Vademecum
del costruire
bene

# Casa come? CASA CLIMA.

KlimaHaus
CasaClima®

# LA TUA CASA, UN BENE PREZIOSO

## Il luogo dove star bene

La casa per molti è un secondo vestito o la seconda pelle, ma principalmente il posto dove voler star bene. Le ragioni del nostro benessere abitativo sono frutto di preferenze individuali e mutevoli, come lo sono le caratteristiche geologiche e climatiche dei luoghi che ospitano un edificio. Provare a definire uno standard che valga sempre e per tutti rappresenterebbe quindi un esercizio poco sensato. Il settore edilizio mal si concilia con la catena di montaggio e richiede soluzioni originali per ogni singolo progetto. È quindi bene che il committente abbia in mano gli strumenti minimi per poter prendere decisioni che meglio si addicano al suo caso.

## Ogni casa è una storia a sé

CasaClima non ha mai mostrato preferenze per stili o materiali specifici. Ogni singolo progetto è un unicum e come tale ha le sue ragioni e il suo percorso costruttivo. Con questo atteggiamento ci siamo avvicinati alla realizzazione di questa guida, mettendo al centro della nostra attenzione il fattore umano, la competenza del progettista, dell'artigiano e del committente che vogliamo che sia il più possibile consapevole e informato. Ogni edificio può essere valutato secondo punti di vista diversi: architettonici, estetici o funzionali, ma ciò non basta a giustificare la sensazione di benessere e di comfort a cui tutti tendiamo e che segue logiche prettamente individuali.
Una persona può preferire, ad esempio, spazi ampi con tanta luce e grandi finestre, un'altra nella stessa situazione potrebbe lamentare la mancanza di privacy e temere per la propria sicurezza. Stesso discorso vale anche per il comfort termico o quello acustico, fino ad arrivare alla personalizzazione della distribuzione degli spazi e alla cura nell'arredamento, dove entrano in gioco i gusti, la cultura e le aspirazioni di ognuno. Quasi tutti siamo però uniti dall'esigenza di avere un posto in cui vivere che sentiamo nostro.

## Il nostro patrimonio

La casa è un bene prezioso che spesso si tramanda di generazione in generazione. Chi oggi costruisce o riqualifica la propria casa si aspetta che duri nel tempo, visto che per molti rappresenta l'investimento più grande e importante di tutta una vita. Una casa ben costruita può effettivamente essere abitata e condivisa da diverse generazioni, se si rivela flessibile al variare delle esigenze fin dall'inizio. Una buona progettazione volge quindi sempre lo sguardo al futuro e prevede di soddisfare i bisogni dei più deboli, come bambini, malati, diversamente abili e anziani. Vivere in un ambiente privo di ostacoli rappresenta un prezioso valore aggiunto.

## Consumare il giusto

Tra costruire, risanare e abitare una casa senza rinunciare al nostro stile di vita consumiamo molta energia. Negli ultimi anni nuove tecnologie e competenze hanno permesso di ridurre considerevolmente il consumo dei nostri appartamenti, spesso aumentandone il comfort. Così diamo un contributo fondamentale alla riduzione delle emissioni nocive e alla salvaguardia del pianeta. In questa guida si possono trovare suggerimenti utili per evitare passi falsi e fare scelte appropriate e ben ponderate.

## Costruire bene oggi per avere meno problemi domani

Normalmente il degrado nel tempo di un immobile comporta la riduzione più o meno marcata della qualità di vita e del suo valore. Per preservare il bene e dare sicurezza alle generazioni future, bisogna impegnarsi nella sua continua manutenzione. Risanare, ristrutturare e restaurare sono operazioni che devono avere come fine ultimo il benessere di chi ci vive, tenendo sempre ben presente il comfort e il giusto equilibrio tra qualità e spesa.

## Scegliere bene è una sfida complessa, l'errore è sempre in agguato

Il futuro proprietario di una casa deve assumersi la responsabilità di molte decisioni e spesso il tempo per raccogliere tutte le informazioni necessarie è poco, mentre le opzioni abbondano: una costruzione in legno o in mattoni, una casa tradizionale o moderna, come distribuire i vani, che tipo di impianto installare, ventilazione meccanica sì o no?

## Un Vademecum per orientarsi nelle costruzioni e nei risanamenti

L'Agenzia CasaClima ha elaborato questa guida per accompagnare il committente che vuole costruire o ristrutturare la propria abitazione durante tutto il tragitto che porta dalle prime scelte alla realizzazione finale. Non si tratta di un manuale tecnico, piuttosto di un vademecum per orientarsi nelle diverse fasi della costruzione, a cui far riferimento per valutare le diverse possibilità. La guida permette di avere uno sguardo d'insieme su materiali e tecnologie per consentire al committente di esigere da tecnici e artigiani quella qualità costruttiva che una casa del terzo millennio deve possedere.

**Ulrich Klammsteiner**
Direttore Tecnico - Agenzia CasaClima



KlimaHotel
ClimaHotel®

# **CLIMAHOTEL.** L'ALBERGO PER UNA VACANZA SOSTENIBILE.

**NATURA**
Elevati standard di efficienza energetica
Ridotto impatto idrico
Minimizzazione dell´impatto dei materiali da costruzione

**VITA**
Elevati standard di comfort acustico
Ottimizzazione nell´utilizzo della luce naturale
Valutazione della qualità dell´aria interna

**TRASPARENZA**
Introduzione di un sistema di gestione ambientale
Comunicazione dei principi di sostenibilità







WWW.CLIMAHOTEL.IT



# SENTIRSI A CASA

Tutti noi abbiamo delle aspettative precise quando pensiamo a una casa propria, a un luogo dove sentirci sicuri e a nostro agio. “Sentirsi a casa” è molto più di un tetto sulla testa o dello scrivere il proprio nome sul campanello. Significa mettere radici, rendere proprio uno spazio e diventarne parte.

Oltre alla sua dimensione fisica, materica e concreta, il nostro habitat include anche tutto ciò che è immateriale, intellettuale, sociale e culturale. La casa è il luogo per eccellenza dell’abitare, è il palco su cui va in scena la nostra vita quotidiana. È l’ambiente ideale per essere e per esprimere sé stessi.
Sigmund Freud nel 1929 scrisse: “La casa è una sostituzione del ventre materno, della prima dimora che, con ogni probabilità, l’uomo non cessa di desiderare, dove egli si sentiva a suo agio e sicuro”. Secondo Martin Heidegger, uno dei massimi filosofi del Novecento, il costruire e l’abitare non sono fra loro collegati da una mera relazione strumentale “costruire per abitare”. Nel suo saggio “Costruire, abitare, pensare” (1951) Heidegger sviluppa il pensiero dell’essenza dell’abitare basato su questo trittico concettuale introducendo la dimensione antropologica, in quanto l’interrelazione mutualistica dell’uomo con l’ambiente naturale e quello architettonico ha un’influenza fondamentale nella formazione della sua identità. Solo se abbiamo la capacità di abitare, egli afferma, è possibile costruire.
La validità di questi pensieri è rimasta inalterata fino ad oggi, anche se dai tempi di Freud e Heidegger il rapporto dell’uomo con il suo habitat è fortemente mutato. L’impatto del nostro modo di vivere, consumare e inquinare le risorse naturali ha raggiunto ritmi e dimensioni tali da superare la capacità di rigenerazione del nostro “habitat” e da mettere in grave pericolo l’equilibrio dell’intero pianeta. In un solo secolo la popolazione umana è più che triplicata e la nostra specie è diventata una forza geofisica capace di destabilizzare le condizioni limite della propria esistenza.
Questo vale anche per il settore delle costruzioni. L’edilizia è il più grande consumatore di energia e materie prime al mondo ed è anche il maggiore produttore di emissioni di gas serra. Allo stesso tempo in edilizia, a differenza di tanti altri settori, abbiamo già a disposizione le tecnologie e le soluzioni per ridurre in modo non solo drastico ed efficace ma anche in modo economico, l’impronta ambientale delle nostre case. La tutela dell’ambiente e del clima rappresenta senz’altro una sfida comune che può avere successo solo se le grandi politiche energetico-ambientali trovano riscontro anche ai livelli più bassi di implementazione.
Il cambiamento è ormai necessario e inevitabile e come farlo dipende in buona parte anche da noi stessi e dalle nostre scelte. Da dove iniziare, quindi, se non da casa propria?
Costruire casa è il sogno di molti. Realizzare questo sogno è un’esperienza unica, ma probabilmente anche il principale investimento nella vita della maggior parte di noi. Costruire una casa non è cosa da poco e significa fare un grande sforzo, non solo economico. Le decisioni da prendere sono tante e sbagliare è facile. Ben informati e accompagnati dai professionisti giusti è però possibile affrontare ogni scelta durante le fasi di progettazione e costruzione con più serenità. La casa dei nostri sogni è il risultato di un processo consapevole che considera l’intero ciclo di vita del manufatto. È frutto di un progetto architettonico responsabile che declina nella concezione generale dell’edificio e poi nelle scelte di dettaglio i principi di sostenibilità, nella sua dimensione ecologica, ma anche economica e sociale.
CasaClima ha da sempre cercato di supportare con i propri standard e protocolli questo processo di sostenibilità, ponendo al centro di ogni considerazione l’uomo e il suo benessere. Il risultato di questo percorso è una casa di qualità caratterizzata da un bassissimo impatto ambientale, da ambienti interni salubri e da un elevatissimo comfort abitativo. Con il presente “Vademecum del buon costruire” vogliamo offrire una guida a 360 gradi e di facile lettura per chi vuole intraprendere il percorso di costruire o ristrutturare la propria casa.
Con la viva speranza che questo Vademecum sia un utile supporto nelle varie fasi della vostra avventura, auguro a tutti una buona lettura!

**Ulrich Santa**
Direttore Generale - Agenzia CasaClima

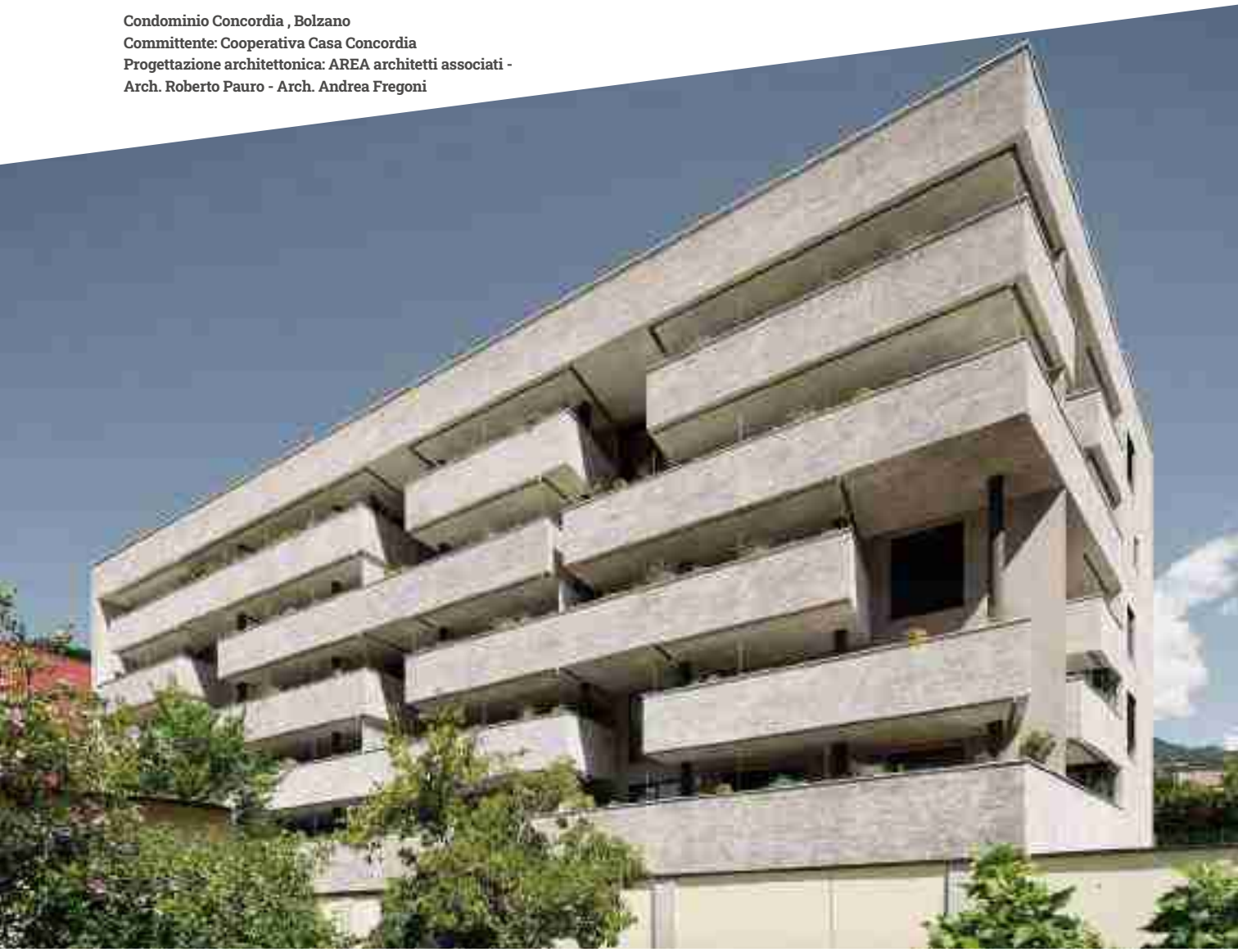
# COSTRUIRE ...

**ciAsa Aqua Bad Cortina, San Vigilio di Marebbe (BZ)**
**Committente: Hotel Aqua Bad Cortina**
**Progettazione architettonica: Pedevilla Architekten**





**Condominio Concordia , Bolzano**
**Committente: Cooperativa Casa Concordia**
**Progettazione architettonica: AREA architetti associati - Arch. Roberto Pauro - Arch. Andrea Fregoni**











**Villa Castelli, Bellano (LC)**
**Committente: Alessandro Castelli**
**Progettazione architettonica: Arch. Valentina Cari**
**Certificazione CasaClima R**





# ... O MEGLIO RISANARE

**Certificazione CasaClima: Risanamento in CasaClima A /**
**Innerbachlerhof - Agriturismo, Postal (BZ)**
**Progettazione architettonica: Geom. Mark Pichler**

# COME FARLO BENE


**1 LA MIA CASA, UNA CASACLIMA** 11

Gli italiani e l'ambiente 12
Fai la casa giusta 14
Perché costruire una CasaClima? 16
CasaClima fake news 17

**2 SOLDI E DINTORNI** 19

Agevolazioni fiscali 20
Fidarsi è bene, assicurarsi è meglio 24

**3 PRIME SCELTE PER COSTRUIRE BENE** 27

L'inizio 28
Evitare gli sprechi 30
L'involucro disperdente 33

**4 ENERGIA - UNA QUESTIONE APERTA** 35

Le ragioni dell'efficienza 36
Risparmio energetico e cambiamenti climatici 37
La certificazione CasaClima 38
Risanare con CasaClima 40
La sostenibilità certificata CasaClima 41
Il consulente CasaClima 44

**5 IL COMFORT IN DETTAGLIO** 49

Comfort degli ambienti interni 50
Comfort termo-igrometrico 50
Ponti termici 53
Tenuta all'aria e al vento 56
Comfort luminoso 57
Comfort acustico 60
Qualità dell'aria 62

**6 SOSTENIBILITÀ CASACLIMA** 67

Scegliere sostenibile 68
Costruire sostenibile 71
Dall'edificio alla collettività 81

**7 L'ISOLANTE ADATTO** 89

Non esiste l'isolante migliore 90
Classificazione 90
Parametri 91
Norme di riferimento 95
Valutazioni ambientali: LCA e EPD 96
CAM edilizia, per un ambiente migliore 97
La sostenibilità dei materiali da costruzione nel protocollo CasaClima Nature 99
Schede materiali 101

**8 SCAVO, FONDAZIONI, LOCALI INTERRATI E PRIMO SOLAIO** 117

Scavo 118
Fondazioni 118
Pareti controterra e interrate 119
Primo solaio 120
Protezione dall'umidità 120
Protezione dal radon 122

**9 UN VESTITO PER LA MIA CASA** 127

Sistemi costruttivi 128
Le pareti 131
Sistemi di facciata 136

**10 COSTRUIRE CON IL LEGNO** 145

Il legno, un materiale sostenibile 146
Requisiti di qualità delle costruzioni in legno 148
Sistemi costruttivi in legno 150
Pareti in legno 152
Attenzione ai dettagli 153
Un esempio di successo 157

**11 IL SISTEMA SERRAMENTO INVOLUCRO** 163

La finestra, un elemento dell'involucro 164
Alla ricerca della finestra giusta 165
Protezione solare: chiusure oscuranti e schermature solari 177
Posa del serramento 182
I componenti ausiliari del sistema finestra 185
Il sigillo FinestraQualità CasaClima 188
Porte 194
Il sigillo PortaQualitá CasaClima 197
Checklist 199

**12 IL TETTO DELLA MIA CASA** 203

Il tetto 204
Requisiti delle coperture 204
Le prestazioni di un tetto in una CasaClima 205
Strati funzionali del sistema tetto 207
Tipologie di coperture 209

**13 IMPIANTI** 221

Il sistema edificio-impianto 222
Il riscaldamento e il raffrescamento 224
I generatori 225
Terminali di emissione 238
Ventilazione meccanica controllata - VMC 245
Impianti solari 256
Un impianto elettrico a norma 261
Home, smart home 266
Largo alla banda larga 269
L'impianto idrico nelle abitazioni 270
Checklist: controllo di qualità degli impianti 277

**14 LA MIA NUOVA VECCHIA CASA** 283

Cosa deve essere rinnovato 284
La riqualificazione energetica dell'involucro edilizio 286
Coperture 293
Solai 302
Interventi di riqualificazione parziale dell'involucro 304
Attenzione ai punti critici: mitigazione dei ponti termici 305
Serramenti 308
Sopraelevazione come strumento di riqualificazione energetica 313
Risanamento impianti 314
CasaClima R come risanare, ristrutturare, riqualificare 318

**15 IL RISCHIO SISMICO** 323

Un paese fragile 324
La situazione sismica in Italia 324
Cos'è un terremoto 324
Prevenzione, previsione, pericolosità, rischio 325
Come incrementare la sicurezza degli edifici 326
Interventi sugli edifici esistenti 327
Tipologie costruttive e carenze strutturali 328
Consolidamento ed efficienza energetica 332
Analisi dei quadri fessurativi ricorrenti 333

**16 NOI CASACLIMA** 335

CasaClima, l'evoluzione della qualità 336
Certificare l'efficienza energetica e la sostenibilità 337
Formarsi per crescere 340
Comunicare per informare 340
Ricerca e sviluppo 344
Facciamo Rete 345

# CASE IN LEGNO DI QUALITÀ

## SOSTENIBILI E AUTONOME



### Visitate il nostro Centro Espositivo “K2” - unico nel campo edile e abitativo

VK Italia realizza la casa dei vostri sogni, ecologica e prefabbricata in legno. Che si tratti di edifici per mono, bi o plurifamiliare, coniughiamo il meglio dei due marchi tradizionali Vario Haus in Austria e Kampa in Germania.

Visitate il nostro Centro Espositivo “K2” a Merano e verificate di persona la nostra qualità: 3 case campione e un’area espositiva di 1.200 m² con pavimenti, piastrelle, bagni e cucine.

VK ITALIA
CASE IN LEGNO PREFABBRICATE

Via A. Kuperion 2-4 | Merano | Alto Adige
**Tel. +39 0473492200**
**info@vkitalia.it**

VARIO HAUS
variohaus.it

KAMPA
kampa.it

# 1
# LA MIA CASA, UNA CASACLIMA


**1.1 GLI ITALIANI E L'AMBIENTE**

**1.2 FAI LA CASA GIUSTA**

Quali costi preventivare?

Quanto è sostenibile la mia casa?

