinnovo dell'impiantistica.

L'impiantistica risulterebbe altrimenti sovradimensionata al completamento del risanamento.

Il **concetto 1** è incentrato sull'involucro. Considerato che il valore limite per le ristrutturazioni è due volte quello degli edifici nuovi, partendo anche solo da questo progetto è già possibile raggiungere lo standard MINERGIE®.

Il **concetto 2** è incentrato sull'impiantistica. E' indicato per le costruzioni che sono ancora in ottimo stato.

Il **concetto 3** è una combinazione impiegata di frequente, contraddistinta da un buon rapporto costo/rendimento.

Pacchetti di provvedimenti

	Miglioramento da a		Δ^*E_w		%
			$\frac{kWh}{m^2}$	$\frac{MJ}{m^2}$	
Edificio di riferimento			233	840	100%
Isolamento termico I					
Isolamento solaio di copertura cantina	U = 1.20	U = 0.40	32	114	
Isolamento facciata	U = 0.80	U = 0.30	55	199	
Isolamento tetto + guaina antivento	U = 0.70	U = 0.30	14	52	
Cassonetti, porte esterne ...	U = 1.80	U = 0.70	5	17	
			106	382	45%
Isolamento termico II					
Isolam. solaio di copertura cantina	U = 1.20	U = 0.30	36	128	
Isolamento facciata	U = 0.80	U = 0.20	63	227	
Isolamento tetto + guaina antivento	U = 0.70	U = 0.20	18	64	
Cassonetti, porte esterne ...	U = 1.80	U = 0.70	4	16	
			121	435	52%
Isolamento termico III					
Isolam. solaio di copertura cantina	U = 1.20	U = 0.20	39	142	
Isolamento facciata	U = 0.80	U = 0.15	67	241	
Isolamento tetto + guaina antivento	U = 0.70	U = 0.15	19	69	
Cassonetti, porte esterne ...	U = 1.80	U = 0.40	5	19	
			131	471	56%
Finestre I					
Vetro (U/g)	3.0/77%	1.3/65%	13	45	
Telai	U = 2.6	U = 2.3	1	5	
			14	50	6%

I valori della presente tabella possono discostarsi da quelli della tabella precedente a causa delle influenze reciproche tra i diversi provvedimenti.

Singoli provvedimenti e pacchetti di provvedimenti

Concetti	Δ^*E_w		*E_w	
	$\frac{kWh}{m^2}$	$\frac{MJ}{m^2}$	$\frac{kWh}{m^2}$	$\frac{MJ}{m^2}$
Concetto 0: Edificio di riferimento			233	840
Concetto 1: Edificio				
Isolamento termico III	131	471		
Impianto di ricambio dell'aria	12	42		
Finestra I	16	58	75	269
Concetto 2: Impiantistica				
Impianto di ricambio dell'aria	18	64		
Isolamento tubazioni	11	40		
PdC acqua-acqua (COP = 5)	124	448	80	288
Concetto 3: Costi				
Isolamento termico I	106	382		
Ripristino finestre (U = 1.2)	14	50		
Impianto di ricambio dell'aria	16	59		
Isolamento tubazioni	11	40		
Caldaia a condensazione	8	27	78	282

I valori della presente tabella possono discostarsi da quelli della tabella precedente a causa delle influenze reciproche tra i diversi provvedimenti

5. Costi

Lo standard prevede che l'abitazione MINERGIE® risponda a criteri di redditività. La redditività dipende in maniera decisiva dai costi, ossia dai costi di esercizio e di investimento.

5.1 Costi di esercizio

I costi dell'energia impiegata per il riscaldamento dei locali e la produzione di acqua calda rappresentano la parte più significativa dei costi di esercizio. Essi sono pressoché dimezzati nella casa MINERGIE® rispetto alle abitazioni «normali». L'abitazione MINERGIE® parte da subito con un vantaggio importante.

5.2 Costi di investimento

Gli interessi e l'ammortamento dei costi d'investimento rappresentano la fetta principale dei costi annuali. È importante stabilire in quale misura lo standard MINERGIE® incida su questi costi, limitatamente ai costi effettivi di costruzione. I costi per il terreno edificabile e i lavori esterni al perimetro dell'edificio non riguardano assolutamente lo standard MINERGIE®.