Costruire, ma senza barriere architettoniche

Una casa intelligente

Una casa resiliente

Riuso dei materiali

Manutenzione regolare

**1.3 PERCHÉ COSTRUIRE UNA CASACLIMA?**

Per consumare meno

Per vivere in un'abitazione confortevole

Per vivere in un ambiente salubre

Per avere un minore impatto sull'ambiente

Per aumentare il valore dell'immobile

**1.4 CASACLIMA FAKE NEWS**




Antonio Guillem / iStock Photo

# 1.1 GLI ITALIANI E L'AMBIENTE

Il **66,5%**
è preoccupato per
**cambiamenti climatici/ effetto serra**

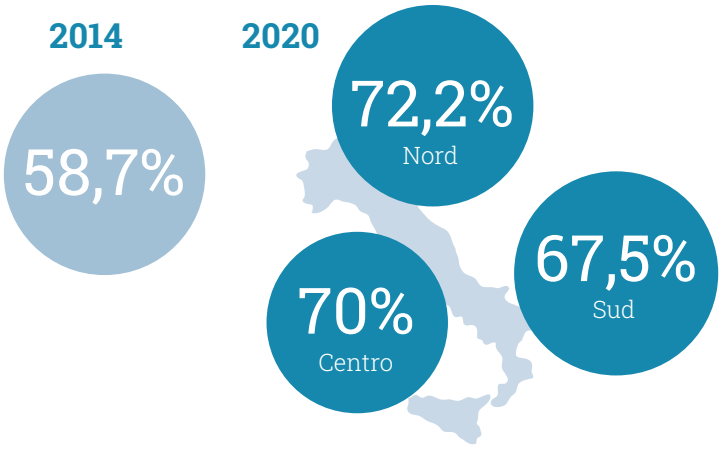
Fonte Istat, persone dai 14 anni in su, Anno 2021



Il **22,4%**
delle persone è preoccupato per il
**dissesto idrogeologico**

Il **65,9%**
è attento a
**non sprecare acqua.**

## Preoccupazione degli italiani verso i cambiamenti climatici /effetto serra




## Rialzo delle temperature

**15,8 °C**
Temperatura media annua nei capoluoghi di regione nel **2020**

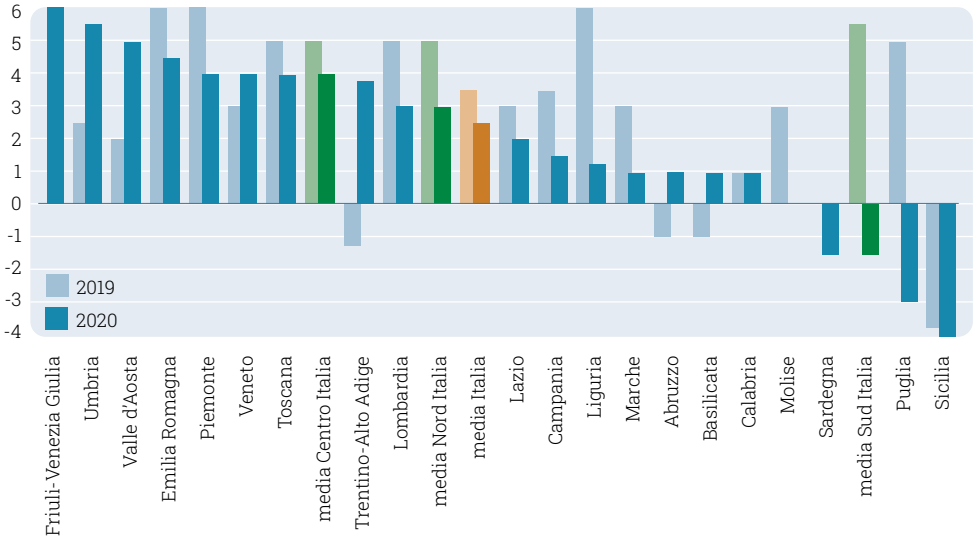


**14,7 °C**
nel periodo **1971-2000**

## Indice di giorni consecutivi senza pioggia (CDD)

scarti dalla mediana climatica (periodo di riferimento 1981–2010) per regione e ripartizione geogrfica. Anni 2019–2020

Fonte: CREA - Istat, Elaborazione su dati ERAS (Programma Copernicus)




## Aumento dei giorni senza pioggia

**661 mm**
la precipitazione totale annua nel **2020**

**793 mm**
la precipitazione totale annua nel periodo **2006-2015**

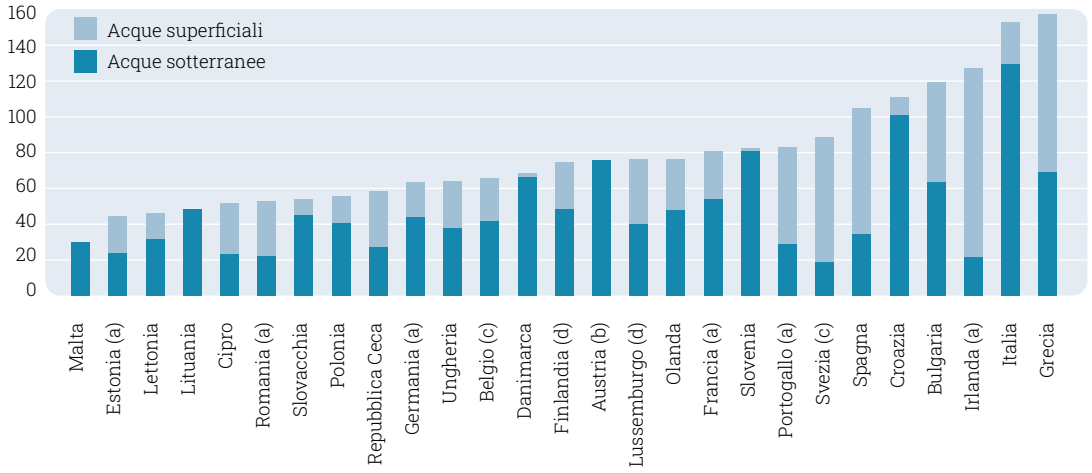
## Consumo di acqua potabile al giorno per abitante

**125** litri in **Europa**

**236** litri in **Italia**

## Prelievo di acqua potabile Paesi UE espresso in metri cubi annui per abitante - 2018

Fonte: Elaborazione Istat su dati Eurostat
(a) Dato 2017, (b) Dato 2016, (c) Dato 2015, (d) Dato 2014




## Spese mensili per l'acqua

**14,68 €**
la spesa per la fornitura di acqua nell'abitazione

**12,56 €**
la spesa per l'acquisto di acqua minerale

Fonte Istat Anno 2020

## Perdite d'acqua

**370** litri
immessi

**36,2%**
dell'acqua immessa in rete
**viene persa**

Il **25 %** degli adulti ritiene l'acqua un problema attuale

Il **68%** degli italiani ritiene che il consumo per la famiglia sia inferiore a 100 litri giornalieri

Fonte: Ricerca Finish-Ipsos secondo l'indagine, condotta su un campione rappresentativo di 1000 persone,

# 1.2 FAI LA CASA GIUSTA

Sono veramente tante le leggi e le normative che regolamentano il mondo delle costruzioni in ogni suo aspetto. Dalle norme tecniche per la statica e la resistenza al sisma, la protezione antincendio, le norme per la salubrità degli ambienti, l'isolamento acustico, l'efficienza energetica, l'abbattimento delle barriere architettoniche, le altezze degli edifici e la distanza tra loro, la tutela degli edifici storici per arrivare fino alle norme che regolano la predisposizione domotica e l'inserimento di colonnine per la ricarica elettrica dei veicoli nel parcheggio condominiale.



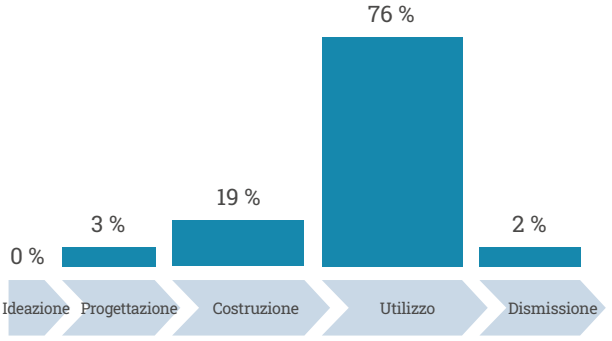
Foto: René Riller

La maggior parte delle disposizioni non sono dovute a una cieca frenesia normativa, ma sono espressione del consenso sociale su principi di valori comuni come la sicurezza, la protezione dell'ambiente o aspetti del diritto di vicinato.

Soprattutto quando si tratta di tutela del clima e di efficienza energetica, l'interesse pubblico non si ferma alle nostre quattro mura e pertanto le norme hanno come obiettivo la riduzione dei consumi in ambito edilizio dato che i nostri edifici producono un terzo delle emissioni di $CO^2$ a livello nazionale e in pochi altri settori le possibilità tecniche permettono riduzioni così efficienti e convenienti del consumo energetico e della riduzione di emissioni climalteranti.

## Quali costi preventivare?

Se guardiamo l'intero ciclo di vita di un edificio, dalla costruzione alla demolizione, troviamo che la maggior parte dei costi totali provengono dalla sua gestione nel corso degli anni. Per contenere questa spesa da un lato è importante mantenere il fabbisogno energetico il più basso possibile e dall'altro distribuire i costi di gestione su quanti più anni possibili, assicurando una lunga vita utile all'immobile.




**Distribuzione dei costi durante il ciclo di vita/vita utile 50 anni.**
**I valori possono variare molto a seconda del tipo e dell'uso dell'edificio.**

## Quanto è sostenibile la mia casa?

Per valutare la sostenibilità di un edificio, non ci si può limitare al solo consumo di energia durante la sua gestione, ma va considerato l'intero ciclo di vita. Durante tutta la fase di costruzione - dalla produzione dei materiali, alla loro lavorazione e al loro trasporto dei materiali, fino alle fasi di costruzione e alla consegna della casa chiavi in mano si creano flussi di energia e di prodotti che hanno un evidente impatto sull'ambiente. Per l'eco bilancio è determinante anche il tempo di costruzione e la vita utile dell'edificio.



Foto: Andreas Tauber

## Costruire, ma senza barriere architettoniche

Per la maggior parte di noi, costruire o ristrutturare integralmente la propria casa è il più grande investimento della vita. Per questo motivo, è importante pianificare attentamente e valutare quali cambiamenti d'uso potrebbero essere richiesti nel futuro. Una casa ben progettata e costruita può infatti durare per diverse generazioni e in molti casi queste vivranno nella casa contemporaneamente e insieme a noi. Pertanto, il consiglio è quello di pianificare in modo tale che la casa possa essere flessibile ed essere adeguata senza grandi e costosi interventi sia da un punto di vista funzionale che di arredamento.

Si deve quindi tenere conto delle necessità attuali e future e delle possibilità di modificare in futuro gli ambienti, ma anche della routine quotidiana in casa, che può cambiare a seconda delle diverse fasi di vita. Il nostro spazio abitativo dovrebbe essere progettato in modo da garantire la massima qualità di vita possibile anche in caso di diminuzione della mobilità in età avanzata o in caso della presenza di bambini di qualsiasi età.

## Una casa intelligente

In un edificio si possono affidare alla gestione di un sistema domotico molte funzioni e in maniera molto efficiente. Una smart home è capace di coordinare e controllare in modo simultaneo e intelligente una serie di dispositivi e funzioni cosa che, solo fino a pochi anni fa, sembrava impensabile. Una casa in cui alcuni componenti tecnologici, gestiti da uno smartphone o da un dispositivo vocale anche da remoto, sono perfettamente integrati e connessi. Ciò significa ad esempio che alcuni elettrodomestici, così come gli apparecchi di illuminazione o le tapparelle, possono essere gestiti anche quando non siamo in casa ed anche da soli una volta programmati.



Foto: Fotolia

## Una casa resiliente

L'industria delle costruzioni è un settore che è fortemente influenzato dal cambiamento climatico e gli effetti della crisi climatica si riflettono anche sugli edifici, poiché l'aumento di eventi meteorologici estremi si ripercuote direttamente sulle case e, nel peggiore dei casi, può danneggiare il tessuto edilizio. Ogni anno in Europa, sono diversi i fattori ambientali che concorrono a causare danni agli edifici nell'ordine di grandezza di diversi milioni di euro.

La vulnerabilità delle costruzioni dipende direttamente dalla loro ubicazione e dalle condizioni strutturali. Una casa resiliente al clima dovrebbe essere in grado di resistere e adattarsi ai cambiamenti anche repentini del tempo, senza grandi danni alla struttura e rischi per gli occupanti. Non è difficile supporre che in futuro si potranno verificare sempre più frequentemente periodi di calore estremi, forti piogge, inondazioni e tempeste. Per questo motivo, i proprietari di edifici e i progettisti dovrebbero affrontare queste eventualità già nella fase di progettazione poiché con misure preventive strutturali e tecniche, i danni, se non completamente evitati, possono essere ridotti.

## Riuso dei materiali

In Europa l'industria delle costruzioni consuma quasi il 50% di tutte le materie prime e genera quasi il 60% dei rifiuti prodotti. Pertanto, il riutilizzo dei materiali da costruzione è raccomandabile sia dal punto di vista economico che ambientale.



Foto: Adobe Stock

Nel settore edile, oltre al riutilizzo dei metalli, oggi è possibile riciclare anche gran parte dei materiali da demolizione, riutilizzandoli nella costruzione di nuovi edifici. Il riciclaggio di materiali compositi, invece, risulta essere ancora poco diffuso.

## Manutenzione regolare

Se un edificio deve resistere nel tempo, bisogna avere cura di eseguire periodicamente la manutenzione sia sulla struttura che sugli impianti. Col passare degli anni è inevitabile che l'edificio mostri segni di usura o addirittura qualche danno. Per prolungare la vita utile dell'edificio e dei suoi impianti questi danni/malfunzionamenti devono essere precocemente rilevati, attraverso ispezioni regolari, e riparati quanto prima.

### PREPARARSI ALLE SPESE IMPREVISTE



Le ispezioni regolari hanno un carattere preventivo e contribuiscono a contenere i costi di manutenzione. Per essere preparati a eventuali spese impreviste alcuni regolamenti condominiali raccomandano ai proprietari delle singole unità abitative di accantonare una riserva finanziaria per eventuali manutenzioni necessarie all'edificio. Generalmente si consiglia una riserva pari all'1% del valore del nuovo edificio all'anno e tra 7 e 10 euro per m² l'anno. Tenendo conto di tali costi nel proprio budget ci si può considerare tranquilli da un punto di vista di copertura delle spese per la manutenzione della propria casa.

# 1.3 PERCHÉ COSTRUIRE UNA CASACLIMA?

La certificazione CasaClima, presentata nel 2002 in ottemperanza della Direttiva CEE 2002/91/CE seguita al protocollo di Kyoto, ha goduto sin dall'inizio di un ampio favore nella pratica edilizia ed è diventata, anche a livello nazionale, un vero e proprio riferimento per un costruire energeticamente efficiente e sostenibile. L'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima è l'ente preposto alla certificazione energetica degli edifici nella Provincia di Bolzano. Al di fuori della provincia la certificazione CasaClima è volontaria e non sostituisce la certificazione energetica in vigore sul territorio nazionale (APE).

Per essere ottenere la certificazione CasaClima un edificio deve essere progettato secondo specifici requisiti definiti dalle Direttive Tecniche CasaClima e avere un calcolo energetico conforme ai protocolli di certificazione sia per quanto riguarda il fabbisogno energetico del solo involucro che dell'edificio nel suo complesso. La qualità dell'esecuzione è assicurata da ispezioni in cantiere durante i lavori, i cosiddetti audit, eseguiti da tecnici non coinvolti nella progettazione e che hanno seguito una specifica formazione presso l'Agenzia CasaClima. Gli audit hanno come obiettivo la verifica della congruità dei lavori al progetto. Se i controlli eseguiti sul progetto e in cantiere hanno esito positivo l'edificio potrà essere certificato ricevendo la targhetta CasaClima e il certificato energetico di qualità CasaClima.

## Per consumare meno

Un'abitazione efficiente dal punto di vista energetico si caratterizza per bassi fabbisogni energetici e bassi costi di gestione. Le sue caratteristiche più importanti sono: un'efficace coibentazione dell'involucro esterno, un'ottima tenuta all'aria per ridurre le dispersioni di calore in inverno e l'ingresso del caldo in estate, l'assenza di ponti termici e un sistema impiantistico calibrato alle effettive necessità della casa e alimentato da fonti energetiche rinnovabili.

## Per vivere in un'abitazione confortevole

Una casa attentamente progettata e realizzata è in grado soddisfare al meglio i principali parametri del comfort: una giusta temperatura degli ambienti, una buona qualità dell'aria interna, una corretta illuminazione e una protezione dall'inquinamento acustico. Questi aspetti, se mantenuti entro parametri ottimali, consentono di vivere in un clima di benessere, che non è semplicemente una sensazione percepita soggettivamente, ma un vero e proprio sistema qualitativamente e quantitativamente definito.

## Per vivere in un ambiente salubre

È noto che trascorriamo circa il 90% del nostro tempo in luoghi chiusi e per questo la qualità di tali ambienti influisce necessariamente sul nostro benessere e sulla nostra salute. In un'abitazione costruita con attenzione ai materiali impiegati e alla loro provenienza e dove l'aria è ricambiata con regolarità, gli ambienti sono più salubri e garantiscono una migliore qualità di vita.

## Per avere un minore impatto sull'ambiente

I consumi legati agli impianti di riscaldamento e di climatizzazione sono una delle maggiori fonti di inquinamento atmosferico. Una casa ben costruita e che utilizza fonti energetiche rinnovabili per alimentare i propri impianti consente di risparmiare anche l'80% di energia rispetto ad un'abitazione tradizionale, riducendo drasticamente l'emissione di sostanze inquinanti e climalteranti.

## Per aumentare il valore dell'immobile

Una casa ben progettata in tutti i dettagli, costruita con materiali e sistemi costruttivi che riducono al minimo le dispersioni energetiche e che utilizza un'impiantistica ottimizzata alle reali esigenze, mantiene il suo valore nel tempo e le spese necessarie alla sua realizzazione possono essere considerate nell'ottica di un investimento per il futuro.

# 1.4 CASACLIMA FAKE NEWS

Attorno alla tematica degli edifici ad alta efficienza energetica ruotano alcune affermazioni errate e mezze verità. Anni fa, per esempio, era ancora molto diffusa l'idea che una CasaClima architettonicamente dovesse assomigliare a un cubo con tetto a falda unica. Questo mito è stato ampiamente sfatato dalle numerosissime realizzazioni in Alto Adige e nel resto d'Italia. Una CasaClima non è vincolata ad una forma architettonica o tipologica e può essere costruita con qualsiasi materiale e tipologia costruttiva se rispetta i requisiti richiesti dall'Agenzia. Qui abbiamo riportato alcune tra le fake news più comuni.

**UNA CASACLIMA COSTA DI PIÙ.**
Costruire o ristrutturare una casa certificata CasaClima non necessariamente ha un costo maggiore, soprattutto considerando che i costi vengono ammortizzati da un minore consumo energetico e da una ridotta manutenzione.

**LE FINESTRE NON POSSONO ESSERE APERTE SE LA CASA HA UN IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA.**
Questa è una tra le convinzioni più diffuse ed errate su CasaClima, arrivando al paradosso che gli edifici ad alta efficienza energetica non abbiano nemmeno le maniglie alle finestre. È vero che negli edifici efficienti dotati di ventilazione meccanica, il ricambio d'aria negli ambienti è assicurato dall'impianto di VMC e non è più necessario aprire le finestre, ma ciò non significa che gli abitanti non possano farlo a loro piacimento.
Aprire le finestre in un edificio dotato di VMC è dunque possibile, a scapito di una perdita energetica, ma non sarebbe necessario in quanto l'aria viene ricambiata autonomamente dall'impianto che sarà in grado di garantire un'ottima qualità dell'aria interna. Chiunque abbia avuto modo di conoscere il comfort che una buona ventilazione meccanica controllata è in grado di offrire, soprattutto nella stagione fredda, difficilmente vorrà farne a meno.

**UNA CASACLIMA DEVE ESSERE ESCLUSIVAMENTE COSTRUITA CON ISOLAMENTO ESTERNO.**
Anche questa affermazione non è corretta.
Una CasaClima può essere costruita anche in costruzione monolitica (sezioni di pareti esterne monostrato costituite da un unico materiale, per esempio legno massiccio, laterizio o calcestruzzo cellulare autoclavato). L'importante è che l'involucro dell'edificio sia isolato termicamente, siano minimizzati i ponti termici e sia garantito un ridotto fabbisogno energetico: tutto ciò può essere ottenuto anche senza isolamento esterno.

**I MURI DEVONO RESPIRARE.**
Un muro costruito correttamente è a tenuta all'aria e al vento, indipendentemente dalla tipologia costruttiva. Attraverso gli elementi costruttivi non c'è e non ci deve essere passaggio di aria. Questo non va confuso con la capacità delle superfici murarie di regolare, in una certa misura, la migrazione di umidità per diffusione e non per convezione (trasporto tramite flussi di aria). In ogni modo, i ricambi d'aria avvengono attraverso le finestre, le porte e il sistema di ventilazione meccanica ove previsto. In presenza di "perdite" nell'involucro dell'edificio e di punti con tenuta all'aria non adeguata l'aria e l'umidità possono entrare negli elementi costruttivi e causare la formazione di muffe e condense.

**UNA STUFA NON PUÒ ESSERE UTILIZZATA IN UNA CASACLIMA.**
In una CasaClima possono essere installate anche stufe a legna/pellet e cucine economiche. Tuttavia, è opportuno non installare vecchi modelli con tecnologie obsolete. A causa dell'ermeticità degli edifici, infatti, devono essere installate stufe che non prelevano l'aria di combustione dagli ambienti interni, ma dall'esterno attraverso un condotto d'aria separato o una canna fumaria.


Foto: Ille Costruzioni

TopHaus

# Soffitto radiante

qui al **video**

# Tutto il comfort viene dall‘alto










**Riscaldare** e **raffrescare** **con un unico sistema**

- per nuove costruzioni e risanamenti
- applicabile in ambito: residenziale, commerciale, produttivo e strutture ricettive
- spessore minimo a partire da 3cm di ingombro
- raffrescamento senza correnti d‘aria
- comfort elevato grazie all‘irraggiamento termico


Chiamate o scriveteci

**Geom. Elmar Tapfer**

Responsabile tecnico

347 8667063

0471 098 860

tecnica@tophaus.com




BOLZANO | BRESSANONE | LANA | RASUN | LAVIS | TRIENT | PERGINE V. | CASTEL IVANO

# 2
# SOLDI E DINTORNI


**2.1 AGEVOLAZIONI FISCALI**

Superbonus
Bonus casa/Bonus ristrutturazione
Ecobonus per riqualificazione energetica
Sismabonus
Bonus verde
Bonus mobili ed elettrodomestici
Abbattimento barriere architettoniche
Bonus idrico
Bonus acqua potabile
Conto Termico 2.0
Tabelle riassuntive incentivi 2023

**2.2 FIDARSI È BENE, ASSICURARSI È MEGLIO**

Assicurazione condominio
Assicurazione casa
A garanzia del committente e dell'impresa edile




marchmeena24 / iStock Photo

# 2.1 AGEVOLAZIONI FISCALI

In un territorio come quello italiano costitito da dieci milioni di edifici residenziali costruiti prima del 1990 (circa l'80% del patrimonio immobiliare residenziale) diventa prioritario incentivare la riqualificare dell'esistente per uniformarsi ai livelli di salubritá e comfort degli standard europei e salvaguardare cosi, il valore economico degli immobili.

**LE AGEVOLAZIONI FISCALI PER LA RIQUALIFICAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO**

Gli incentivi fiscali governativi messi in atto in questo ultimo periodo costituiscono un'agevolazione unica per abbattere l'impegno economico di quelle famiglie che intendono intervenire sulle proprie abitazioni, condominio o case private, allo scopo di:

- ridurre le spese per la climatizzazione;
- aumentare il comfort e la salubrità;
- mettere in sicurezza l'edificio;
- ridurre le emissioni climalteranti;
- rivalutare il proprio immobile.

In questa breve trattazione riportiamo le informazioni principali delle principali agevolazioni che riguardano la casa come :

- Superbonus
- Bonus casa/Bonus ristrutturazione
- Ecobonus
- Sismabonus
- Bonus verde
- Bonus mobili ed elettrodomestici
- Agevolazione per l'eliminazione delle barriere architettoniche
- Bonus idrico
- Bonus acqua potabile
- Conto Termico 2.0

Rimandiamo alle pagine dell'Agenzia delle Entrate e dell'ENEA gli approfondimenti e gli aggiornamenti sull'argomento.

Agenzia delle Entrate

ENEA

## Superbonus

Il superbonus ha avuto, a partire dal 2023, una sostanziale revisione con importi e detrazioni diversificati rispetto agli anni precedenti. È stato introdotto con il decreto-legge n. 34/2020 (decreto Rilancio), con una percentuale di incentivo del 110% delle spese sostenute per gli interventi di ristrutturazione finalizzati all'efficienza energetica e al consolidamento statico per le riduzione del rischio sismico degli edifici. A partire dal 2023 l'agevolazione è stata progressivamente ridotta.

L'incentivo si affianca alle detrazioni, già in vigore da molti anni, spettanti per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici (ecobonus) e per quelli di recupero del patrimonio edilizio, inclusi quelli antisismici (sismabonus), attualmente disciplinate, rispettivamente, dagli articoli 14 e 16 del decreto legge n. 63/2013.

**GLI INTERVENTI AGEVOLATI**

Per quanto riguarda gli interventi che accedono al Superbonus il Decreto Rilancio ha previsto degli interventi cosiddetti trainanti, ovvero necessari per accedere all'aliquota maggiorata e che prevedono alcuni requisiti minimi, e altri trainati, che accedono alla detrazione solo se effettuati contestualmente ad almeno uno degli interventi principali di isolamento termico, di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale o di riduzione del rischio sismico.

**Interventi trainanti**

- Isolamento termico dell'involucro opaco che interessa più del 25% della superficie lorda disperdente dell'edificio o della unità immobiliare;
- Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale sulle parti comuni;
- Interventi locali, di miglioramento e adeguamento sismico con o senza passaggio di Classe di Rischio Sismico. Compresa la demolizione e ricostruzione.

**Interventi trainati**

Agevolabili solo se eseguiti congiuntamente a un intervento trainante:

- Interventi di efficientamento energetico;
- Installazione di impianti solari fotovoltaici e sistemi di accumulo;
- Infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici;
- Interventi di eliminazione delle barriere architettoniche.

Per gli ultimi aggiornamenti riguardanti gli incentivi fiscali statali sull'efficienza enegetica vi invitiamo a consultare i siti web dell'Agenzia delle Entrate. e di ENEA.

In alternativa alla detrazione diretta, si può beneficiare dell'agevolazione fiscale Superbonus/Bonus Ristrutturazione/Bonus Casa/Sismabonus mediante una delle modalità previste dall'articolo 121 del decreto legge n. 34/2020. In particolare, è possibile optare per un contributo anticipato sotto forma di:

- **sconto in fattura:** sconto praticato dai fornitori dei beni o servizi;
- **cessione del credito:** corrispondente alla detrazione spettante a favore dei fornitori dei beni e dei servizi necessari alla realizzazione degli interventi, di altri soggetti (persone fisiche, anche esercenti attività di lavoro autonomo o d'impresa, società ed enti), istituti di credito e intermediari finanziari.

## Bonus casa / Bonus ristrutturazione

Il bonus ristrutturazioni rientra tra gli incentivi rivolti ad un miglioramento edilizio e prevede per chi è in possesso dei requisiti richiesti, una detrazione fiscale del 50% per i lavori di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, su edifici singoli o condominiali.

- La detrazione del 50% è valida per le spese sostenute dal 26 giugno 2012 al 31 dicembre 2024, fino ad un tetto di spesa massimo di 96.000 euro, da ripartire in 10 quote annuali dello stesso importo.
- Rientrano nell'incentivo non solo le spese di manutenzione straordinaria dedicate ai singoli edifici, ma anche quelle di manutenzione ordinaria previste nei condomini.
- Per beneficiare del bonus è possibile procedere alla cessione del credito d'imposta dello stesso importo.

### COMUNICAZIONE A ENEA



Dal 2018, per ottenere la detrazione fiscale del 50%, è obbligatorio anche per alcuni interventi rientranti tra quelli agevolabili con il Bonus Casa trasmettere all'ENEA le informazioni sugli interventi che comportano risparmio energetico e/o utilizzo delle fonti rinnovabili (Bonus Casa), come già previsto per tutti gli interventi di Ecobonus.

L'invio deve avvenire entro il termine di 90 giorni a partire dalla data di fine lavori o del collaudo, esclusivamente per via telematica collegandosi all'indirizzo https://detrazionifiscali.enea.it.

## Ecobonus per riqualificazione energetica

La scadenza dell'ecobonus, la detrazione sugli interventi di efficienza e riqualificazione energetica degli edifici:è stata prorogato al 31 dicembre 2024.

Restano quindi in vigore le seguenti detrazioni:

- 50% per lavori inerenti a infissi, schermature solari, nonché la sostituzione degli impianti di climatizzazione con caldaie a biomassa o a condensazione almeno di classe A
- 65% per interventi di riqualificazione globale dell'edificio, l'installazione di sistemi di termoregolazione evoluti, di microcogeneratori, generatori ibridi, collettori solari, pompe di calore e sistemi di building automation.
- 70%–75% per le spese che interessano parti comuni condominiali senza apportare la riduzione del rischio sismico.

**PER PARTI COMUNI CONDOMINIALI SI INTENDONO:**

- il suolo su cui sorge l'edificio, le fondazioni, i muri perimetrali, i tetti e i lastrici solari, le scale, i portoni d'ingresso, i vestiboli, i portici, i cortili, tutte le parti dell'edificio destinati all'uso comune;
- i locali per la portineria e per l'alloggio del portiere, per la lavanderia comune, per la centrale termica o per altri simili servizi comuni;
- le opere, le installazioni, i manufatti di qualunque genere che servono all'uso e al godimento comune, come gli ascensori, i pozzi, le cisterne, le fognature, ecc.

## Sismabonus

Il sismabonus prevede una serie di detrazioni per le spese eseguite per gli interventi di miglioramento del rischio sismico di singole unita immobiliari e dei condomini . Possono essere inseriti anche compresa gli interventi di demolizione e ricostruzione o ristrutturazione.

Confermate quindi le detrazioni per gli edifici in zona sismica 1,2 e 3, che partono dal 50% per arrivare al 75% della spesa sostenuta se si dimostra il passaggio ad una classe di rischio inferiore e l'85% a due classi di rischio in meno. Il limite di spesa per unità immobiliare è 96.000 euro.
Le agevolazioni valgono anche nel caso si acquisti un immobile antisismico, sia residenziale sia a destinazione produttiva, situato nelle zone a rischio sismico 1, 2 e 3.




**Condominio Progetto Europeo Sinfonia (BZ)**
**Prima della ristrutturazione**




**Condominio Progetto Europeo Sinfonia (BZ)**
**Dopo la ristrutturazione**

## Bonus verde

Il bonus verde è prorogato fino al 2024 con la detrazione del 36% per la sistemazione a verde di case e condomini. Sono incluse la realizzazione di coperture a verde, giardini pensili, sistemazione a verde di aree scoperte private, con relative spese di manutenzione e progettazione.
Il limite di spesa è 5.000 euro, per un bonus verde di 1800 euro per unità immobiliare. La detrazione verrà corrisposta in 10 anni di rate annuali di pari importo. In caso di immobili residenziali adibiti anche per attività commerciale o esercizio di professione, la detrazione si dimezza.

## Bonus mobili ed elettrodomestici

Il bonus mobili ed elettrodomestici, è stato prorogato fino al 2024 con alcune novità.La detrazione del 50% viene applicata su un limite di spesa di 8000 euro nel 2023 e verrà ulteriormente ridotto a 5.000 euro nel 2024.
Confermate le classi energetiche degli elettrodomestici: non inferiore alla A per i forni, E per le lavastoviglie, lavatrici e lavasciugatrici, F per i congelatori e i frigoriferi.

**Il bonus è erogabile solo nel caso di arredo di immobili oggetto di ristrutturazione: l'inizio dei lavori deve essere datato almeno a partire dal primo gennaio dell'anno precedente all'acquisto dei mobili.**

## Abbattimento barriere architettoniche

È un'agevolazione con aliquota al 75% per quei contribuenti che effettuano interventi per l'eliminare delle barriere architettoniche.
Rientrano nell'agevolazione legata alla ristrutturazione edilizia le spese sostenute per ascensori e montacarichi, per elevatori esterni all'abitazione, per la sostituzione di gradini con rampe, sia negli edifici che nelle singole unità immobiliari, e quelle per la realizzazione di strumenti che, attraverso la comunicazione, la robotica e ogni altro mezzo tecnologico, favoriscono la mobilità interna ed esterna delle persone portatrici di handicap grave.

**La detrazione non si applica, invece, per il semplice acquisto di strumenti o beni mobili, anche se diretti a favorire la comunicazione e la mobilità della persona con disabilità**.

È infine possibile usufruire per gli interventi finalizzati alla eliminazione delle barriere architettoniche delle aliquote (ad oggi) più vantaggiose del "Superbonus". In questo caso i lavori devono essere eseguiti congiuntamente a interventi di isolamento termico delle superfici opache o di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti rientrando cosi nella casistica dei cosiddetti interventi trainanti.

## Bonus idrico

Il bonus idrico è finanziato fino al 31 dicembre 2023, chiamato anche bonus bagno o bonus rubinetti, prevede un contributo di 1.000 euro per le spese effettuate per sostituire sanitari, rubinetti, soffioni e colonne doccia con nuovi modelli a scarico ridotto o limitazione di flusso. Il contributo comprende anche le opere idrauliche e murarie collegate e lo smaltimento degli apparecchi preesistenti.

## Bonus acqua potabile

Operativo nel 2023 anche il bonus acqua potabile. Questa agevolazione consiste in un credito di imposta pari al 50% della spesa per l'acquisto e l'installazione di sistemi filtraggio, mineralizzazione, raffreddamento o addizione di anidride carbonica fino a 500 euro.

Per gli ultimi aggiornamenti riguardanti gli incentivi fiscali statali sull'efficienza enegetica vi invitiamo a consultare i siti web dell'Agenzia delle Entrate. e di ENEA.

## Conto Termico 2.0

Il conto termico è uno strumento di incentivazione introdotto dal Decreto Ministeriale del 28 dicembre 2012 indirizzato alla Pubblica Amministrazione e a soggetti privati. Entrambi possono delegare a terzi (ESCO) la gestione della pratica amministrativa. Il responsabile della gestione del meccanismo e dell'erogazione dell'incentivo è il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) che norma come accedervi e si occupa di stabilire quali sono gli interventi ammessi.
Il Conto Termico 2023 prevede dei bonus economici equivalenti al 65% della spesa sostenuta per il miglioramento dell'efficienza e del risparmio energetico degli edifici e per la produzione di energia rinnovabile, per Pubbliche Amministrazioni e soggetti privati, sia imprese che di natura residenziale. Il Conto Termico GSE 2.0 è stato pensato anche in funzione delle aziende del settore agricolo (serre e simili), in funzione dell'abbattimento dei costi per l'approvvigionamento energetico.
Per soggetti privati si intendono le persone fisiche, i condomini, i soggetti titolari di reddito d'impresa o agrario, indipendentemente dal reddito. Vengono ammessi al bonus incentivi Conto Termico 2.0 gli impianti di piccole dimensioni per la produzione di energia termica e gli interventi per il risparmio energetico:

- Pompe di calore, sia per la climatizzazione che per la produzione di ACS
- Caldaie, termocamini a biomassa, stufe a pellet e simili
- Sistemi ibridi a pompe di calore
- Impianti solari termici e termodinamici




**Casa Vaona, Marano di Valpolicella (VR)**
**Ristrutturazione con protocollo CasaClima R**

Si tratta di un contributo variabile, da calcolare secondo parametri specifici, come ad es. la zona climatica, e viene accreditato direttamente sul conto corrente. La soglia massima dell'incentivo erogabile è il 65% delle spese sostenute.

Le Pubbliche Amministrazioni possono sfruttare anche la modalità cosiddetta "a prenotazione", che dà la possibilità di usufruire degli incentivi prima dell'avvio dei lavori. I privati invece, possono presentare le richieste di rimborso spese alla fine dei lavori.

### CONTO TERMICO O DETRAZIONE FISCALE?



Gli incentivi del conto termico non sono cumulabili con le agevolazioni fiscali Irpef, quindi è opportuno valutare attentamente la scelta più conveniente. Se da una parte il conto termico consente di poter rientrare direttamente sul proprio conto corrente di una somma di denaro, a fronte però di un iter burocratico molto più complesso di quello delle detrazioni.

**Maggiori informazioni sono disponibili sul sito www.agenziaentrate.gov.it**

# 2.2 FIDARSI È BENE, ASSICURARSI È MEGLIO

L'assicurazione sulla casa è un contratto che garantisce la propria abitazione e quello che essa contiene da eventi indesiderati, come furti o danni, provocati ad esempio dall'improvvisa rottura dell'impianto elettrico o idrico, fino a quelli provocati da calamità naturali. Pagando il premio stabilito all'atto della stipula, qualora dovesse verificarsi un evento accidentale, l'assicurazione riduce o elimina il rischio di dover pagare ingenti somme per imprevisti più o meno gravi.

A monte di una polizza l'assicuratore deve, secondo le modalità pattuite, rimborsare una parte o interamente il danno causato da un sinistro, su pagamento di un premio. Le assicurazioni sulla casa si definiscono polizze globali, perché includono sia i danni provocati da incendio che le responsabilità civili.

## Assicurazione condominio

Questo tipo di polizza assicurativa può essere stipulata dal condominio nella persona del suo amministratore.
Una polizza assicurativa condominiale ha lo scopo di risarcire i danni:

- che si abbattono sull'edificio, sia sulle parti comuni che sulle abitazioni private. Ad esempio, quelli causati da una calamità naturale come l'allagamento;
- causati dall'edificio e che si abbattono su terzi, intesi sia come danni a persone sia come danni ad altre proprietà. Esempi possono essere il crollo di un muro che danneggia un altro edificio, la caduta di un calcinaccio dalla facciata dell'edificio, il crollo di un balcone sulla sottostante via pedonale, fino ai danni da infiltrazioni o perdite d'acqua.

Come per tutte le polizze assicurative anche quella condominiale offre:

- una copertura base solitamente proposta da tutte le compagnie. Rientra nella formula base anche l'incendio che, di regola, copre anche i danni causati da fulmine, scoppio, implosione e altri danni connessi a questi eventi;
- coperture aggiuntive a seconda delle esigenze dei proprietari.

La polizza sui condomini non copre solamente i danni alle parti comuni, ma anche quelli sulle singole abitazioni, che rientrino nella copertura assicurativa. L'assicurazione non copre i danni causati da trascuratezza o distrazione del condominio.


Rido / Adobe Stock

## Assicurazione casa

Districarsi tra le diverse proposte assicurative non è semplice, ma il consiglio che la maggior parte degli esperti del settore dà nel momento in cui si stipula un'assicurazione è quello di evitare di "sottoassicurarsi", cioè di tutelarsi per un valore di molto inferiore, perché in caso di sinistri si avrebbe diritto ad un rimborso troppo basso rispetto al valore della casa e dei beni perduti.

### LE FORMULE DI POLIZZA

I costi del premio di un'assicurazione sulla casa possono variare in base a molti fattori, come il luogo in cui si trova l'edificio e il livello di rischio a cui è esposto (ad es. se esso si trova vicino al mare, ad un fiume, in una zona ad alta sismicità, ecc.). Il premio dipende anche dallo stato di conservazione dell'edificio, la vetustà, le caratteristiche costruttive, il numero di piani, ecc.

**RICORDA!**

Non esiste ad oggi una disciplina di legge che obblighi ad assicurare un condominio, ma questo non significa che in concreto non lo sia.

Se nel regolamento di condominio è prevista la copertura assicurativa, di fatto, diventa un dovere da parte del condomino, a meno che non sia cambiato il regolamento condominiale.

### ATTENZIONE!



Se si opta per stipulare una polizza personale del proprio appartamento, in presenza di una polizza condominiale già stipulata, non si dovranno inserire nel nuovo contratto le voci già presenti in quello collettivo.

In caso di danno dovranno rispondere, e di conseguenza pagare la propria parte di risarcimento fino a coprire l'indennizzo previsto, sia la polizza privata che quella condominiale.

Adeguati sistemi di sicurezza generalmente fanno scontare il premio dell'assicurazione sulla casa. Infatti, se l'abitazione assicurata è dotata di un sistema di sicurezza efficace e molto tecnologico, lo sconto sulla polizza è più alto. Nel caso invece in cui l'abitazione abbia porte blindate, finestre antieffrazione e inferriate, ovvero sistemi passivi di sicurezza, lo sconto sul premio sarà inferiore.

Lo sconto sul premio sarà maggiore nel caso siano installati sistemi antifurto moderni ad esempio dotati di telecamere, sensori, sirene che si attivano alla presenza di estranei in casa o che sono collegati direttamente con le forze dell'ordine.

Sono molti gli aspetti da valutare per fare la scelta giusta, e per questo vale sempre la pena informarsi attentamente e magari consultarsi con esperti neutrali e non direttamente coinvolti in una specifica soluzione.

## A garanzia del committente e dell'impresa edile

Le varie polizze assicurative, obbligatorie e non, vengono spesso considerate come ulteriori costi da aggiungere alla contabilità di cantiere, senza recepirne invece la fondamentale importanza di tutela dagli innumerevoli eventi dannosi che possono verificarsi nel periodo di costruzione di un edificio. Analizzare i rischi e tutelarsi da essi è non solo un investimento in termini di protezione della stabilità economica dell'impresa, ma soprattutto in termini di risorse umane che partecipano alla realizzazione dell'opera.

- Per un committente una delle maggiori preoccupazioni nell'acquisto di una casa di nuova costruzione è l'eventualità che il costruttore possa fallire, e che quanto versato a titolo di caparra possa andare perduto. Il quadro normativo italiano tutela il committente in questa situazione con il decreto legislativo n.122 del 20 giugno 2005, in base al quale, la ditta costruttrice è tenuta a rilasciare all'acquirente una fideiussione bancaria o assicurativa pari all'importo di tutte le somme anticipate. In questo modo qualora sopraggiungano problemi a carico dell'impresa costruttrice, il compratore potrà richiedere all'assicurazione (o alla banca) la restituzione del proprio denaro.
- Un altro strumento previsto a garanzia dell'acquirente è la polizza decennale postuma, che l'impresa costruttrice è tenuta a stipulare a beneficio dell'acquirente per eventuali "gravi difetti" di costruzione e danni arrecati a terzi. Essa copre gli eventuali problemi costruttivi per dieci anni dalla data di utlimazione, ed è normata dall'articolo 4 del Decreto Legislativo 122/2005 e trae origine dall'art. 1669 del c.c.

#### DETRAZIONE 19% SU POLIZZA CONTRO CALAMITÀ NATURALI

La Legge di Bilancio 2018 ha inserito dei benefici fiscali a favore dei cittadini che stipulano una polizza contro le calamità naturali per danni agli immobili.
I benefici riguardano una detrazione del 19% del premio pagato all'assicurazione per la stipula del contratto.
Inoltre, è prevista anche l'esenzione del pagamento dell'imposta fissa sulle assicurazioni pari al 22% del premio assicurativo.

#### GRAVI DIFETTI

Per "gravi difetti" la legge non intende necessariamente un danno alle strutture portanti: un "grave difetto" può riguardare altre parti dell'immobile, come ad esempio l'involucro, purché ne risulti compromessa la funzionalità e fruibilità dell'edificio. Inoltre, le maggiori assicurazioni prevedono delle estensioni alla polizza riguardanti ad esempio le impermeabilizzazioni, i rivestimenti esterni ed interni, gli intonaci, ecc.

Purtroppo, nonostante la normativa sia chiara sull'obbligo del costruttore di stipulare tale polizza, un aspetto da tenere presente è che non esistono sanzioni per la mancata stipula e/o consegna della polizza decennale postuma all'acquirente. La presenza di tale atto al momento del rogito non è vincolante. Naturalmente, in mancanza della polizza decennale postuma rimangono valide le responsabilità civili del costruttore-venditore nei confronti dell'acquirente qualora insorgano dei problemi.

LIGNOALP®

# Bauen mit Holz
# Costruire in legno



## Costruire in legno - pensare al futuro

Comunque immaginiate la vostra nuova casa, è possibile realizzarla in legno, l'unico materiale da costruzione rinnovabile che in più immagazzina una tonnellata di $CO_2$ per metro cubo e protegge il clima.

LignoAlp ha tutte le competenze tecniche, il know-how e l'esperienza per realizzare case mono e plurifamiliari, edifici multipiano e grandi strutture. In ogni progetto mettiamo la massima cura, progettiamo ogni dettaglio e costruiamo edifici durevoli che vi daranno massima accoglienza e comfort.

visita lignoalp.com

**DAMIANI-HOLZ&KO** SpA

# 3
# PRIME SCELTE PER COSTRUIRE BENE


**3.1 L'INIZIO**

Chi ben progetta è a metà dell'opera

Una casa che dura nel tempo

...e anche per generazioni

**3.2 EVITARE GLI SPRECHI**

La forma dell'edificio

Posizione e orientamento

L'orientamento ottimale degli ambienti

**3.3 L'INVOLUCRO DISPERDENTE**




Scyther5 / iStock Photo

# 3.1 L'INIZIO

Il 16 dicembre 2002 il Parlamento Europeo ha introdotto le prime misure rivolte al risparmio energetico e alla tutela dell'ambiente in edilizia emanando la Direttiva 2002/91/CE. Attraverso questo documento la Comunità Europea ha chiesto agli Stati membri di promuovere specifiche leggi nazionali e regolamenti applicativi allo scopo di renderlo operativo entro il 2005.

Per la prima volta si introduce il concetto di "efficienza energetica" degli edifici, definendo come nuovo parametro il "consumo energetico dell'edificio", misurato in chilowattora per metro quadrato di superficie all'anno [kWh/m² anno]. Questo parametro di semplice comprensione avrebbe permesso di quantificare immediatamente il fabbisogno di energia di un edificio e reso possibile il confronto tra i consumi di edifici diversi per il riscaldamento, la produzione di acqua calda, il raffrescamento, l'illuminazione e gli usi domestici.

Ciò è particolarmente rilevante se si considera che in Italia il 31% dell'energia elettrica e il 44% dell'energia termica sono impiegati in ambito residenziale e terziario. Da dati ENEA del 2017 emerge che il consumo per la climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento) di un'abitazione, incide per il 70% e il 75% dei consumi totali in funzione dall'andamento delle temperature stagionali. Il consumo per illuminazione è circa il 10,6% mentre quello per gli apparecchi elettrici circa il 16,9%.

## Chi ben progetta è a metà dell'opera

Il primo passo per ben costruire consiste pertanto nella realizzazione di involucri edilizi con ottime prestazioni, sia sotto il profilo dell'isolamento che della tenuta all'aria: solo in questo modo possiamo minimizzare il fabbisogno energetico delle nostre abitazioni. Successivamente va studiato un sistema impiantistico calibrato ai livelli di comfort richiesti dai suoi abitanti e ai reali fabbisogni del fabbricato.

Per progettare edifici con un basso consumo di energia e allo stesso tempo con un'alta qualità abitativa, la fase progettuale è la più importante, quella in cui bisogna impiegare tutto il tempo necessario per arrivare a decisioni suffragate da informazioni precise e puntuali sia dal punto di vista tecnico che economico.
Gli errori della fase progettuale sono generalmente i più difficili da correggere in corso d'opera, se non con elevati costi aggiuntivi.

**ATTENZIONE!**



La liberalizzazione delle tariffe professionali ha notevolmente mutato, in Italia, il mercato legato alla progettazione civile. Di conseguenza si possono riscontrare notevoli differenze nei costi e nei servizi a seconda del professionista che si sceglie. È bene ricordare comunque che, in questo ambito professionale, anche ottenere un semplice preventivo può comportare un costo al cliente; dunque, prima di richiederlo, è bene informarsi e pretendere sempre la massima chiarezza da parte del professionista.



Per non farsi trovare impreparati è opportuno considerare che:

- la progettazione di un immobile è un processo complesso e che richiede le necessarie competenze tecnologiche, compositive e normative che solo professionisti competenti e qualificati possono garantire;
- è fondamentale richiedere sempre ai progettisti, ai costruttori e ai fornitori informazioni precise e dettagliate sulla loro prestazioni, sui loro prodotti e sulle soluzioni costruttive;
- è opportuno richiedere le certificazioni di prodotto rilasciate da enti terzi;
- una programmazione precisa di tutte le lavorazioni è necessaria per evitare un allungamento dei tempi di cantiere con una lievitazione dei costi;
- la direzione lavori deve essere svolta da un tecnico esperto e competente in grado di riconoscere velocemente eventuali errori nella costruzione.