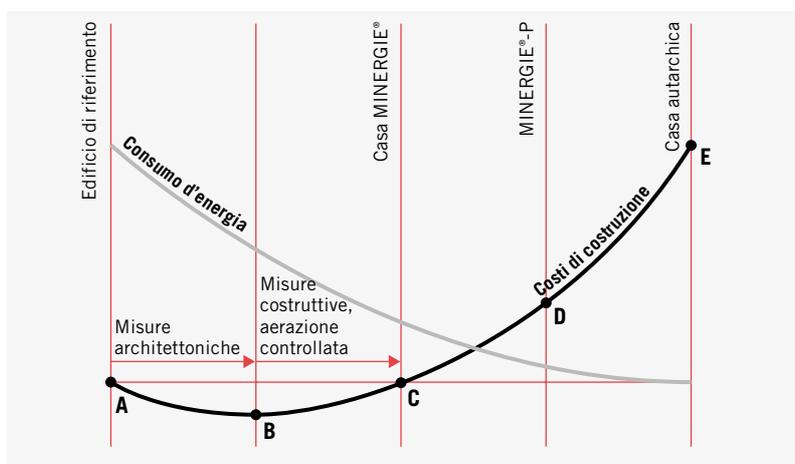
Gli interventi architettonici consentono di arrivare all'incirca a metà strada verso l'ottenimento del marchio MINERGIE® e assicurano nel contempo alcuni risparmi (v. grafico del punto B).

Le misure di tecnica delle costruzioni unitamente all'impianto di ventilazione rappresentano, se impiegati in maniera ottimale, l'altra metà degli sforzi richiesti per il conseguimento dello standard MINERGIE®. In definitiva i costi di costruzione ammontano all'incirca a quelli sostenuti per la costruzione di un'abitazione «normale» (punto C). Questo punto corrisponde al concetto 1 del paragrafo 3.7 e all'esempio a pagina 8.

Gli interventi sugli impianti domestici subentrano soltanto se le soluzioni precedenti si sono rivelate irrealizzabili o insufficienti (zone ombrose, aree soggette a vincoli architettonici, ecc.), oppure se si nutrono ambizioni superiori, come il conseguimento dello standard P di MINERGIE® (punto D) o addirittura la realizzazione di una casa a energia zero (punto E).

5.3 Durata di vita

Una vita prolungata dell'edificio e degli elementi che lo costituiscono consente di abbattere i costi fissi annuali grazie al calo dei costi di ammortamento e di manutenzione. Un esempio: le abitazioni costruite 20 anni addietro secondo gli standard «normali» di quel tempo cominciano a richiedere oggi alcuni lavori di ristrutturazione. Le abitazioni a basso consumo energetico (foto accanto) costruite nel 1984 superano invece ancora oggi, nella maggioranza dei casi, lo standard odierno corrente. Esse necessiteranno di una ristrutturazione appena tra altri 20 anni. È facile immaginare come ciò alleggerisca i costi fissi annuali!



Esempio significativo di durata di vita (vedi testo)

- L'abitazione MINERGIE® non è necessariamente più costosa di una casa convenzionale.
- Esempio dell'importanza della durata di vita (v. testo): Considerando i costi di esercizio e la durata di vita, l'abitazione MINERGIE® risulta essere addirittura molto più economica di una casa «normale».

**Autentica elettricità ecologica,
solo con il label «naturemade star»**

MINERGIE® considera «naturemade star» una produzione elettrica rinnovabile e sostenibile. Ad essa appartengono l'elettricità ecologica prodotta da vento, fotovoltaica, biomassa e forza idrica. La quantità di elettricità verde oggi prodotta è considerevole e disponibile in ogni momento. Per soddisfare i restrittivi criteri europei per l'elettricità ecologica, bisogna rispettare una serie di esigenze ambientali. L'elettricità ecologica certificata sostiene i nuovi impianti di produzione rinnovabile. Perciò per ogni chilowattora venduto bisogna ottemperare a severi requisiti ambientali per le centrali di produzione. Grazie ad un audit di controllo annuale «naturemade star» è in grado di garantire la parità tra energia prodotta e venduta. Sostenuta e raccomandata dalle organizzazioni ambientaliste WWF e Pro Natura, «naturemade star» è un marchio di qualità al quale le consumatrici e i consumatori possono affidarsi senza timore.