## Una casa che duri nel tempo...

Nel valutare i costi che la realizzazione di un edificio comporta, sono da mettere in conto anche quelli relativi alla regolare manutenzione che andrà eseguita per rendere l'edificio efficiente e confortevole negli anni. Se non si vuole incorrere in spese inaspettate e ripetute nel tempo, questi aspetti vanno analizzati già nelle prime fasi decisionali. Bisogna infatti tenere presente anche la durata di vita dei diversi elementi e componenti costruttivi, e l'eventuale facilità con cui possono essere sostituti e manutenuti. Mediamente le strutture durano 90-100 anni, mentre le finiture e gli altri componenti hanno una vita variabile a seconda delle caratteristiche proprie del materiale, la bontà della posa in opera, l'uso e le sollecitazioni effettive sull'elemento e naturalmente la qualità e la frequenza della manutenzione.

## ...e anche per generazioni

E quando cambiano i bisogni, gli inquilini, le età? Una casa dovrebbe poter mutare nel tempo, adattandosi alle diverse fasi di vita di chi le abita. Non è facile individuare tutti i bisogni e valutare le incognite che si possono presentare nel tempo, specialmente in una società come la nostra in continua evoluzione: figli che restano in casa fino ai trent'anni, nonni longevi, spesso tre generazioni compresenti in un'unica casa.
Una casa solo se è ben progettata e costruita può essere abitata e condivisa per molto tempo e da più generazioni. Spesso nella fase di progettazione si rischia di sovrastimare il bisogno di spazio pensando solo al costo di costruzione, senza considerare che ambienti grandi o poco sfruttati andranno comunque riscaldati e avranno costi per la

### PROGETTARE PER IL FUTURO

A una certa età salire le scale diventa sempre più difficile, così spesso gli anziani si ritirano al piano terra, in uno spazio più ristretto, lasciando alle giovani generazioni gli ambienti più grandi.

Una buona pianificazione proiettata verso il futuro, può prevedere ad esempio gli impianti per realizzare una cucina e una doccia in una zona originariamente utilizzata per altri scopi, in modo da potersi adattare alle nuove esigenze degli inquilini.

| DURATA ELEMENTI COSTRUTTIVI | |
|---|---|
| Fondazioni | > 50 anni |
| Murature | > 50 anni |
| Solai in calcestruzzo | > 50 anni |
| Strutture portanti del tetto | > 50 anni |
| Coperture inclinate | > 30 anni |
| Coperture piane | > 30 anni |
| Finestre in legno | > 20 anni |
| Finestre in PVC | > 30 anni |
| Intonaco | > 30 anni |
| Pareti leggere | > 50 anni |

| DURATA IMPIANTI | |
|---|---|
| Impianto elettrico, sanitario, riscaldamento | > 30 anni |
| Solare termico | > 20 anni |
| Caldaia e radiatori | dai 15 ai 25 anni |
| Sanitari e rubinetterie | dai 15 ai 25 anni |

| DURATA FINITURE | |
|---|---|
| Tinteggiatura finestre in legno | dai 3 ai 5 anni |
| Tinteggiatura facciata | dai 5 ai 20 anni |
| Pavimenti | dai 5 ai 20 anni |
| Piastrelle | > 30 anni |

**Fonte: Vom Altbau zum NiedrigEnergieHaus - Ingo Gabriel, Heinz Ladener**

manutenzione e la gestione. Meglio prevedere una certa flessibilità d'uso degli spazi che permetta di trasformare l'abitazione a costi contenuti e senza interventi statici.

In fase progettuale, considerare quella che un domani potrebbe essere una barriera architettonica non richiede quasi mai notevoli costi aggiuntivi. L'intervento successivo, quello necessario per la loro eliminazione, implica invece costi extra, con risultati spesso non risolutivi.

### ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Per gli edifici privati sono previste norme per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche (Legge 13/1989 e relativo regolamento di attuazione approvato con DM n.236 del 14 giugno 1989). Tale decreto è richiamato anche nelle prescrizioni tecniche riguardanti gli edifici pubblici.

# 3.2 EVITARE GLI SPRECHI

La prima scelta da compiere insieme al progettista e al consulente energetico riguarda lo standard energetico che si vuole raggiungere nella costruzione dell'edificio. Il corretto approccio per una progettazione di una casa efficiente, confortevole e rispettosa dell'ambiente prevede che:

- i fabbisogni energetici (per riscaldamento, raffrescamento, produzione ACS e illuminazione) siano minimizzati quanto più possibile;
- il fabbisogno energetico residuo sia coperto con un'impiantistica moderna ed efficiente, che possibilmente impieghi fonti energetiche rinnovabili.

La possibilità di minimizzare il fabbisogno energetico di un edificio nell'arco temporale di un anno, e non soltanto nel periodo invernale, comporta la verifica di molteplici aspetti che verranno approfonditi nei prossimi capitoli:

- la forma dell'edificio;
- l'orientamento dell'edificio;
- il comportamento delle superfici opache e il loro isolamento;
- i serramenti e i sistemi di schermatura;
- l'assenza dei ponti termici e la tenuta all'aria;
- la ventilazione meccanica controllata;
- un'impiantistica adeguata alle reali esigenze dell'edificio.

## La forma dell'edificio

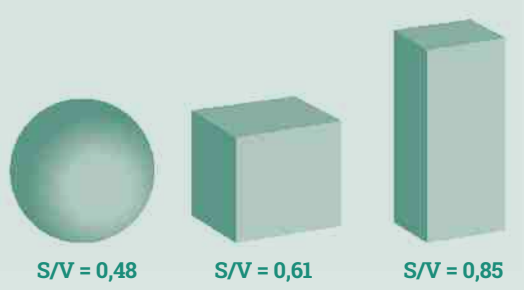
È il primo aspetto da esaminare se si vuole costruire edifici efficienti dal punto di vista energetico. Infatti, come è intuitivo, al crescere delle superfici esposte verso l'esterno aumentano le dispersioni di energia verso l'esterno in inverno e l'ingresso di calore indesiderato in estate.

### RAPPORTO S/V

È il rapporto tra superficie disperdente e volume riscaldato racchiuso dalla superficie disperdente.

Indica compattezza dell'edificio, dove per S si intendono tutte le superfici perimetrali che trasmettono il calore verso l'esterno o verso vani non riscaldati (cantine, autorimesse, soffitte, ecc.) e con V il volume racchiuso dalle stesse.

**Rapporto S/V per diverse forme geometriche**

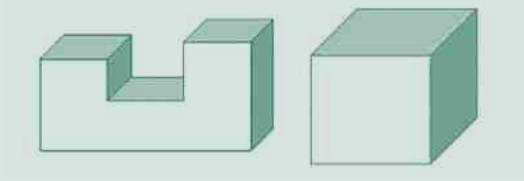


S/V = 0,48 S/V = 0,61 S/V = 0,85

Il rapporto ideale tra superficie e volume sarebbe quello della sfera che, per ovvie ragioni, risulta difficilmente utilizzabile come edificio. In ogni caso è possibile avvicinarsi ad un rapporto ottimale considerando che:

- a parità di volume, il fabbisogno di energia diminuisce con il decrescere della superficie disperdente. Pertanto, gli edifici con forma regolare e compatta sono meno disperdenti di quelli con forma irregolare.

### DIVERSE FORME A PARITÀ DI VOLUME



+ dispersione - dispersione

Un edificio di più piani, pertanto, a parità di volume, avrà più perdite energetiche di un edificio disposto su un piano solo, pur avendo lo stesso rapporto S/V. Infatti, l'edificio a torre ha più superfici a contatto con l'esterno, quello a schiera ha invece una maggior area a contatto con il terreno.

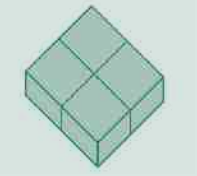
Case aggregate con pareti in comune avranno dispersioni minori (ad es. case a schiera, a ballatoio, ecc.). Alle nostre latitudini la forma più indicata è quella a parallelepipedo, che consente di controllare la dispersione termica invernale e gli apporti di calore in estate, permettendo un adeguato sfruttamento della radiazione solare nei mesi freddi.

**ATTENZIONE!**



- Una forma compatta incide favorevolmente sulle dispersioni invernali;
- Una volumetria semplificata consente di minimizzare i ponti termici e garantire più facilmente la tenuta all'aria;
- Tutto questo si traduce in minori costi di realizzazione.

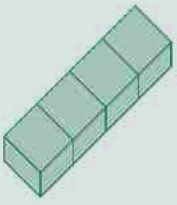
**DIVERSE FORME DI EDIFICIO**



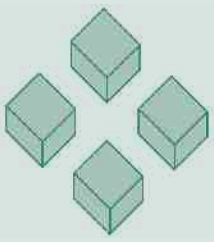
**Blocco edilizio**
Edificio a blocco - 4 cubi 5x5
Volume V = 500 $m^3$
Superficie disperdente S = 400 $m^2$
Rapporto S/V 400/500 = 0,8



**Torre**
Edificio a torre - 4 cubi 5x5
Volume V = 500 $m^3$
Superficie disperdente S = 450 $m^2$
Rapporto S/V 450/500 = 0,9



**Case a schiera**
Edificio a schiera - 4 cubi 5x5
Volume V = 500 $m^3$
Superficie disperdente S = 450 $m^2$
Rapporto S/V 450/500 = 0,9



**Case unifamiliari**
Edifici unifamiliari - 4 cubi 5x5
Volume V = 500 $m^3$
Superficie disperdente S = 600 $m^2$
Rapporto S/V 600/500 = 1,2

| | BUONO | MEDIO | CATTIVO |
|---|---|---|---|
| **Casa unifamiliare (piano terra + piano primo)** | 0,64-0,76 | 0,77-0,93 | > 0,93 |
| **Casa a schiera centrale (piano terra + piano primo)** | 0,38-0,50 | 0,51-0,65 | > 0,65 |
| **Casa plurifamiliare** | 0,25-0,37 | 0,38-0,52 | > 0,52 |

## Posizione e orientamento

La maggior parte delle volte sono le preesistenze e i piani regolatori a determinare la scelta della localizzazione di un edificio. In ogni caso nello scegliere la posizione più vantaggiosa è bene tener presente alcuni aspetti come:

- la conformazione del terreno, ossia la quota, l'orientamento e la pendenza del lotto in cui si è scelto di edificare. Le posizioni sopraelevate sono generalmente più esposte ai venti e alle precipitazioni, cosi come le localizzazioni di fondovalle dove si concentra l'aria fredda con aumento di umidità e nebbia, o le posizioni esposte per naturale conformazione ai venti invernali;
- la presenza di alberature, di rilievi o di edifici circostanti che possono fare ombra durante l'inverno e ridurre sensibilmente gli apporti solari.

Oltre alla localizzazione bisogna tenere conto anche dell'orientamento dell'edificio, per sfruttare al meglio l'apporto energetico dato dall'irraggiamento solare, molto utile nel

## ORIENTAMENTO OTTIMALE DELL'EDIFICIO

Nelle aree geografiche con clima temperato per un buon bilancio energetico la forma allungata con asse Est-Ovest con uno scarto di circa +/- 20° risulta quella ottimale.

periodo invernale. Potendo scegliere l'orientamento di un edificio va tenuto in considerazione che per le nostre latitudini, in particolare quelle dell'Italia centro-settentrionale, il fronte Sud è quello ottimale per il guadagno termico solare, viceversa il fronte Nord, mai colpito direttamente dal sole, sarà quello più suscettibile alle dispersioni termiche.

La forma dell'edificio tenderà quindi ad avere una facciata esposta a Sud, prevalentemente più estesa, in modo da poter usufruire al meglio dell'apporto solare. In questo modo:

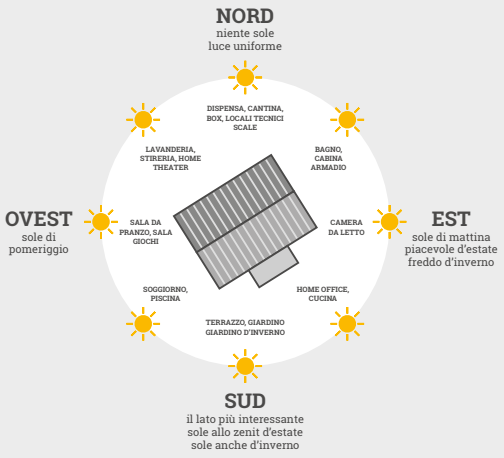
- in inverno i raggi solari, grazie alla posizione del sole più bassa rispetto alla linea dell'orizzonte, filtrano dalle finestre e scaldano gli ambienti interni. In presenza di pavimentazioni e tramezzature realizzate in materiali naturali massicci, come i mattoni pieni o la terra cruda, il calore viene accumulato e rilasciato lentamente nelle ore più fresche della sera e della notte. Anche gli infissi termoisolanti contribuiscono a trattenere il calore all'interno degli ambienti, creando così, durante la stagione invernale, un piacevole effetto serra;
- in estate le stesse aperture finestrate andranno schermate al fine di non surriscaldare gli ambienti interni, mantenendo ambienti luminosi e confortevoli.

## L'orientamento ottimale degli ambienti

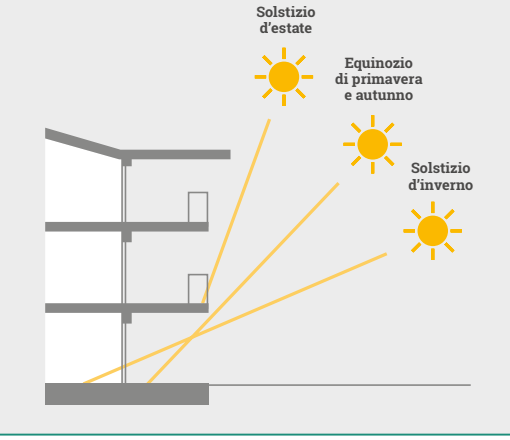
Per progettare in modo ottimale l'orientamento della casa è preferibile distribuire i locali in modo che non ricevano tutti in modo diretto l'irraggiamento diurno. Questo, oltre a consentire un risparmio sulle spese per l'illuminazione, determina un non indifferente benessere psicofisico.

- A Sud andranno posizionate le stanze in cui si trascorre la maggior parte delle ore del giorno, e che quindi necessitano di illuminazione naturale per più tempo, come il soggiorno o gli ambienti per il pranzo;
- a Nord andranno collocati quegli ambienti che non necessitano di molta luce, come scale, ripostigli, bagni e corridoi. Queste zone spesso sono prive di finestre proprio per evitare la dispersione di calore in inverno;
- il fronte Est è quello ideale per le camere da letto, perché da questa esposizione si possono ricevere i primi raggi del sole la mattina;
- il fronte Ovest è in genere quello più problematico. In inverno il sole arriva tardi e molto basso sull'orizzonte per cui i guadagni solari sono scarsi, mentre in estate il sole arriva nel pomeriggio, quando anche l'aria si è notevolmente scaldata e vi è la necessità di schermature per evitare il surriscaldamento. Gli ambienti ideali potrebbero essere uno studio o una sala giochi.

**Orientamento degli ambienti**




**Apporto solare**




## ORIENTAMENTO IDEALE PER PANNELLI SOLARI E FOTOVOLTAICI

Un ulteriore vantaggio per un edificio che si sviluppa lungo l'asse Est-Ovest è che può disporre di una lunga falda inclinata esposta a Sud, ideale per l'inserimento di pannelli solari e fotovoltaici.

# 3.3 L'INVOLUCRO DISPERDENTE

Una casa energeticamente efficiente e confortevole non presuppone la scelta di uno specifico sistema costruttivo. A seconda delle esigenze, delle preferenze e della disponibilità economica dei committenti è lecito optare per il sistema costruttivo massiccio di tipo tradizionale, per quello in legno oppure per una casa prefabbricata.

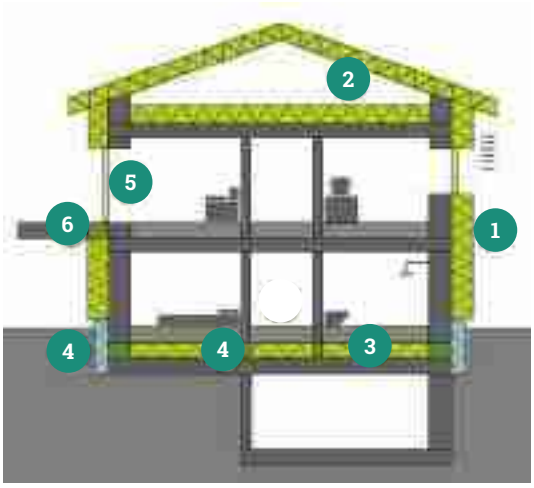
Ogni sistema costruttivo presenta vantaggi, ma anche punti deboli che devono essere affrontati durante la progettazione e l'esecuzione. Per poter scegliere in modo consapevole senza andare incontro a spiacevoli inconvenienti, è necessario conoscere le caratteristiche di ogni sistema costruttivo, informandosi prima di decidere quale adottare, e affidandosi ad un progettista qualificato ed esperto del tipo di costruzione scelto.

I sistemi costruttivi possono essere suddivisi in:

- costruzioni massicce: realizzate in mattoni, in calcestruzzo, in pietra, ecc. Esse offrono buone possibilità per soddisfare i requisiti di isolamento termico in modo semplice ed efficace. I materiali utilizzati hanno massa elevata e spessori consistenti e generalmente un'alta capacità d'accumulo del calore. La costruzione massiccia può essere realizzata con parete monostrato, oppure con isolamento esterno a cappotto o con doppia parete con isolamento in intercapedine;
- costruzioni massicce in legno: indicano i sistemi costruttivi realizzati con tavole di legno incollate a formare elementi pieni portanti (pannelli X-LAM) per pareti, coperture e solai. L'isolamento termico è collocato sul lato esterno. Si differenzia dalla costruzione a telaio leggera perché utilizza una quantità di legno maggiore;
- costruzione leggera: indica generalmente una costruzione con un sistema portante a telaio di legno e pannelli di irrigidimento e chiusura sui due lati. La costruzione leggera può essere realizzata anche con sistema portante a telaio di acciaio. In ambedue i casi l'isolamento termico è posto nell'intercapedine fra i pannelli di irrigidimento.

Agli elementi opachi si affiancano quelli trasparenti, che costituiscono l'anello debole dell'involucro negli scambi energetici con l'ambiente esterno. Anche per questo aspetto ci troviamo di fronte al problema di dover conciliare due esigenze contrapposte: far entrare il sole in inverno, tenerlo fuori in estate. Infatti, il primo e più efficiente sistema di condizionamento estivo è schermarsi dalla radiazione solare evitando che il calore all'interno degli edifici.

**Coibentazione: definizione dell'involucro**




1. **Parete verso l'esterno**
2. **Tetto o ultimo solaio**
3. **Solaio verso terreno, garage o scantinato non riscaldato**
4. **Coibentazione contro terra**
5. **Finestre altamente isolanti**
6. **Isolamento dei ponti termici**

## RICORDA!



La certificazione CasaClima fissa dei livelli prestazionali di efficienza energetica, di comfort e di sostenibilità della costruzione senza privilegiare uno stile architettonico o uno specifico sistema costruttivo.



# UN CAPPOTTO IN **SUGHERO** CORKPAN E' **PER SEMPRE** E RISPETTA L'**AMBIENTE**





LEED BREEAM WELL CAM
Mappato da Ongreening

Inquadra il QR CODE e scopri il CONTRIBUTO di CORKPAN nei protocolli di sostenibilità BREEAM, GBC, LEED, WELL, CAM, ecc.

EN13170

## CORKPAN, 100% NATURALE e CERTIFICATO PER LA BIOEDILIZIA

Il sistema cappotto TECNOCORK impiega malte a base di calce idraulica naturale e pannelli di sughero CORKPAN come isolante, per un comfort naturale e duraturo, in estate e in inverno.

CORKPAN vanta la Marcatura CE con prestazioni termiche e ambientali certificate, non teme acqua, umidità e garantisce prestazioni immutate anche dopo oltre 50 anni.

È realizzato con il 100% di materia prima riciclata e rinnovabile (corteccia delle potature), senza uso di collanti chimici e con oltre il 90% di energia termica prodotta da biomassa interna al ciclo produttivo. È validato da Biosafe come prodotto salubre da utilizzare anche in ambienti confinati, soddisfa i CAM ed è idoneo per Superbonus 110%.

TECNOSUGHERI srl
tel.: 02.99500134
email: commerciale@tecnosugheri.it
web: www.tecnosugheri.it

TECNO Sugheri
SUGHERO DI QUALITA'

Partner KlimaHaus CasaClima
ANAB PARTNER
BIOARCHITETTURA
HOME HEALTH HI-TECH supporter 2022

# 4
# ENERGIA - UNA QUESTIONE APERTA


**4.1 LE RAGIONI DELL'EFFICIENZA**

Il Protocollo di Kyoto

Dalla COP21 di Parigi alla COP27 di Sharm el-Sheikh

**4.2 RISPARMIO ENERGETICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI**

Il piano 20-20-20 e le strategie comunitarie

La direttiva 2018/844/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia

**4.3 LA CERTIFICAZIONE CASACLIMA**

Il certificato energetico CasaClima

**4.4 RISANARE CON CASACLIMA**

**4.5 LA SOSTENIBILITÀ CERTIFICATA CASACLIMA**

Protocollo CasaClima Nature

Protocolli di sostenibilità CasaClima

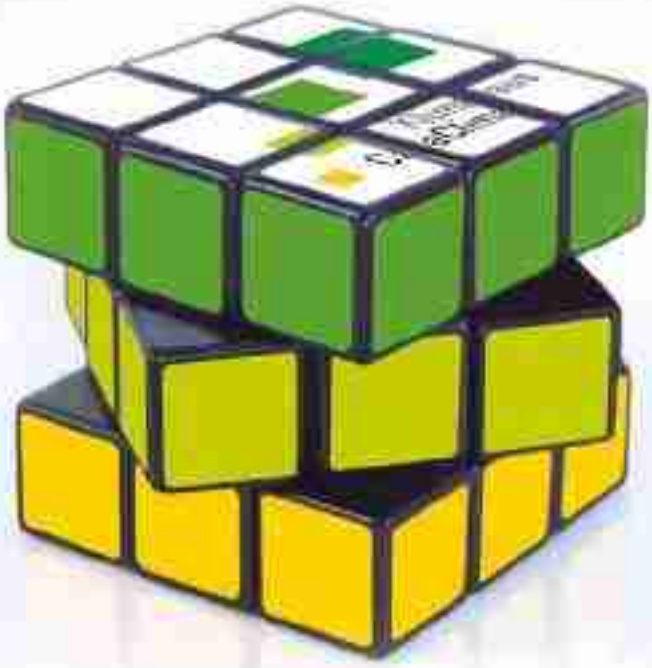
**4.6 IL CONSULENTE CASACLIMA**

Diventare consulente CasaClima è una scelta vincente

Come diventare consulente CasaClima

Il ruolo dei consulenti all'interno del CasaClima Network

Esperto in Edilizia Sostenibile (EES)

# 4.1 LE RAGIONI DELL'EFFICIENZA

Da diversi anni i temi del riscaldamento globale e del cambiamento climatico sono all'ordine del giorno. Sin dalla rivoluzione industriale del XIX secolo, quando l'uomo ha cominciato a ricavare energia dalla combustione di fonti fossili quali carbone, petrolio e metano, sono state immesse in atmosfera quantità di gas-serra sempre crescenti, che hanno alterato quello che era l'equilibrio naturale dell'effetto serra, cioè della condizione che ha permesso la formazione della vita sul nostro pianeta. La necessità di produrre sempre maggiori quantità di energia (molta della quale mal utilizzata o addirittura sprecata), ha determinato il costante aumento di utilizzo delle fonti fossili che, a sua volta, ha causato l'immissione sconsiderata di enormi quantità di gas-serra in atmosfera. I gas-serra hanno poi alterato l'effetto-serra naturale e ciò ha comportato il costante aumento della temperatura media del pianeta con conseguenze negative sia ambientali che economiche.
Negli ultimi anni, sono state molteplici le disposizioni emanate a livello europeo e nazionale a favore dell'efficienza energetica in ambito edilizio, considerando che la climatizzazione degli edifici (il riscaldamento invernale e raffrescamento estivo) rappresentano i maggiori consumi di energiaa. Questo ha portato alla consapevolezza di costruire edifici che siano energeticamente efficienti e sostenibili sotto il profilo ambientale. La presa di coscienza mondiale sulla necessità di attivarsi concretamente davanti al problema del riscaldamento globale e del cambiamento climatico avviene nel 1992, anno in cui si è tenuto il primo vertice internazionale sull'ambiente, conosciuto come Conference of the Parties (COP), a Rio de Janeiro.

## Il Protocollo di Kyoto

Il risultato della Conferenza del 1992 fu il Protocollo di Kyoto, un trattato internazionale in materia ambientale sul riscaldamento globale, siglato l'11 dicembre 1997 ed entrato poi in vigore nel febbraio 2005, sottoscritto da più di 160 Paesi, tra cui l'Italia, la Russia e il Canada, ma senza l'adesione degli Stati Uniti a cui è imputabile circa un terzo delle emissioni mondiali di gas serra e climalteranti.
Oggetto di questo trattato fu la riduzione a livello mondiale, fissata per il periodo 2008-2012, delle emissioni di gas serra e di gas climalteranti in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni del 1990, anno preso come riferimento.

## Dalla COP21 di Parigi alla COP27 di Sharm el-Sheikh

Momento cruciale per la ridefinizione degli impegni (non vincolanti) sottoscritti con il Protocollo di Kyoto fu la COP 21, tenutasi a Parigi nel dicembre 2015, durante la quale fu raggiunto l'omonimo accordo, entrato in vigore il 4 novembre 2016. Esso rappresenta un grande passo avanti e vede l'adesione di Cina e Stati Uniti all'impegno di riduzione di gas serra e gas climalteranti e al contenimento del riscaldamento globale entro 2 °C, puntando ad un aumento massimo di 1,5 °C rispetto alla temperatura del pianeta all'inizio della rivoluzione industriale del XIX secolo.

Nel novembre 2021, alla COP26 di Glasgow, il quadro normativo necessario all'attuazione dell'accordo sul clima di Parigi è stato adottato. Questo significa che si dovrebbe entrare ora nella fase di implementazione concreta.
A Sharma El Sheik in Egitto si è tenuta l'ultima COP27. Il documento finale salva l'obiettivo della precedente conferenza, COP26 di Glasgow, ovvero mantenere il riscaldamento globale entro 1.5 gradi dai livelli preindustriali. Questo punto è stato particorlmente discusso perché da più parti si è convenuto che per mantenere il limite di innalzamento entro i 1.5 gradi le emissioni vanno ridotte del 43% entro il 2030. Con le tendenze attuali però al 2030 si arriverebbe a tagliare le emissioni di appena lo 0.3%.
Un traguardo importante è stato raggiunto invece con l'istituzione del fondo compensativo "Loss and damage" (Perdita e danno) che gli stati ricchi dovranno finanziare per rifondere i paesi in via di sviluppo dei danni causati dalla loro industrializzazione.

**EFFETTO SERRA**

L'effetto serra è il fenomeno che si verifica nella biosfera quando la radiazione solare che penetra attraverso l'atmosfera raggiunge la superficie terrestre: essa la assorbe per poi riemetterla sotto forma di radiazioni ad onda lunga (infrarosso lontano) verso l'atmosfera. Queste radiazioni sono però trattenute in larga misura da vapore acqueo e dai gas serra (ad es. $CO_2$).
All'aumentare dei gas serra, aumenta la percentuale di radiazione a onde lunghe "intrappolata" con conseguente aumento della temperatura media del pianeta.



**Effetto serra**

# 4.2 RISPARMIO ENERGETICO E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Già negli anni successivi all'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, l'Europa ha mostrato la volontà di perseguire obiettivi ambiziosi portandoli avanti in ambito internazionale.

## Il piano 20-20-20 e le strategie comunitarie

Il Pacchetto Clima-Energia, anche conosciuto come "Piano 20-20-20", è la prima strategia comunitaria su efficienza energetica, fonti rinnovabili ed emissioni di gas climalteranti.

Il "pacchetto", contenuto nella Direttiva 2009/29/CE ed entrato in vigore nel giugno 2009, sarà valido dal gennaio 2013 fino al 2020 e prevede di:

- ridurre i consumi energetici del 20% aumentando l'efficienza energetica;
- ricavare il 20% del fabbisogno energetico da fonti energetiche rinnovabili;
- ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra rispetto alle emissioni del 1990.

Visti la crescente importanza di un impegno serio e i buoni risultati conseguiti nel primo periodo, la Comunità Europea nel 2018 ha aggiornato il piano estendendolo fino al 2030 con la prospettiva di:

- ridurre i consumi energetici del 40% aumentando l'efficienza energetica;
- ricavare il 27% del fabbisogno energetico da fonti energetiche rinnovabili;
- ridurre del 32% le emissioni di gas a effetto serra rispetto alle emissioni del 1990.

In ambito edilizio queste misure sono state introdotte dalla Direttiva 2010/31/UE (EPBD recast - Energy Performance of Buildings Directive) che di fatto non definisce criteri specifici per il raggiungimento degli obiettivi, ma stabilisce una metodologia comune, introducendo nei criteri di valutazione della spesa energetica di un edificio non solo il fabbisogno per riscaldamento, ma anche quello per la produzione di acqua calda, il condizionamento, la ventilazione e l'illuminazione.
Essa inoltre introduce il concetto di "edificio a energia quasi zero" (Nearly Zero Energy Building - nZEB) come edificio ad altissima prestazione energetica il cui ridotto, o quasi nullo, fabbisogno energetico deve essere coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili prodotte in loco o nelle vicinanze. Ad ogni Stato membro è stata lasciata libertà di sviluppare propri piani nazionali con grande discrezionalità riguardo la definizione di "Edificio a energia quasi zero" (nZEB).
A rimarcare gli obiettivi europei in ambito edilizio è la Direttiva 2012/27/UE che ha approfondito il quadro delle misure necessarie a garantire gli obiettivi del "Piano 20-20-20" in ambito di efficienza energetica e quanto contenuto nelle precedenti disposizioni comunitarie, gettando le basi per le strategie da adottare dopo il 2020.



**Novembre 2018 - Forti raffiche di vento abbattono migliaia di alberi intorno al lago di Carezza (BZ).**

### DIRETTIVA 2010/31/UE

- entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione devono essere edifici a energia quasi zero;
- a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi devono essere edifici a energia quasi zero;
- la certificazione energetica (APE) si rende obbligatoria negli annunci di vendita.

### DIRETTIVA 2012/27/UE

- introduzione dei Piani nazionali per l'efficienza energetica, che ogni Stato membro deve predisporre entro il il 30 aprile 2014 e rinnovare ogni 3 anni;
- impulso alla riqualificazione e all'efficientamento del parco edilizio e delle prestazioni energetiche degli edifici pubblici e privati tramite la definizione di strategie a lungo termine;
- obbligo di riqualificazione energetica di almeno il 3% degli edifici di proprietà statale per rispettare i requisiti minimi di prestazione energetica in applicazione della direttiva 2010/31/UE;
- introduzione della contabilizzazione dei consumi termici in sistemi di riscaldamento centralizzato o di teleriscaldamento, entro il 31 dicembre 2016 tramite l'installazione di contatori individuali per misurare il consumo di riscaldamento/raffrescamento e acqua calda;
- obbligo di audit energetico per le grandi imprese.

## Direttiva 2018/844/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia

La Direttiva 2018/844/UE, entrata in vigore il 9 luglio 2018, è una revisione della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica dell'edilizia (EPBD).
Essa prevede che le strategie nazionali debbano seguire tabelle di marcia precise per raggiungere l'obiettivo di un parco immobiliare fortemente decarbonizzato, fino ad arrivare a edifici a emissioni zero entro il 2050, con tappe intermedie per il 2030 e il 2040. Con questa direttiva si supera il concetto di nZEB - Nearly Zero Energy Building (edificio a energia quasi zero), introdotto in Italia con il DL 63/2013, che caratterizza un edificio ad altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno quasi nullo è coperto principalmente da rinnovabili e si introduce il concetto di "Zero Energy Building"(edificio a energia zero).

I principali punti della Direttiva 2018/844/UE sono:

- obbligo di migliorare la prestazione energetica di edifici nuovi ed esistenti;
- sostegno allo sviluppo di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici per un a maggiore diffusione della mobilità elettrica;
- strategie nazionali di ristrutturazione degli immobili e introduzione del concetto di Smart Readiness Indicator (SRI) cioè l'indicatore della predisposizione all'intelligenza degli edifici e in grado di valutare la capacità tecnologica degli edifici;
- promozione di forme alternative di trasporto in una visione olistica della pianificazione urbana;
- sensibilizzazione dei consumatori a 360 gradi come strumento di risparmio energetico e per prevenire il rischio di povertà energetica.


Fotolia




# 4.3 LA CERTIFICAZIONE CASACLIMA

La certificazione CasaClima ha goduto, fin dalla sua nascita, di ampio favore nella pratica edilizia ed è diventata, anche a livello nazionale, un vero e proprio riferimento per un costruire energeticamente efficiente e sostenibile. Si poggia su un iter di certificazione con un alto livello di controllo (verifiche di progetto, documentali e in cantiere) eseguito da un ente terzo di proprietà pubblica. L' Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima, infatti, è l'ente preposto alla certificazione energetica degli edifici sul territorio della Provincia di Bolzano. Al di fuori del territorio provinciale il certificato CasaClima è volontario e non sostituisce la certificazione energetica vigente sul territorio nazionale (APE).

L'iter di certificazione proposto trova conferma in un'esperienza di oltre 15.000 edifici certificati e si distingue per la qualità della verifica, sia del progetto sia in cantiere: molta attenzione viene posta ai dettagli costruttivi e alla loro corretta esecuzione in opera.
Il certificato energetico CasaClima è rilasciato solo dall'Agenzia CasaClima di Bolzano a firma del Direttore. Questo è indice di terzietà, in quanto l'Agenzia non fa parte dei soggetti coinvolti nel processo progettuale e costruttivo, e neutralità, in quanto ente di proprietà pubblica.
Il costo della certificazione è definito da un tariffario (scaricabile dal sito www.agenziacasaclima.it) in base alla superficie netta riscaldata (SNR). Il costo base è di 2500 € (IVA esclusa) per edifici con SNR fino a 300 m², incluse

## CERTIFICAZIONE CASACLIMA: SINONIMO DI COSTRUZIONI DI QUALITÀ

Sia per le nuove costruzioni che per i risanamenti l'Agenzia CasaClima verifica il progetto edilizio e l'esecuzione rigorosa delle opere attraverso due o più sopralluoghi, assicurando al committente che quanto progettato sia effettivamente stato realizzato: questo è il valore aggiunto della certificazione CasaClima e ciò che la distingue dalla certificazione nazionale.

I punti di forza di un edificio CasaClima sono:

- **QUALITÀ CERTIFICATA**
  Il controllo di qualità di tutto il sistema casa, dall'involucro agli impianti, contribuisce al mantenimento del valore dell'immobile tutelando il consumatore.
- **EFFICIENZA ENERGETICA E TUTELA DEL CLIMA**
  I costi di esercizio possono essere realisticamente valutati: una CasaClima consuma poca energia e rispetta l'ambiente. Una CasaClima soddisfa già da oggi gli standard europei di domani.
- **ALTO COMFORT ABITATIVO**
  Una CasaClima offre un clima interno gradevole sia d'inverno che d'estate garantendo condizioni di benessere.

le spese per i sopraluoghi in cantiere, aspetto fondamentale della certificazione.

Un edificio realizzato secondo lo standard CasaClima rientra perfettamente nella definizione di nZEB, in quanto i minimi fabbisogni energetici sono soddisfatti da un'impiantistica moderna ed efficiente alimentata da fonti energetiche rinnovabili.

Alla base di una CasaClima ci deve essere una corretta e attenta progettazione, possibilmente seguita e supervisionata da un Consulente CasaClima, che deve rispettare alcuni requisiti fondamentali:

- prevedere un'ottima coibentazione;
- prevedere la risoluzione dei ponti termici;
- garantire un'ottima tenuta all'aria (bassa permeabilità all'aria dell'involucro edilizio) verificata attraverso il Blower Door Test con rispetto di valori massimi previsti dalla certificazione;
- sfruttare gli apporti solari gratuiti nella stagione invernale;
- prevedere l'adeguata schermatura solare dei serramenti nella stagione estiva;
- prevedere impianti efficienti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

A garantire che il progetto sia realizzato nel rispetto del protocollo CasaClima è l'Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima, ente strumentale della Provincia Autonoma di Bolzano, che, con professionalità, concretezza e neutralità, si fa carico del controllo dell'iter di certificazione.

Le fasi della certificazione sono riportate nei paragrafi successivi.

### RICHIESTA E PRESENTAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE

Per l'elaborazione della documentazione il riferimento è la "Direttiva tecnica CasaClima" in vigore al momento della richiesta. La presentazione della documentazione avviene in concomitanza con la richiesta del Permesso di Costruire o la presentazione della pratica edilizia per gli edifici nella provincia di Bolzano; per gli edifici sul resto del territorio nazionale, la protocollazione avviene dopo aver ottenuto il titolo abilitativo.

### CONTROLLO DEL PROGETTO

Una volta depositata la documentazione l'Agenzia CasaClima procede al controllo documentale del progetto. La verifica energetica include il controllo del calcolo energetico CasaClima e delle soluzioni progettuali dei nodi costruttivi per verificare l'assenza di ponti termici.

### CONTROLLO DELLA COSTRUZIONE

Nella fase di esecuzione delle opere, la costruzione è verificata dagli Auditori CasaClima, nominati dall'Agenzia CasaClima. In cantiere sono controllati i materiali di costruzione, la loro corretta posa e la conformità al progetto energetico. Il tutto è documentato tramite un protocollo di Audit e una dettagliata foto-documentazione.

### CONTROLLO FINALE

In questa fase si verifica tutta la documentazione ricevuta e, in particolare, quella consegnata al completamento dei lavori. Fondamentale è la verifica della tenuta all'aria dell'involucro edilizio tramite Blower Door Test, prova che permette di valutare la tenuta all'aria dell'edificio.

### EMISSIONE DEL CERTIFICATO

Il certificato energetico e la targhetta CasaClima sono consegnati al committente solo al raggiungimento di tutti i requisiti di certificazione. La targhetta CasaClima è il simbolo, visibile e comunicabile all'esterno, che l'edificio è stato progettato e costruito secondo i criteri di qualità dell'Agenzia CasaClima.

**CLASSI CASACLIMA** - Efficienza energetica dell'involucro ed efficienza energetica complessiva

| Classe CasaClima | Efficienza Energetica Involucro (EIN) | Fabbisogno Energia Primaria Equiv. Senza Raffrescamento ($EPSR_{RES}$) | Fabbisogno Energia Primaria Equiv. Raffrescamento ($EPR_{RES}$)** | Efficienza Energetica Complessiva ($EEC_{RES}$) (= $EPSR_{RES}$ + $EPR_{RES}$) |
|---|---|---|---|---|
| | [kWh/m²a] | [kg $CO_{2\ eqv}$ /m²a] | [kg $CO_{2\ eqv}$ /m²a] | [kg $CO_{2\ eqv}$ /m²a] |
| **Gold*** | ≤10 | ≤10 | ≤5 | ≤15 |
| **A*** | ≤30 | ≤20 | ≤10 | ≤30 |
| **B** | ≤50 | ≤35 | ≤15 | ≤50 |
| **C** | ≤70 | ≤50 | ≤20 | ≤70 |
| **D** | ≤90 | ≤65 | ≤25 | ≤90 |
| **E** | ≤120 | ≤90 | ≤30 | ≤120 |
| **F** | ≤160 | ≤120 | ≤40 | ≤160 |
| **G** | >160 | >120 | >40 | >160 |

* Un edificio nella classe energetica (efficienza energetica dell'involucro e efficienza energetica complessiva) CasaClima A o CasaClima Gold corrisponde alla definizione di "edificio ad energia quasi zero - nZEB", ai sensi della Direttiva Europea 31/2010/UE Art.2, comma 2.

** I limiti per il fabbisogno di energia primaria equivalente per il raffrescamento si riducono a zero in assenza di un impianto per il raffrescamento.




### LE CLASSI CASACLIMA

Le classi CasaClima permettono di identificare il fabbisogno energetico di un edificio e vanno dalla classe **CasaClima Gold** (la più performante) alla classe **CasaClima C** (classe limite CasaClima nel risanamento energetico), fino alla classe CasaClima G.

**Nel certificato CasaClima si trovano sempre due classificazioni:**

- l'efficienza energetica dell'involucro edilizio;
- la classe di efficienza energetica complessiva.

La classe finale CasaClima è definita dalla classe meno efficiente tra la classe di efficienza energetica dell'involucro edilizio e la classe di efficienza energetica con o senza impianto di raffrescamento.

## Il certificato energetico CasaClima

Il certificato energetico CasaClima::

- è un documento rilasciato solo dall'Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima o dalle proprie Agenzie Partner, enti pubblici;
- informa in modo chiaro e trasparente sul comportamento energetico ed ecologico dell'edificio tramite l'indicazione della classe energetica.

Al suo interno sono riportati i dati su:

- efficienza dell'involucro, che esprime il fabbisogno energetico del solo involucro edilizio;
- efficienza complessiva, che esprime il fabbisogno di energia primaria ed emissioni di $CO_2$ equivalenti;
- sostenibilità ambientale, espressa attraverso il rispetto del protocollo CasaClima Nature.

# 4.4 RISANARE CON CASACLIMA

Un risanamento è, per definizione, sempre un caso unico, e deve di conseguenza essere affrontato con cura in ogni dettaglio. Bisogna tenere conto delle peculiarità dell'esistente e cercare di salvaguardare il carattere dell'edificio con le sue qualità architettoniche. Contrariamente alle

nuove costruzioni la scelta delle opzioni tecniche è limitata ed è facile incorrere in errori.
Lo scopo della certifcazione CasaClima è di garantire le migliori condizioni di salubrità, comfort e risparmio energico possibili per qualsiasi edificio esistente attraverso soluzioni tecniche specifiche, realizzate a regola d'arte ed economicamente convenienti.

Un edificio esistente può essere CasaClima attraverso:

- il raggiungimento della classe CasaClima C (solo per la provincia di Bolzano);

oppure:

- se a causa di vincoli costruttivi, di tutela o altri ostacoli dimostrabili non si raggiunge la classe energetica minima richiesta per le certificazioni fuori dalla Provincia di Bolzano (classe CassaClima B), è possibile sfruttare il potenziale di miglioramento dell'edificio attraverso il protocollo CasaClima R. Si richiede comunque la riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio di almeno del 50% rispetto alla situazione iniziale.

**TARIFFE CERTIFICAZIONE CASACLIMA R ATTUALMENTE VIGENTI**

| UNITÀ IMMOBILIARE | |
|---|---|
| Certificazione energetica secondo il protocollo di Qualità CasaClima R:<br>- certificato CasaClima R<br>- targhetta CasaClima R (unità immobiliare) | |
| **Superficie netta riscaldata (SNR)** | **Prezzo certtificazione** |
| ≤ 110 m² | 1.000 € |
| **EDIFICIO** | |
| Certificazione energetica secondo il protocollo di Qualità CasaClima R:<br>- certificato CasaClima R<br>- targhetta CasaClima R (edificio) | |
| **Superficie netta riscaldata (SNR)** | **Prezzo certtificazione** |
| da 300 m² | 2.500 € |
| fino a 1.000 m² | 5.945 € |

# 4.5 LA SOSTENIBILITÀ CERTIFICATA CASACLIMA

Non solo efficienza energetica, ma anche sostenibilità ambientale.
L'Agenzia CasaClima ha intrapreso sin dal 2005 un percorso rivolto alla promozione e alla divulgazione di una visione complessiva del costruire e abitare all'insegna dell'ecologia e della sostenibilità, sviluppando nuovi strumenti finalizzati alla valutazione della sostenibilità globale degli interventi edilizi. L'obiettivo è di indagare non solo l'efficienza energetica, ma anche l'impatto globale sull'ambiente, sulle risorse e sull'uomo di ciò che è costruito.

## Protocollo CasaClima Nature

CasaClima Nature è il protocollo che valuta e certifica un edificio considerando sia gli aspetti legati al consumo energetico e all'impatto sull'ambiente che all'influenza della costruzione sulla salute e sul benessere delle persone che vi abitano o lavorano.



**Black Eagle, Selva di Val Gardena (BZ) Perathoner Architects**

Il protocollo CasaClima Nature introduce una valutazione oggettiva degli impatti ambientali dei materiali e dei sistemi impiegati nella costruzione e dell'impatto idrico dell'edificio. A garanzia del comfort e della salubrità degli utenti per gli ambienti interni sono richiesti precisi requisiti per garantire:

- ridotto impatto ambientale dei materiali da costruzione;
- ridotto impatto idrico;
- qualità dell'aria;
- comfort luminoso;
- comfort acustico;
- protezione dal gas radon.

Ogni criterio di valutazione presuppone degli standard di qualità, che devono essere tutti raggiunti ai fini dell'ottenimento della certificazione.
Il costo della certificazione Nature attualmente è di 500 € + IVA per edifici con SNR fino a 500 m² oppure di 1000 € fino a 1000 m² da sommare al costo della certificazione standard CasaClima sui nuovi edifici.