www.naturemade.ch

**«naturemade star»:
lo standard energetico con valore aggiunto**

La scelta di un sistema di riscaldamento orientato verso il futuro, come una pompa di calore, alimentata da elettricità ecologica certificata «naturemade star», senza emissione di CO₂, consente una soluzione ambientale delle migliori. Inoltre non occorrono provvedimenti costruttivi per il deposito del combustibile, guadagnando così spazio e riducendo i costi di costruzione nel sottosuolo o di ristrutturazione.

Più ecologia ad un prezzo ragionevole

Con i prodotti 1to1 energy water star e 1to1 energy wind star la BKW, e partner, assume un ruolo guida in Svizzera tra gli offerenti di elettricità ecologica. La produzione di 1to1 energy water star avviene nella centrale idroelettrica ad Aarberg che, con i suoi 86 GWh erogati all'anno, è la prima grande centrale a pelo d'acqua a godere del certificato «naturemade star». La vendita di water star è stata subito possibile con la realizzazione del primo intervento ecologico, la costruzione di una scala per la risalita dei pesci e di un passaggio per i castori. Altri progetti, per esempio, sono pianificati a valle della centrale, nella zona goletale di interesse nazionale.

La più grande centrale eolica in Svizzera sul Mont Crosin, nel Giura, produce 1to1 energy wind star. Alla luce del crescente domanda, sono allo studio ulteriori realizzazioni.

**Acquistare elettricità ecologica 1to1 energy:
come funziona?**

1to1 energy water star e 1to1 energy wind star la potete acquistare direttamente da tutti i partner di 1to1 energy.

Altre informazioni e possibilità di ordinazione si possono avere sotto www.1to1energy.ch oppure telefonando allo 0800 121 121



Il vostro partner per 1to1 energy

BKW ⚡
BKW FMB Energie AG

Bibliografia

Norma SIA 180: Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici, SIA, Zurigo 1999

Norma SIA 380/1: L'energia termica nell'edilizia, SIA Zurigo 2001

Documentazione SIA D 0170: Thermische Energie im Hochbau, SIA Zurigo 2001

Fraefel, Humm: *Heizen und Lüften im Niedrigenergiehaus*, edizioni Ökobuch, Staufen bei Freiburg 2000

Fraefel, Huber, Trawnika: *Die Wohnungslüftung im MINERGIE®-Haus*, 1999

SvizzeraEnergia: *Kit di progettazione per l'aerazione controllata*, Berna 2002

WPZ-Bulletin, Centro sperimentale di Winterthur-Töss

Associazione MINERGIE®: *Regolamento d'uso del marchio di qualità MINERGIE®*

Associazione MINERGIE®: *Schede tecnica «Sistemi di aerazione standard»*

Associazione MINERGIE®: *Mit MINERGIE®-P ein Plus an Bauqualität*

Segretariato MINERGIE®

Steinerstrasse 37
3000 Berna 16
Telefono 031 350 40 60
Fax 031 350 40 51
info@minergie.ch
www.minergie.ch

Agenzia MINERGIE® Costruzioni

Optingenstrasse 54
3000 Berna 25
Telefono 031 340 35 30
Fax 031 340 35 36
agentur@minergie.ch
www.minergie.ch

Telefono MINERGIE 0800 678 880

Impressum

Editore: Associazione MINERGIE® / Verein MINERGIE®

Autore: Rudolf Fraefel, dipl. architetto ETH/SIA, Grüningen

Realizzazione: atelier uh!, Gümligen

Stampa: Vetter Druck AG, Thun

Distribuzione: Servizi cantonali dell'energia o presso il Segretariato MINERGIE®

3. Edizione, Febbraio 2004

© by Associazione MINERGIE®

www.minergie.ch



MINERGIE® SG-117



MINERGIE® TG-003



MINERGIE® AG-012