## Protocolli di sostenibilità CasaClima

Sulla base del protocollo Nature, l'Agenzia ha sviluppato una serie di protocolli di sostenibilità con l'obiettivo di definire un sistema di indicatori specifici per alcune tipologie di strutture a destinazione non residenziale quali le strutture alberghiere e ricettive, le cantine vinicole, gli edifici per uffici e le scuole.

- **ClimaHotel** è il protocollo sviluppato come strumento per la valutazione e certificazione delle strutture alberghiere;
- **CasaClima Welcome** è il protocollo sviluppato per strutture che offrono servizi di ospitalità, come agriturismi e Bed & Breakfast, di minor complessità rispetto al ClimaHotel;
- **CasaClima Wine** è il protocollo dedicato alle cantine vinicole;
- **CasaClima Work&Life** è il protocollo dedicato agli edifici per uffici;
- **CasaClima School** premia gli edifici scolastici, di nuova costruzione o risanati, compatibili con un'idea di sostenibilità in cui sono considerati sia gli aspetti ecologici che di qualità dell'ambiente interno;
- **ClimaBeach** è il protocollo che si applica a stabilimenti balneari situati in riva al mare e ai laghi balneabili. La certificazione può essere richiesta per strutture nuove o esistenti e viene assegnata seguendo quattro aree di valutazione, ovvero la qualità del sito, l'efficienza energetica, l'impatto ambientale e il servizio offerto.

La struttura dei diversi protocolli è analoga e prevede una verifica completa e continuativa nel tempo dei criteri di valutazione, dalla fase di progettazione a quella di realizzazione fino a quella di gestione. I protocolli di sostenibilità CasaClima, dapprima sviluppati per la sola valutazione di strutture di nuova costruzione, sono stati in seguito implementati per la certificazione degli interventi oggetto di risanamento e/o ampliamento.

Il costo delle certificazioni di sostenibilità ClimaHotel, CasaClima Work&Life, CasaClima Welcome deve essere calcolato come somma della tariffa CasaClima standard per la certificazione energetica, più il sovraprezzo relativo alla certificazione di sostenibilità parametrizzata sulla SNR.

## FOCUS: Certificazione energetica nazionale e Certificazione CasaClima

Sono diverse le particolarità che distinguono il sistema di certificazione energetica previsto dalla legislazione italiana (obbligatoria) da quello richiesto per la Certificazione CasaClima (obbligatoria solo nella Provincia Autonoma di Bolzano e volontaria nel resto d'Italia).

Nella tabella sottostante possiamo vedere le più importanti.

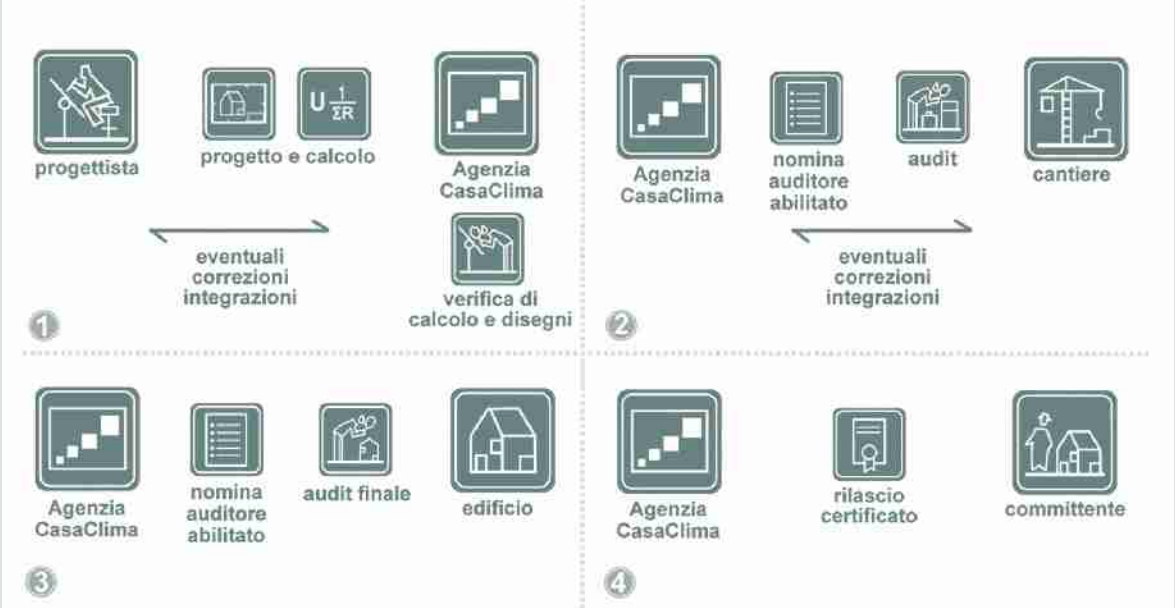
| | Normativa italiana | Protocollo CasaClima |
|---|---|---|
| PROGETTO | La legislazione italiana prevede il deposito del progetto e del calcolo energetico da parte del progettista, il quale assevera la conformità alla norma. | Il protocollo CasaClima prevede il controllo da parte dei tecnici dell'Agenzia di tutti i progetti presentati ed entra nel merito di tutte le scelte progettuali, specie quelle che determinano la qualità, come ad esempio la risoluzione dei ponti termici. Una volta controllato l'aderenza del progetto alle norme del protocollo, l'Agenzia rilascia un pre-certificato con il logo "edificio in fase di certificazione" da esporre in cantiere. |
| PONTI TERMICI | La legislazione italiana ammette la presenza di ponti temici, purché se ne tenga conto nel calcolo delle dispersioni e purché non determinino la formazione di muffa. | La certificazione CasaClima verifica che tutti i ponti termici siano risolti, cioè che nessun ponte termico determini una temperatura superficiale interna inferiore a 17 °C (12,6 °C in presenza di apparecchio di ventilazione meccanica controllata). |
| CONTROLLO IN CANTIERE | La legislazione italiana non prevede controlli sistematici in cantiere durante le fasi di costruzione. | Il protocollo CasaClima prevede la nomina da parte dell'Agenzia di un certificatore accreditato, che faccia almeno due sopralluoghi in cantiere durante le fasi più importanti (di solito posa del cappotto e Blower Door Test) e che invii il report all'Agenzia. Inoltre, il direttore dei lavori deve inviare report periodici che contengano fotografie, certificati e documenti che attestino la conformità al progetto di quanto realizzato in quel periodo di tempo. |
| PROVA DI TENUTA ALL'ARIA | La legislazione italiana non prevede un valore massimo di permeabilità all'aria dell'edificio, per cui il controllo della tenuta all'aria si limita alla sua conseguenza nel calcolo energetico. Inoltre la bassa permeabilità all'aria dell'involucro edilizio non è considerato un parametro misurabile della qualità costruttiva. | Il protocollo CasaClima prevede un limite massimo del parametro n50 ricavabile tramite la prova di tenuta all'aria denominata Blower Door Test. Il risultato di tale prova è determinante per il rilascio della certificazione. Il protocollo considera la bassa permeabilità all'aria dell'involucro edilizio un parametro fondamentale per la qualità edilizio. |

| | | |
|---|---|---|
| **CERTIFICAZIONE FINALE** | La legislazione italiana prevede la redazione finale dell'AQE (redatto dallo stesso progettista) e dell'APE (redatto da un tecnico non coinvolto nella progettazione e nella realizzazione dell'opera). Entrambi i documenti sono asseverazioni dei tecnici. | Il protocollo CasaClima prevede una verifica finale con il controllo di tutte le caratteristiche dei materiali effettivamente installati e delle loro certificazioni, il calcolo energetico dello stato finale e la verifica dei risultati del Blower Door Test. Al termine dell'iter di certificazione viene rilasciato il certificato energetico CasaClima e consegnata la targhetta da apporre all'esterno dell'edificio. |
| **I CERTIFICATORI** | La legislazione italiana prevede che tutti i certificatori siano scelti e, quindi, pagati dal committente. In molti casi questo limita lo spazio e la libertà d'azione dei certificatori. | Gli auditori CasaClima devono essere accreditati (devono aver cioè frequentato gli appositi corsi), vengono nominati e pagati direttamente dall'Agenzia, e devono rendere conto solo ad essa. Si annulla pertanto la possibilità di interferenze da parte del progettista, del direttore dei lavori, dell'impresa e del committente. |

**ITER DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA NAZIONALE**




**ITER DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA CASACLIMA**





# 4.6 IL CONSULENTE CASACLIMA

## Diventare consulente CasaClima è una scelta vincente

### OPPORTUNITÀ DI CRESCITA PROFESSIONALE

Attraverso l'iter di formazione CasaClima si approfondiscono tutti gli aspetti progettuali necessari per avere una comprensione d'insieme dell'edificio e delle funzioni delle singole parti che concorrono, in forma integrata, alla realizzazione di edifici di elevata qualità costruttiva, ad alto comfort abitativo, efficienti, ad energia quasi zero ed ecosostenibili.

### FORMAZIONE CONTINUA

La proposta formativa CasaClima è un flusso continuo, che non si interrompe. È un aiuto e uno stimolo ad aggiornarsi, ad approfondire sempre più le singole tematiche progettuali e a seguire con attenzione i continui progressi della ricerca e della tecnologia.

### CASACLIMA È AVERE UNA MARCIA IN PIÙ

Un consulente CasaClima si propone ai suoi clienti con una preparazione tecnica approfondita, coerente, aggiornata e attenta all'ambiente, che gli assicura una marcia in più e una specifica riconoscibilità professionale.

### CAPACITÀ DI ESPORRE TEMI DIFFICILI AI COMMITTENTI

Il consulente può far apprezzare al committente, sfruttando la sua esperienza e la sua competenza, quanto siano importanti la qualità costruttiva, il comfort abitativo, l'efficienza energetica e la sostenibilità. Le informazioni ricevute e le esperienze acquisite portano il consulente a comunicare in modo semplice e immediato concetti difficili e a volte di complessa spiegazione.

### IL DIRETTORE D'ORCHESTRA

Il consulente CasaClima è il direttore d'orchestra che, sia durante le prove (la fase di progetto), sia durante il concerto (la fase di cantiere), coordina e valorizza il lavoro dei vari componenti dell'orchestra. Saper dirigere il progetto e il cantiere è fondamentale per la buona riuscita della costruzione. Senza un buon progetto o senza una buona direzione dei lavori, non si va da nessuna parte.



## Come diventare consulente CasaClima

La formazione per diventare consulenti CasaClima è rivolta ai tecnici del settore dell'edilizia. Il percorso formativo prevede come primo step il conseguimento del titolo "Esperto CasaClima Junior" (corsi base + avanzato) e successivamente quello per consulenti energetici (Corso Consulente Energetico CasaClima).

| TIPOLOGIA CORSO | DURATA |
|---|---|
| **Corso Base per progettisti CasaClima** | 16 ore |
| **Corso Avanzato per progettisti CasaClima** | 40 ore |
| **Corso Consulente Energetico CasaClima** | 120 ore |

I corsi Base e Avanzato sono programmati sia a Bolzano che nelle altre regioni italiane. Per essere informati su l'avvio dei corsi durante l'anno consultate il sito www.agenziacasaclima.it/formazione.

Il titolo di consulente energetico CasaClima dà la possibilità di accedere, se in regola con le quote di iscrizione e con il programma formativo, all'elenco dei Consulenti Energetici CasaClima pubblicato sul sito. Il consulente è la figura di riferimento per i committenti nel processo di certificazione CasaClima, poiché è colui che è chiamato a gestire in termini di efficienza energetica e sostenibilità il progetto CasaClima, dalla richiesta della certificazione fino al progetto di dettaglio, dalla definizione del concetto involucro/impianti alla gestione del cantiere.

Nel processo di controllo della certificazione si inserisce anche un'altra figura, l'auditore energetico, in grado di accompagnare il committente e il consulente nella verifica del progetto in cantiere, sia per gli aspetti relativi all'involucro sia per il sistema impiantistico.

Il ruolo di auditore è svolto o da tecnici interni all'Agenzia o da tecnici esterni appositamente formati. L'auditore viene nominato dall'Agenzia CasaClima a rotazione da un apposito elenco, individuando il tecnico più vicino al luogo del cantiere. Attualmente non abbiamo corsi attivi per auditori energetici CasaClima poiché l'elenco attuale copre il numero delle richieste di certificazione.

**CALENDARIO CORSI PER PROGETTISTI E CONSULENTE ENERGETICO CASACLIMA**

I corsi Base e Avanzato sono programmati sia a Bolzano che in altre città italiane.
Per essere informati sull'avvio dei corsi durante l'anno consultate il nostro sito:

www.agenziacasaclima.it/formazione



## COME TROVARE IL PROPRIO CONSULENTE CASACLIMA!



Tutti i riferimenti dei consulenti CasaClima sono elencati sul sito dell'Agenzia, insieme ad un breve curriculum personale e degli edifici certificati CasaClima. Per ricercare un consulente basta andare sul sito di CasaClima, alla voce ReteClima / Consulenti Energetici CasaClima dove è possibile fare una ricerca in base alle qualifiche tecniche o alla regione/provincia di appartenenza.

## Il ruolo dei consulenti all'interno del CasaClima Network

In questi 20 anni l'Agenzia CasaClima si è trasformata da prodotto di nicchia in un centro di competenza per l'edilizia sostenibile riconosciuto a livello nazionale e internazionale, rafforzando negli anni la collaborazione con i principali player istituzionali come ENEA o GSE. Negli anni l'Agenzia ha inoltre ampliato costantemente le sue competenze e il suo raggio d'azione, continuando a sviluppare ed a implementare nuovi protocolli e certificazioni di sostenibilità, lanciando nuove iniziative e promuovendo progetti.

Per valorizzare e divulgare il pensiero e le buone pratiche CasaClima e per creare una maggiore collaborazione tra i consulenti che tramite i corsi CasaClima si sono conosciuti e formati, sono nati spontaneamente e con forte spirito associativo circa 10 anni fa i primi CasaClima Network, associazioni culturali senza fini di lucro, che hanno visto nel giro di pochi anni una moltiplicazione senza uguali in pressoché tutte le regioni italiane.

Per promuovere maggiormente queste qualità e consolidare in maniera più strutturata la collaborazione tra i network e l'Agenzia è stato recentemente istituito un organismo unico, il "CasaClima Network", afferente a CasaClima.

### SCOPO E OBIETTIVI

In un'ottica di costante miglioramento, l'Agenzia intende rafforzare e riorganizzare la collaborazione con Consulenti, Esperti Junior e altre professionalità formate dall'Agenzia CasaClima dislocati sul territorio nazionale per poter realizzare il pieno potenziale di questa partnership, cogliendo maggiormente le possibili sinergie, stimolando lo scambio di buone pratiche, armonizzando le tante iniziative presenti, rafforzando la forza di penetrazione di mercato e rendendo più omogenea e coerente l'immagine su tutto il territorio nazionale, anche attraverso lo sviluppo di un nuovo assetto organizzativo dei Network.

Obiettivo del CasaClima Network è una collaborazione fattiva, concreta e continua tra Agenzia CasaClima, i Consulenti e i sostenitori CasaClima. Nell'esecuzione di tale attività sull'intero territorio nazionale (e, in futuro, internazionale) il Network opera ai sensi della visione, della missione e dei valori dell'Agenzia CasaClima.

Per maggiori informazioni:
network@agenziacasaclima.it



## Esperto in Edilizia Sostenibile (EES)

Sebbene la riduzione del consumo energetico degli edifici rimanga il focus della strategia per l'efficienza energetica, sempre di più sta maturando la consapevolezza che per raggiungere gli obiettivi prefissati sia necessario affrontare anche il tema della sostenibilità durante l'intero processo costruttivo. Proprio dove l'edilizia presenta innumerevoli criticità è strategico che tutti gli attori coinvolti si attivino per minimizzare l'impatto ambientale degli edifici.
A livello locale e globale (dall'ONU all'OCSE, dalla UE alle Regioni, fino ai Comuni) Enti e Istituzioni promuovono l'uso di indicatori e di protocolli di sostenibilità ambientale per intervenire nella gestione e nel governo del territorio. Il Codice degli Appalti (D.Lgs. n.50/2016) impone alle Pubbliche Amministrazioni il perseguimento degli obiettivi del Piano d'azione Nazionale per la sostenibilità ambientale dei consumi attraverso l'adozione, anche per il settore edilizio, dei Criteri Ambientali Minimi (CAM).

### CHE COS'È LA CERTIFICAZIONE EES

Da un dialogo e un confronto costruttivo tra l'"Istituto per la trasparenza, l'aggiornamento e la certificazione degli appalti" (ITACA), l'Agenzia CasaC lima e Certing è scaturito un percorso condiviso che ha portato alla creazione dello schema per la certificazione dell'Esperto in Edilizia Sostenibile, un'evoluzione della tradizionale figura del progettista nel settore edile-impiantistico e delle infrastrutture. Lo schema di certificazione EES è stato accreditato da Accredia in conformità allo standard UNI CEI EN ISO/IEC 17024 diventando così una delle prime certificazioni italiane a far valere le premialità previste dai CAM in edilizia.

### CHE REQUISITI DEVE AVERE UN EES?

Un ESS è un professionista che ha sviluppato le competenze per operare scelte e valutazioni sulle caratteristiche morfologiche di edifici, manufatti e infrastrutture, sulla scelta dei materiali, sul consumo di risorse energetiche ed ambientali, sul ciclo di vita e sull'impatto ambientale associato alle opere e che è in grado di gestire i processi di certificazione degli edifici secondo i protocolli CasaClima e ITACA.

### COME SI DIVENTA EES?

Per i tecnici certificati CasaClima sarà possibile presentarsi all'esame semplificato per la certificazione come esperto in edilizia sostenibile (schema EES) presso Certing, che lo svolge secondo le disposizioni della certificazione ISO 17024.
L'esame semplificato permette ai candidati di concentrarsi sulle materie che esulano dalle competenze già acquisite attraverso il percorso formativo CasaClima e/o di ITACA, che vengono in questo caso riconosciute senza necessità di ulteriore verifica approfondita.

La certificazione si articola su due livelli:

- il livello base identifica professionisti in grado di effettuare consulenze e progettare interventi energetico ambientali nell'ambito edilizio, nonché gestire i processi di certificazione degli edifici secondo gli standard ITACA e CasaClima;
- il livello avanzato identifica un professionista che, oltre ad effettuare consulenze e progettare interventi energetico ambientali, è in grado di verificare, anche in fase di realizzazione, l'ottemperanza ai protocolli ambientali CasaClima e/o ITACA.

Avere la possibilità di certificarsi come esperti in grado di valutare l'impatto degli edifici sull'ambiente è un aspetto a cui un professionista preparato, in un momento come questo, non può rinunciare. Chi ha già seguito o realizzato personalmente progetti certificati è quindi invitato a iscriversi a una delle prossime sessioni di esame presso il sito di Certing: Esperto in Edilizia Sostenibile Italiana – Certing.



# NUOVA LUCE
# PER EDIFICI SOSTENIBILI



## RESIDENZA MARÍA AUXILIADORA

Churriana de la Vega - Granada - Spagna



La residenza è una combinazione di strutture **moderne e sostenibili** che non trascurano l'estetica e i dettagli che aiutano a far sentire come a casa. Anche **una corretta illuminazione contribuisce al benessere degli ospiti**.

Le soluzioni tecnologiche utilizzate sono al servizio dell'utente e della **gestione ottimale delle risorse**.

PERFORMANCE iN LIGHTING

# 5
# IL COMFORT IN DETTAGLIO


**5.1 COMFORT DEGLI AMBIENTI INTERNI**

**5.2 COMFORT TERMO-IGROMETRICO**

Comfort invernale

Comfort estivo

**5.3 PONTI TERMICI**

Conseguenze dei ponti termici

FOCUS: Termografia

**5.4 TENUTA ALL'ARIA E AL VENTO**

**5.5 COMFORT LUMINOSO**

Illuminazione naturale

Illuminazione artificiale

**5.6 COMFORT ACUSTICO**

La propagazione del rumore

Provvedimenti per evitare la propagazione del rumore

**5.7 QUALITÀ DELL'ARIA**

Qualità dell'aria, salute e comfort negli ambienti interni

I contaminanti aerei

Contaminanti microbiologici: umidità e muffe

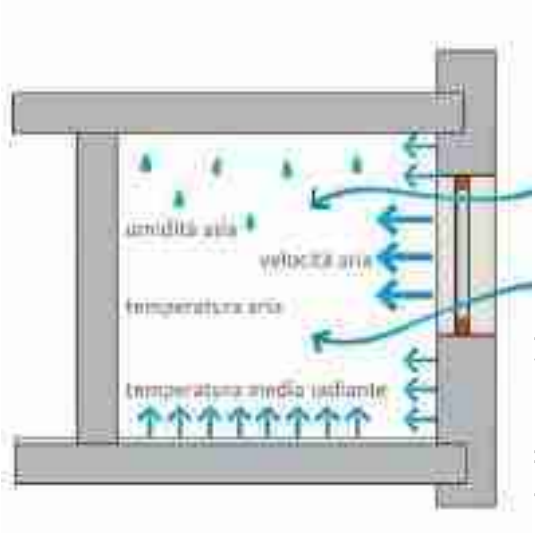
Gas radon

Ricambiare l'aria in modo corretto: una sfida quotidiana




# 5.1 COMFORT DEGLI AMBIENTI INTERNI

**Fattori determinanti per il comfort interno**




Fonte: bund-bauen-energie.de

Ognuno di noi desidera vivere e lavorare in ambienti salubri, confortevoli e che assicurino benessere. Se questa affermazione può facilmente mettere tutti d'accordo, più difficile è trovare una risposta univoca su che cos'è il comfort e su come si raggiunge.

La percezione di benessere all'interno degli ambienti dipende da numerosi fattori che sono in parte soggettivi e legati all'età, alla costituzione fisica, all'attività svolta e allo stato di salute della persona, e in parte oggettivi e possono quindi essere progettati.

Una CasaClima deve perseguire non solo il risparmio energetico, ma anche e soprattutto il benessere abitativo e il raggiungimento del comfort.

La vita di tutti i giorni ci porta a trascorrere sempre più tempo all'interno degli edifici. Vivere, lavorare, trascorrere il tempo libero in ambienti interni di qualità, che favoriscano una vita sana e confortevole, è sempre più importante.
I luoghi in cui trascorriamo del tempo contribuiscono a una vita sana attraverso un clima interno adatto alle attività svolte, privo di inquinamento indoor e in cui sia possibile gestire in maniera semplice i parametri che regolano il benessere.

Nella fase iniziale del progetto di un edificio il committente deve interrogarsi non solo sulle proprie esigenze spaziali ed estetiche, ma anche su quali siano i propri desideri di comfort termo-igrometrico, luminoso, visivo e acustico.

# 5.2 COMFORT TERMO-IGROMETRICO

Il comfort termo-igrometrico corrisponde alla soddisfazione rispetto alle condizioni termiche dell'ambiente in cui non percepiamo "troppo caldo" o "troppo freddo" ed è la condizione base della progettazione di una CasaClima.

Per raggiungere questo obiettivo al centro della progettazione sono posti:

- coibentazione dell'involucro edilizio;
- scelta adeguata dei materiali e delle stratigrafie;
- assenza di ponti termici;
- ridotta permeabilità all'aria dell'involucro edilizio;
- corretto ricambio d'aria;
- controllo dell'umidità.

Tramite queste strategie passive, che riguardano esclusivamente l'involucro edilizio, è possibile non soltanto contenere i consumi energetici sia nella stagione invernale che estiva, ma anche migliorare i fattori da cui dipende il comfort termo-igrometrico, come ad esempio temperatura e umidità.

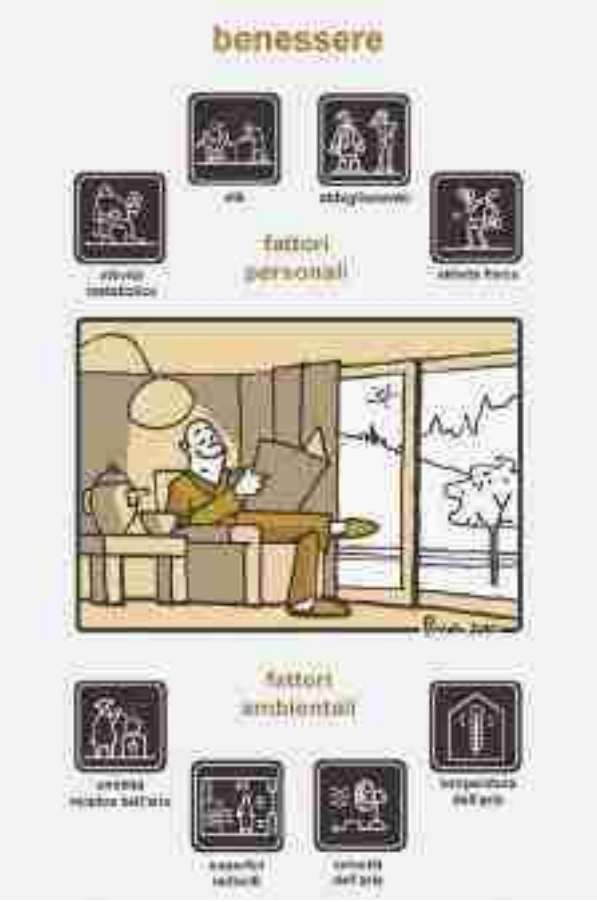
All'interno di un locale ciascuno di noi è in una condizione di equilibrio dinamico con l'ambiente e tende a bilanciare con esso umidità e temperatura. Lo scambio di calore con l'ambiente circostante avviene principalmente attraverso la superficie corporea e mediante l'emissione di umidità attraverso la respirazione e la traspirazione corporea.
Si raggiunge la condizione di benessere termo-igrometrico quando il fisico non è sottoposto a stress e il bilancio termico tra il corpo e l'ambiente è modesto ed equilibrato. Se non c'è equilibrio fra il calore prodotto dal corpo umano e quello scambiato con l'ambiente, la temperatura corporea è soggetta a variazioni che devono essere in qualche modo contrastate, ad esempio tramite la sudorazione, causando una sensazione di disagio.

I fattori determinanti per definire il comfort termo-igrometrico sono:

- temperatura dell'aria;
- temperatura media radiante, che rappresenta la media ponderata delle temperature di tutte le superfici che delimitano un ambiente;
- umidità relativa;
- velocità dell'aria;
- tipo di attività svolta;
- abbigliamento.

La zona di benessere può essere circoscritta basandosi su alcuni criteri generali:

- temperatura dell'aria compresa tra 18-23 °C in inverno e i 25-27 °C in estate;
- umidità relativa dell'aria compresa in un range del 40-60%;
- differenza tra la media delle temperature superficiali dei componenti edilizi e la temperatura dell'aria inferiore a 2 °C;
- temperature superficiali il più possibile omogenee tra loro;
- velocità dell'aria inferiore a 0,2 m/s.




## Comfort invernale

Il primo passo per favorire il benessere termoigrometrico nella stagione invernale è coibentare gli edifici in maniera continua ed uniforme evitando discontinuità, secondo il principio del "pennarello rosso".

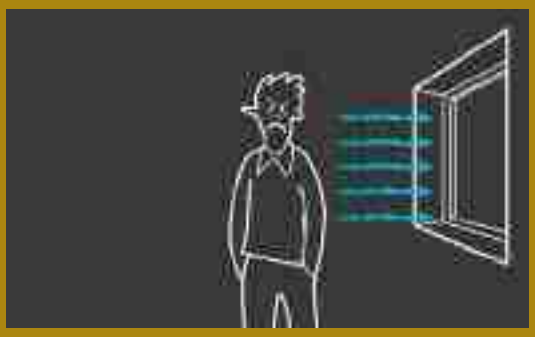
In altre parole, la coibentazione deve essere continua lungo tutto l'involucro riscaldato degli edifici. Immaginando di disegnare la coibentazione con un pennarello rosso, la linea non si deve interrompere in alcun punto.
In questo modo saranno ridotte le dispersioni per trasmissione dell'involucro edilizio, si innalzeranno le temperature superficiali interne e di conseguenza anche la temperatura percepita. Se le temperature superficiali dei

### IMPORTANTE



Una coibentazione uniforme migliora le condizioni di temperatura interna grazie all'innalzamento delle temperature superficiali interne dei componenti edilizi.

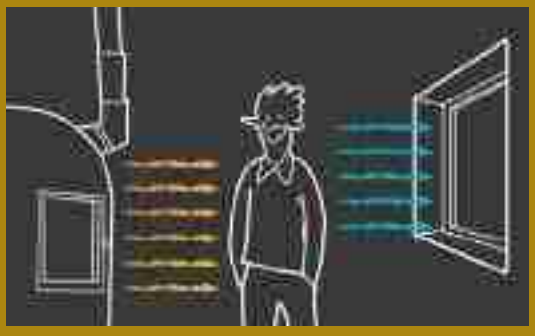
Gli scambi radiativi di calore con le superfici che delimitano un ambiente possono influire sul benessere degli individui che lo abitano. Il nostro fisico non gradisce contrasti troppo pronunciati di temperatura. È auspicabile una temperatura quanto più omogenea possibile delle superfici che definiscono un vano.



Una superficie fredda sottrae calore al corpo e provoca sensazioni sgradevoli.



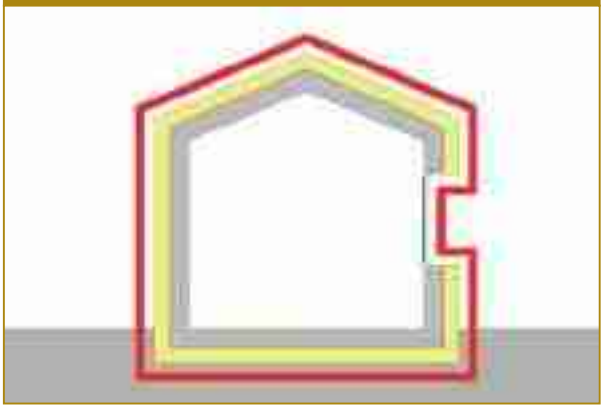
Una fonte calda cede calore al corpo e conferisce in inverno sensazioni piacevoli.



Si realizzano condizioni di comfort quando la differenza di temperatura fra superfici radianti fra un lato e l'altro del corpo non supera i 2 °C.

componenti edilizi sono quanto più uniformi e non si discostano eccessivamente dalla temperatura dell'aria, percepiremo una temperatura molto simile a quella effettiva dell'aria.
Al contrario, se la superficie interna di un elemento costruttivo ha temperatura inferiore rispetto alla temperatura dell'aria, percepiremo una temperatura interna inferiore a quella dell'aria e quindi della temperatura desiderata (impostata come set-point dell'impianto di riscaldamento).
Saremo quindi costretti ad aumentare la temperatura di set-point per percepire la temperatura desiderata, con conseguenti aumenti dei costi per il riscaldamento.

**Coibentazione involucro: principio del "pennarello rosso"**

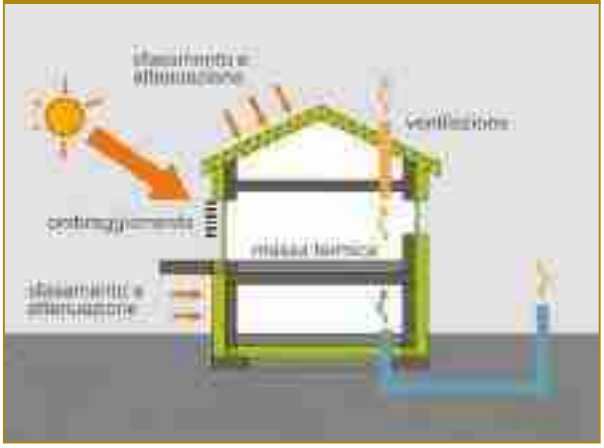


A influenzare positivamente la percezione di comfort termico è anche una ridotta permeabilità dell'involucro edilizio realizzata attraverso una buona tenuta all'aria e al vento, che garantiscono l'assenza di spifferi e correnti d'aria in corrispondenza delle connessioni dei componenti edilizi (ad es. in corrispondenza degli infissi esterni).

## Comfort estivo

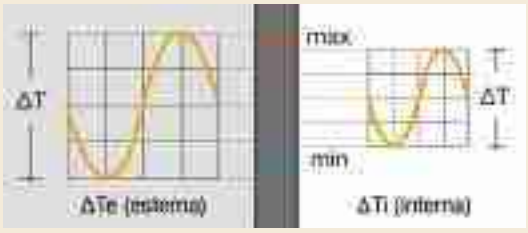
Il benessere durante la stagione estiva si ottiene trattenendo all'esterno il calore.
Ciò avviene sia intervenendo sui componenti opachi che su quelli vetrati.

**Protezione termica estiva**



In fase di progettazione è fondamentale scegliere materiali che siano in grado di accumulare il calore e di rilasciarlo nel tempo con un'intensità ridotta, consentendo un più facile smaltimento del carico termico all'interno dell'edificio. La proprietà di un materiale di accumulare calore e cederlo in seguito all'ambiente interno con minore intensità dipende principalmente da due fattori: la densità e la capacità termica. Maggiori saranno i valori di queste due caratteristiche migliore sarà la capacità del materiale di trattenere calore e impedire che esso penetri all'interno degli ambienti.

### SFASAMENTO E ATTENUAZIONE




Sfasamento e attenuazione sono due grandezze che servono a valutare il comportamento estivo di un elemento opaco (ad es. parete o tetto) nel suo complesso.

- **Sfasamento**: si calcola in ore ed è definito come il ritardo temporale tra il momento in cui si registra la massima sollecitazione termica sulla superficie esterna del componente edilizio e il momento in cui si registra il massimo flusso di calore entrante sul lato interno, supponendo che la temperatura su quest'ultimo sia costante;
- **Fattore di attenuazione**: è un valore adimensionale definito come il rapporto tra la trasmittanza termica periodica Yie e la trasmittanza termica in condizioni stazionarie U.

A elevati valori di sfasamento e ridotti valori del fattore di attenuazione corrisponde una stratigrafia con migliori prestazioni estive.

### IMPORTANTE



Un'efficace strategia per migliorare le prestazioni estive di un fabbricato è quella di sfruttare le ore notturne per areare i locali. Questo serve non solo a smaltire il calore scaricato dai componenti edilizi che lo hanno accumulato durante il giorno e rilasciato nelle ore serali, ma anche a raffreddare le superfici interne. La ventilazione naturale è più efficace se si sfruttano aperture contrapposte.

I componenti vetrati, per loro natura, possono favorire fenomeni di surriscaldamento estivo e pertanto è fondamentale prevedere adeguate schermature per tutte le superfici trasparenti e progettarle in base alle esposizioni e al contesto.

### EFFICACIA DELLE SCHERMATURE SOLARI

**Schermature mobili**
Le schermature mobili quali veneziane o avvolgibili con lamelle orientabili offrono il vantaggio di poter gestire la radiazione solare e, al contempo, la luminosità a ll'interno dei locali. Affinché siano efficaci, devono essere installate all'esterno del serramento, in modo tale che il calore del sole non penetri nei locali e crei uno spiacevole surriscaldamento dell'ambiente.



Schermature esterne: sempre raccomandate.



Schermature interne: sempre sconsigliate.

**Schermature fisse**
Le schermature fisse quali balconi o pensiline non consentono una gestione contemporanea di radiazione solare e luminosità. Devono perciò essere correttamente dimensionate per schermare i raggi solari solo durante la stagione estiva e non in quella invernale, quando offrono importanti guadagni solari. Le schermature fisse, come balconi e pensiline e similari, sono molto efficaci per serramenti posti a Sud, dove i raggi solari estivi hanno inclinazione maggiore, mentre lo sono meno a Est ed Ovest in quanto i raggi solari sono meno inclinati.



Schermature fisse: da valutare in base all'esposizione.

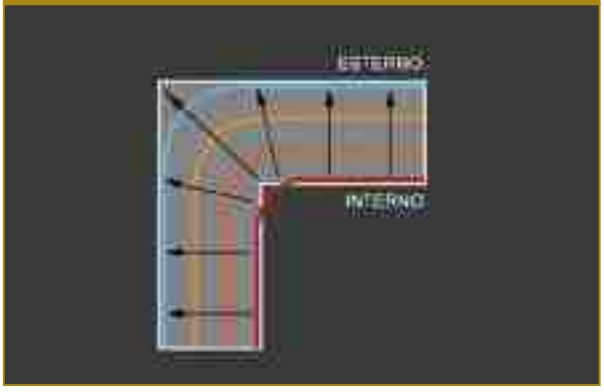
# 5.3 PONTI TERMICI

Ridurre la presenza di ponti termici è di fondamentale importanza per una progettazione mirata al risparmio energetico e soprattutto al comfort. I ponti termici sono zone dell'involucro edilizio dove si concentra la dispersione di calore tra ambiente interno ed esterno rispetto alle porzioni di superficie vicine. Derivano principalmente dall'eterogeneità di materiali negli elementi costruttivi o dalla forma geometrica della costruzione. Non sempre è possibile evitarli, ma è sempre possibile mitigare la perdita di calore ad essi connessa.

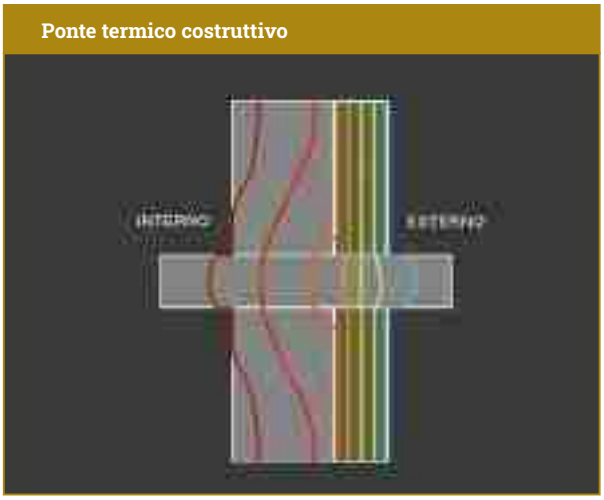
I ponti termici possono essere distinti in:

- **ponti termici "geometrici",** che sono determinati dalla geometria della costruzione. Ad esempio, lo spigolo di un edificio rappresenta sempre un ponte termico geometrico dovuto alla differente superficie fra la parete disperdente interna e quella esterna;
- **ponti termici "costruttivi",** che derivano da una variazione locale di resistenza termica della parete. Ne sono un esempio gli architravi non coibentati, i pilastri in cemento armato inseriti in una muratura e i balconi in calcestruzzo che attraversano la parete muraria perimetrale.

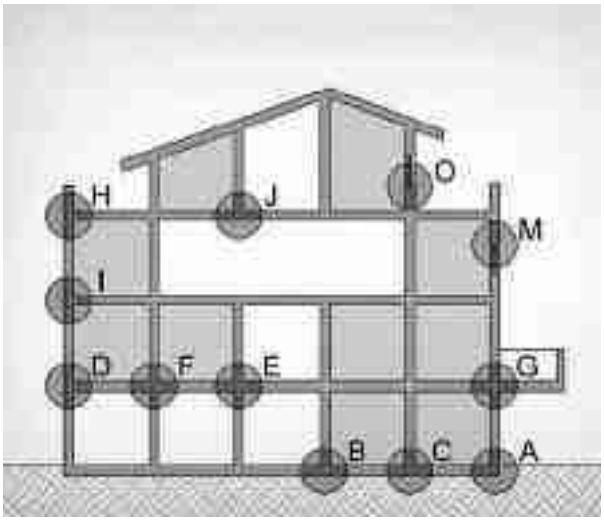
**Ponte termico geometrico**




**Ponte termico costruttivo**



Una coibentazione a regola d'arte dell'edificio, progettata nel dettaglio, è la strategia principale per "risolvere" (cioè attenuare) l'effetto dei ponti termici. L'isolamento deve essere continuo, con particolare attenzione alle discontinuità geometriche e ai nodi costruttivi che presentano una qualche variazione termica locale.




**Esempio di ponti termici presenti in un edificio**

## Conseguenze dei ponti termici

La presenza di ponti termici non solo comporta un maggiore dispendio sia energetico che economico, ma riduce il comfort e la salubrità degli ambienti interni.

Le principali conseguenze indotte dalla presenza di ponti termici sono di tipo:

- **energetico**: ai ponti termici sono associate maggiori dispersioni di calore e di conseguenza maggiori consumi. Le dispersioni termiche causate dai soli ponti termici relative ai balconi, ai cordoli, alle finestre o alla struttura in cemento armato possono arrivare a incidere anche per il 20-30% sulle dispersioni termiche globali dell'edificio;
- **igienico-sanitario**: i ponti termici favoriscono la formazione di muffa e condensa superficiale. La formazione di muffa può verificarsi anche a temperature elevate se nell'ambiente il tenore di umidità relativa si mantiene alto per alcuni giorni. In un ambiente con temperatura interna di 20 °C e umidità relativa del 65%, la formazione di muffa può verificarsi quando la temperatura superficiale di un tratto di parete rimane inferiore a 16,7 °C per più giorni;
- **strutturale**: i ponti termici possono indurre fenomeni di degrado strutturale dei componenti edilizi per le tensioni indotte dalla differenza di temperatura tra i componenti edilizi.

### LE MUFFE

Le muffe sono microrganismi che appartengono al regno dei funghi e nell'ecosistema svolgono il ruolo fondamentale di decomporre e riciclare le materie organiche. Le sole spore non rappresentano mai un problema igienico-sanitario all'interno degli edifici fino a quando non trovano delle condizioni ambientali tali da favorire il loro sviluppo.

Condizioni che devono verificarsi in contemporanea per lo sviluppo delle muffe:

- **Temperatura**: generalmente compresa tra i 15 °C e i 30 °C;
- **Umidità relativa dell'aria**: è sufficiente che nell'ambiente l'umidità relativa dell'aria sia superiore al 60-65%
- **Caratteristiche della superficie**: sono favorevoli superfici con pH neutro o acido (condizione ideale pH compreso tra 5 e 7) e dove c'è presenza di materiale organico (polvere, proteine, ecc.);
- **Periodo di tempo idoneo**: generalmente è sufficiente il persistere delle condizioni sopra descritte per qualche giorno affinché le muffe si sviluppino e crescano.

Gli effetti sulla salute dovuti alla presenza di muffe possono essere molto negativi. Esse possono agire come agenti infettanti o come allergeni e producono sostanze tossiche che possono provocare irritazione agli occhi e alle vie respiratorie e causare cefalea, tosse secca, prurito e difficoltà respiratorie anche inducendo patologie croniche.
Per evitare la formazione di muffe una prima soluzione è mantenere un basso livello di umidità ambientale. Quindi si deve sempre favorire la ventilazione e il ricambio di aria in modo da tenere l'umidità relativa dell'aria interna intorno al 50%. In secondo luogo è estremamente efficace dotare gli ambienti di un impianto di ventilazione meccanica controllata con regolazione automatica del tenore di umidità. In caso non sia possibile installare un impianto di VMC può essere utile posizionare nei locali un igrometro per tenere monitorato il tenore di umidità.



### CASACLIMA = EDIFICI PRIVI DI PONTI TERMICI

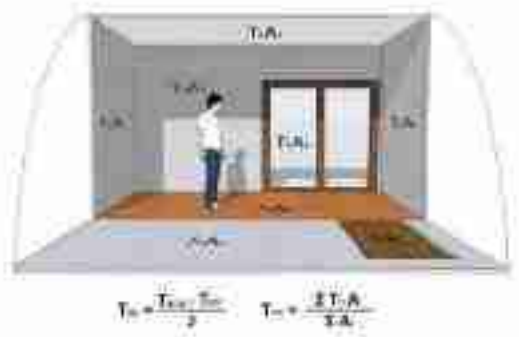
Per evitare di incorrere nelle problematiche di formazione di muffa e garantire ambiente salubri, la certificazione CasaClima richiede l'assenza di ponti termici e l'assenza di condizioni favorevoli alla formazione di muffa.

Per le nuove costruzioni ciò avviene rispettando uno dei seguenti requisiti:

- in ogni punto dell'involucro edilizio la temperatura superficiale interna minima deve essere almeno di 17 °C;
- in presenza di un impianto di ventilazione meccanica controllata o di un sistema di controllo dell'umidità relativa interna, la temperatura minima può scendere fino a 12,6 °C in quanto si considera che il tenore di umidità sia sempre contenuto e regolato automaticamente dall'impianto.

Negli interventi di risanamento, invece, il problema deve essere considerato caso per caso tenendo conto anche dei vincoli urbanistici e di tutela specifici dell'edificio. Per questo motivo CasaClima ha predisposto un ampio Catalogo di soluzioni tipologiche per edifici nuovi/esistenti oggetto di risanamento e ha introdotto la possibilità di risolvere i ponti termici con sistemi di protezione attiva, come un sistema con cavo scaldante di tipo elettrico o un sistema idronico come l'impianto radiante a pavimento.
L'obiettivo, sia in edifici di nuova costruzione che in edifici esistenti, è che sia garantita l'assenza del rischio di formazione di muffa e, di conseguenza, la creazione di ambienti di vita salubri e confortevoli.

**Temperatura operativa**



Per avere una sensazione di benessere all'interno di un ambiente e raggiungere la temperatura di comfort è importante che sia elevata non solo la temperatura dell'aria, ma anche quella delle superfici che delimitano il locale (temperatura media radiante). La media aritmetica tra temperatura dell'aria e temperatura media radiante definisce la temperatura operativa: essa tiene conto sia degli scambi radiativi che convettivi del nostro corpo con l'ambiente. Per garantire il comfort interno, la differenza fra la temperatura operativa e quella ambiente non dovrebbe superare i 2 °C.

## FOCUS: Termografia

Una prova strumentale non invasiva e molto utile per individuare i punti di maggiore dispersione termica di un edificio, sia questo di nuova costruzione che esistente, è la termografia. Attraverso una fotocamera a infrarossi (termocamera) è possibile leggere e quantificare la radiazione infrarossa emessa da una superficie e determinarne, di conseguenza, la temperatura superficiale.
Associando colori diversi a temperature diverse, la termocamera restituisce le immagini (termogrammi) delle superfici esaminate con la mappatura termica di ogni punto.

Attraverso la termografia è quindi possibile individuare discontinuità di isolamento termico e tenuta all'aria, ponti termici e presenza di umidità ed è per questo molto utile in fase diagnostica.

Grazie ad un'indagine termografica della facciata esterna, per esempio, fatta con opportune differenze di temperatura fra interno ed esterno, è possibile individuare i punti della parete che presentano una temperatura più alta dove, pertanto, si verificano dispersioni particolarmente elevate.

La termografia deve essere eseguita rispettando precise condizioni climatiche e pertanto deve essere affidata a tecnici competenti che siano in grado di interpretare correttamente i risultati.




**Termografia di un edificio dove si evidenziano le aree di maggiore dispersione termica.**

# 5.4 TENUTA ALL'ARIA E AL VENTO

Nella progettazione di un edificio a basso consumo energetico gli aspetti di tenuta all'aria e al vento giocano un ruolo determinante nell'effettiva dispersione termica.
La presenza di punti permeabili all'aria in un edificio termicamente isolato consente in inverno all'aria fredda esterna di penetrare all'interno dei componenti edilizi e raffreddare le superfici, mentre a quella interna, umida e calda, di dirigersi verso l'esterno dove a contatto con le superfici fredde, potrà condensare all'interno dei materiali accelerando i fenomeni di degrado.
Affinché gli strati di tenuta all'aria e al vento svolgano il loro compito, è necessario che siano adeguatamente progettati e siano continui su tutta l'estensione dell'involucro riscaldato. Per evitare danni alle strutture e aumenti dei costi di gestione dell'edificio la posa deve essere affidata ad artigiani qualificati.

- **Tenuta all'aria**: è la capacità di frenare il passaggio di aria dall'interno dell'edificio verso l'esterno. Si realizza generalmente sul "lato caldo" dei componenti edilizi e serve a evitare che il vapore acqueo durante il percorso dall'interno all'esterno, in particolare se si trasforma in condensa sulle superfici fredde della stratigrafia, si accumuli all'interno degli elementi costruttivi. Ciò causa effetti negativi sia sulle prestazioni termiche dei materiali che sul loro stato di conservazione.
- **Tenuta al vento**: è generalmente posizionata "sul lato freddo" dei componenti edilizi e ha il compito di proteggere lo strato isolante dalle infiltrazioni dell'aria fredda esterna e talvolta anche dalle intemperie con la funzione di tenuta all'acqua.

**Tenuta all'aria e al vento dell'involucro edilizio**



**Tenuta al vento (lato freddo)**
**Tenuta all'aria (lato caldo)**

Tramite questi due differenti strati funzionali si riduce efficacemente la permeabilità all'aria dell'involucro edilizio.

Le conseguenze dell'insufficiente tenuta all'aria dell'involucro edilizio sono:

- l'aumento delle dispersioni termiche causate dalle infiltrazioni d'aria fredda dall'esterno;
- il deterioramento rapido dei materiali a causa della condensa interstiziale all'interno dei componenti edilizi;
- la riduzione delle capacità isolanti dei materiali coibenti per la presenza di umidità;
- la riduzione della capacità d'isolamento acustico;
- la diminuzione del comfort interno per la presenza di correnti d'aria poco confortevoli (spifferi);
- il rischio di formazione di muffa;
- la minore efficienza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Oltre ad essere attentamente progettati è molto importante che gli strati funzionali di tenuta all'aria e al vento siano posati a regola d'arte affinché siano efficaci.

### LA CASA NON "RESPIRA"

Spesso si sente dire che la casa "deve respirare". Tale convinzione deve essere definitivamente abbandonata. Gli edifici infatti non "respirano" e, soprattutto, non devono "respirare"! Devono invece "traspirare" (cioè far uscire l'umidità interna per diffusione).
Il ricambio dell'aria avviene mediante la regolare apertura dei serramenti o, qualora installata, attraverso l'impianto di ventilazione meccanica controllata.
Attraverso le strutture edilizie (pareti, tetto, ecc.) viene smaltita solo in minima parte (il 2% circa), l'umidità giornalmente prodotta all'interno di un'abitazione.




Prova del Blower Door Test per verificare la tenuta all'aria dell'edificio.

### IL CONTROLLO DELLA TENUTA ALL'ARIA DI UN EDIFICIO: BLOWER DOOR TEST

La verifica della corretta esecuzione della tenuta all'aria avviene mediante l'esecuzione di un Blower Door Test secondo il metodo di pressurizzazione dell'edificio. In un'apertura (porta o finestra) si inserisce un telaio rigido chiuso da un telo in cui viene introdotto un ventilatore che crea una differenza di pressione fra interno e esterno di 50 Pascal. Per mantenere questa differenza di pressione il ventilatore deve ricambiare una certa quantità di aria che, misurata e suddivisa per il volume netto dell'edificio, definisce il cosiddetto valore $n_{50}$. Più piccolo è il valore $n_{50}$, migliore è la tenuta all'aria dell'edificio. Il Blower Door Test può essere utilizzato anche per la ricerca dei punti critici, dove la tenuta all'aria non è garantita. Il test andrebbe condotto a conclusione dei lavori di realizzazione dello strato di tenuta all'aria e possibilmente prima della posa delle finiture. In questo modo possono essere evidenziati con facilità eventuali punti critici da risolvere.

### CASACLIMA E BLOWER DOOR TEST



A partire dal marzo 2010 secondo il protocollo CasaClima è obbligatorio la verifica di tenuta all'aria tramite il test del Blower Door Test eseguito secondo le norme UNI EN 13829 (oggi aggiornata dalla UNI EN ISO 9972) per tutti gli edifici residenziali, indipendentemente dalla classe energetica, dalla tipologia costruttiva e dalla presenza di un impianto di ventilazione meccanica.

I valori massimi di tenuta all'aria da rispettare secondo lo standard CasaClima sono:

- **CasaClima A/B: $n_{50} \leq 1{,}5\ h^{(-1)}$**
- **CasaClima Gold: $n_{50} \leq 0{,}6\ h^{(-1)}$**
- **Edifici oggetto di risanamento CasaClima R: $n_{50} \leq 3{,}0\ h^{(-1)}$**

# 5.5 COMFORT LUMINOSO

La progettazione dell'illuminazione naturale e artificiale e della loro integrazione influenza i consumi energetici di un edificio, il comfort percepito, la fruibilità degli spazi e naturalmente i costi sostenuti sia in fase di realizzazione, che di gestione della struttura.
Una buona illuminazione naturale e/o artificiale all'interno di un'abitazione o di un luogo di lavoro è innanzitutto un requisito fondamentale per svolgere le attività visive con velocità, facilità e precisione, a vantaggio del benessere e anche della sicurezza degli utenti.

## Illuminazione naturale

Nella progettazione di un edificio a basso consumo energetico è necessario individuare le migliori soluzioni per massimizzare lo sfruttamento della luce naturale, non soltanto per gli effetti benefici che essa ha sulla salute, ma anche perché si tratta di una risorsa preziosa, gratuita e rinnovabile che ci permette di illuminare i locali senza costi in bolletta. Inoltre, la stessa radiazione solare che illumina rappresenta anche un apporto termico gratuito che, nei mesi invernali, riduce il fabbisogno per il riscaldamento.
I vantaggi dell'illuminazione naturale rispetto a quella artificiale sono:

- maggiore variabilità nel tempo sia del flusso luminoso che dei colori rispetto alla luce artificiale: questo permette al nostro corpo di accordare i propri ritmi biologici allo scorrere del tempo e di regolare il ritmo sonno-veglia;
- livelli luminosi più elevati e miglior qualità nella resa dei colori;
- la luce irradiata dal sole è gratuita e non inquina;
- aumento del comfort interno tramite il collegamento visivo con l'ambiente esterno.

Oltre alla localizzazione geografica dell'edificio, alla sua geometria, alla dimensione e all'orientamento delle aperture vetrate l'illuminazione naturale di un ambiente è influenzata dalla geometria e dalla profondità della stanza, dal tipo e dal colore delle finiture interne e dell'arredamento.
Nelle costruzioni caratterizzate da grandi aperture vetrate il rischio è però quello di avere elevati apporti solari non correttamente gestiti che possono provocare fenomeni di abbagliamento luminoso e di surriscaldamento estivo. È quindi necessario trovare dei buoni compromessi che permettano di soddisfare contemporaneamente sia le esigenze di comfort luminoso sia di comfort termico, ad esempio attraverso il corretto utilizzo di schermature, fisse o mobili, che consentono di modulare l'ingresso della luce e dell'energia solare secondo le necessità del momento.
Sistemi come veneziane/tende a lamelle/frangisole, che possono essere installati sul lato esterno della vetrata o in alcuni casi all'interno della vetrocamera, permettono di variare manualmente o con sistemi automatizzati l'orientamento delle lamelle in funzione dell'inclinazione dei raggi solari in maniera tale da regolare il flusso luminoso in ingresso in base alle diverse esigenze degli utenti.

## Illuminazione artificiale

L'illuminazione artificiale non può sostituirsi alla luce naturale, ma può integrarsi a essa per massimizzare il comfort. Se ben progettata rende i luoghi più accoglienti ed assicura maggiore comfort visivo. Definire l'illuminazione di un'ambiente affidandosi solo al gusto estetico del singolo corpo illuminante non è sufficiente a creare un ambiente confortevole. Meglio sarebbe farsi affiancare nelle scelte da un tecnico esperto di illuminotecnica per definire in maniera ottimale l'illuminazione più adatta all'uso dell'ambiente analizzando le diverse soluzioni in termini di temperatura di colore, intensità, dimensione e collocazione dei corpi illuminanti, ad esempio a incasso, a soffitto, applique o faretti. Questo vale anche per gli spazi esterni, ovvero i camminamenti e gli spazi verdi, con soluzioni che possono essere a paletto o con corpi illuminati incassati al suolo.


Performance in Light

### ILLUMINAZIONE ED EFFICIENZA ENERGETICA

L'illuminazione artificiale è responsabile di circa il 10% del consumo elettrico di una abitazione, ma con le opportune soluzioni progettuali e consapevoli scelte nell'acquisto dei corpi illuminanti è possibile ottenere un ampio risparmio di energia elettrica.

Negli ultimi anni il mercato dell'illuminazione artificiale si è trasformato. Le tradizionali lampade a incandescenza, (chiamate così perché per funzionare dovevano portare ad altissima temperatura un filamento metallico contenuto nel bulbo della lampada), stanno definitivamente scomparendo, grazie al divieto di commercializzazione scattato nel 2012. Esse sono state progressivamente sostituite dalle più efficienti lampade a risparmio energetico, che malgrado siano leggermente più costose riescono ad ammortizzare la spesa iniziale in tempi brevi, grazie ad una rilevante riduzione dei consumi e a una durata superiore del prodotto.

Le soluzioni tecnologiche a basso consumo si sono molto ampliate negli ultimi anni, offrendo una sempre maggiore efficienza e quindi possibilità di scelta:

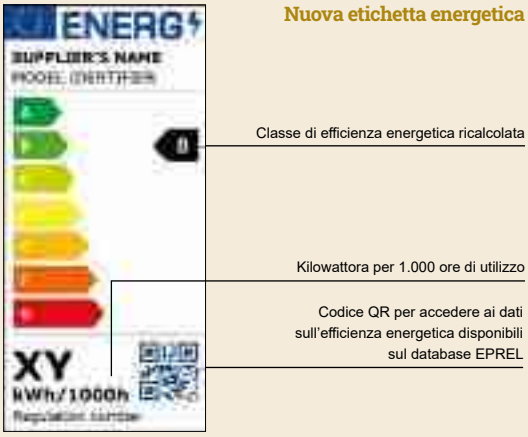
- **Lampade fluorescenti compatte (CFL):** sono notevolmente più efficienti dal punto di vista energetico delle lampadine a incandescenza e hanno anche una durata maggiore. Purtroppo, i CFL contengono mercurio, rifiuto pericoloso e altamente tossico, di conseguenza è necessario prestare attenzione alla fuoriuscita di questa sostanza dannosa in caso di rottura. Inoltre, questo prodotto deve essere smaltito in modo adeguato recandosi presso gli appositi centri di raccolta comunale oppure, a fronte dell'acquisto di una nuova lampadina, consegnandola direttamente al rivenditore.
- **Lampade a LED (Light Emitting Diode):** sono dotate della tecnologia di illuminazione più avanzata e rappresentano il futuro nel campo dell'illuminazione anche grazie alla grande varietà di forme e possibilità di utilizzo raggiunte. Il LED oltre a raggiungere un risparmio energetico dell'80% rispetto alle tradizionali lampade a incandescenza ha una durata nel tempo che può andare oltre le 50.000h.

Riesce inoltre a sviluppare un flusso di luce 5 volte superiore con pari potenza assorbita e pertanto solo una minima parte dell'energia sviluppata viene trasformata in calore, per cui queste lampade restano relativamente fredde anche

### NUOVO ECOLABELLING

La Comunità Europea ha stabilito degli obiettivi molto importanti che porteranno entro il 2030 a un notevole risparmio energetico ed a un impatto ambientale sempre meno gravoso.
A partire dal 1° marzo 2021 sono entrate in vigore le nuove etichette energetiche riviste e ottimizzate a vantaggio di una migliore leggibilità dei dati e ad un più semplice confronto tra prodotti.
L'Etichetta Energetica è un documento che informa i consumatori su caratteristiche e consumi di energia ed è obbligatoria in tutti i paesi membri dell'Unione Europea. Deve essere esposta dal negoziante, davanti o sopra tutti gli apparecchi in vendita, anche se ancora imballati. Il successo dell'etichettatura energetica ha favorito lo sviluppo di prodotti sempre più efficienti sotto il profilo energetico e con migliori caratteristiche tecniche e prestazioni funzionali.

**Nuova etichetta energetica**



dopo diverse ore di funzionamento. È possibile, inoltre, integrarle con sensori di movimento, d dimmer e regolatori di intensità luminosa, o essere comandate tramite applicazione per device connessi al wi-fi.

### L'INTELLIGENZA PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELLA LUCE

La luce ha effetto su di noi. Al mattino la produttività è al massimo, aumenta fino a mezzogiorno per poi abbassarsi progressivamente fino a sera. Questo processo è notevolmente influenzato dalla luce. Per questo motivo è importante supportarlo.
Sul mercato sono presenti nuovi rilevatori che includono eccezionali funzioni per il controllo non solo della quantità ma anche della qualità dell'illuminazione artificiale. Gli apparecchi dotati dell'opzione Human Centric Lighting (HCL) variano la propria luminosità nel corso della giornata, ricreando un'atmosfera naturale con l'illuminazione artificiale. Sono sistemi di controllo della luce che mettono la qualità di vita delle persone al centro della funzionalità modificando il colore e l'intensità della luce lentamente durante il giorno.
I vantaggi della tecnologia HCL hanno come vantaggi un incremento della:

- Produttività: il controllo garantisce maggiore produttività e concentrazione sul posto di lavoro;
- Comfort visivo: la luce naturale con adeguata intensità di illuminazione favorisce il comfort visivo;
- Sincronizzazione: consente di riprodurre il passaggio naturale tra giorno e notte;
- Salute: favorisce il bioritmo naturale dell'uomo garantendo maggior benessere;
- Spettro dei colori: la luce artificiale imita lo spettro dei colori della luce naturale con effetti biologici positivi;
- Dinamica e atmosfera: la luce dinamica garantisce atmosfere suggestive in qualsiasi situazione, sia durante il lavoro che nelle pause.

Un'altra opzione di controllo della luce è la regolazione Tunable White (TW - bianco dinamico), che consente di dimmerare, secondo le esigenze personali, la luce tra calda e fredda.

### DIFFERENZA FRA WATT, LUMEN, LUX E LM/W

- Per anni per le vecchie lampade alogene o a incandescenza il watt (W) erroneamente è stato considerato un indicatore della luminosità. Il watt rappresenta invece l'unità di misura che definisce la potenza assorbita da un dispositivo e il relativo consumo elettrico.

L'introduzione del LED ha reso del tutto inutile il riferimento ai watt per definire la luminosità di una lampadina, che viene qui correttamente misurata con il parametro lumen (Lm). Sono due unità di misura che indicano due prestazioni diverse. Il concetto generale è che più lumen genera una lampadina più luce riesce a produrre, meno watt consuma e più alto sarà il suo rendimento energetico. Per cui è consigliabile scegliere una lampadina che assorba il minor quantitativo di energia possibile ed emetta il massimo dell'illuminazione.

- L'unità di misura per l'illuminamento è invece il lux (simbolo lx) ed è dato dal rapporto lumen su metro quadrato. È il parametro relativo alla luce visibile, pertanto dipendente dalle caratteristiche dell'occhio umano. Per comprendere le grandezze: i lumen di una lampada sono costanti, indipendentemente da quanto vicini o lontani siano i diversi oggetti illuminati, mentre i lux con i quali gli oggetti sono illuminati variano a seconda che ci si avvicini o allontani dalla lampada. Quando si sceglie una lampada, si guardano i lumen, mentre dovendo valutare se è luce sufficiente per leggere, in una stanza si considerano i lx;
- L'efficienza luminosa è invece espressa in **lumen/watt,** definita dal rapporto tra il flusso luminoso emesso (in lumen) e la potenza elettrica assorbita (in watt) È uno dei parametri più importanti perché si riferisce al rendimento e quindi ai consumi energetici di una lampada, permettendo un confronto tra le diverse tecnologie.

| | TIPO DI LAMPADINA | 200–300 LUMEN | 300–500 LUMEN | 500–700 LUMEN | 700–1000 LUMEN | 1000–1250 LUMEN | 1250–2000 LUMEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  | Lampadine ad Incandescenza | 25–30 Watt | 40 Watt | 60 Watt | 75 Watt | 120 Watt | 150–250 Watt |
|  | Lampadine Alogene | 18–25 Watt | 35 Watt | 50 Watt | 65 Watt | 100 Watt | 125 Watt |
|  | Lampadine a Basso Consumo | 5–6 Watt | 8 Watt | 11 Watt | 15 Watt | 20 Watt | 20–33 Watt |
|  | Lampadine LED | 2–4 Watt | 3–5 Watt | 5–7 Watt | 8–10 Watt | 10–13 Watt | 13–20 Watt |

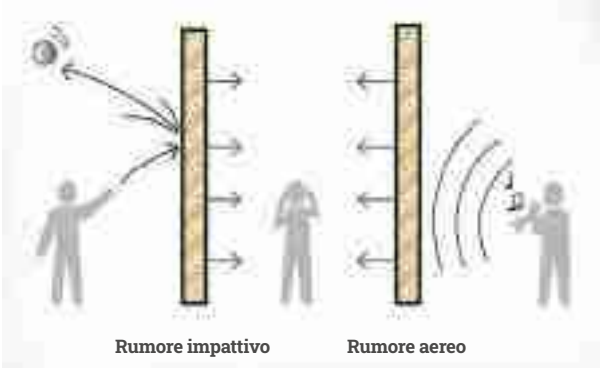
# 5.6 COMFORT ACUSTICO

Il comfort acustico rappresenta uno dei parametri fondamentali nella valutazione del livello di qualità degli edifici. Per garantire la privacy e lo svolgimento indisturbato delle attività all'interno degli ambienti è importante evitare non soltanto che il suono proveniente dall'esterno giunga all'interno dell'edificio, ma anche che all'interno dell'edificio il suono non si propaghi con facilità da un ambiente all'altro.

## La propagazione del rumore

All'interno di un edificio il rumore si propaga attraverso due modalità:

- rumore impattivo: è il rumore derivante dal contatto di due corpi solidi. Esso si propaga grazie alla vibrazione che si diffonde attraverso il componente edilizio all'interno dell'ambiente;
- rumore aereo: è il rumore derivante dalla sorgente che si propaga per via aerea attraverso l'aria. Quando l'aria giunge ai componenti di un edificio (parete, tetto, serramenti, ecc.), li mette in vibrazione consentendo la trasmissione all'ambiente interno di parte del rumore esterno.



Rumore impattivo Rumore aereo

Per ottenere buoni risultati il comfort acustico deve essere ben pensato e progettato non soltanto scegliendo adeguate soluzioni tecniche e costruttive, ma anche studiando l'organizzazione degli spazi interni, per evitare interferenze tra i diversi locali, e valutando la disposizione dei locali in base alle fonti di rumore esterne e in funzione della destinazione d'uso. In un edificio residenziale, ad esempio, sarà importante isolare acusticamente unità immobiliari autonome, mentre in un luogo di lavoro avranno grande importanza gli aspetti legati alla trasmissione del parlato e si dovrà tenere conto anche dei parametri di assorbimento acustico interno.

**ATTENZIONE!**

Le prestazioni acustiche devono essere verificate in opera, ad ultimazione dell'edificio avvenuta.



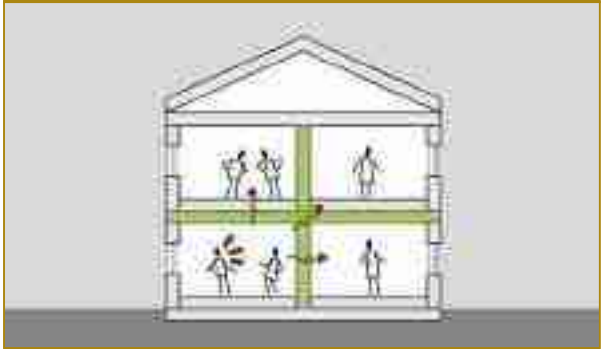
A regolare nel nostro Paese i limiti di legge da rispettare in fatto di acustica è il DPCM 05/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che individua i parametri da rispettare riguardo a:

- isolamento dai rumori aerei tra differenti unità immobiliari;
- isolamento dai rumori provenienti dall'esterno (isolamento di facciata);
- isolamento dai rumori derivanti da calpestio;
- isolamento dai rumori degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo;
- tempo di riverberazione di aule scolastiche e palestre.

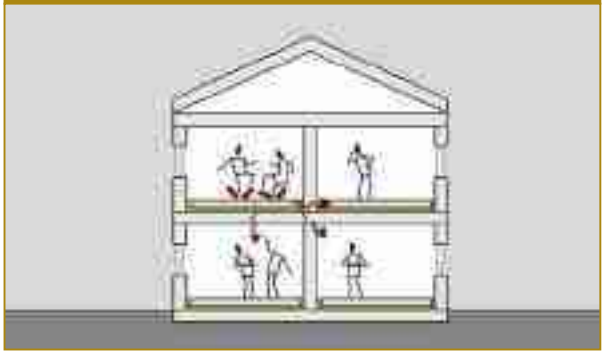
**Fonoisolamento di facciata**



**Fonoisolamento fra unità immobiliari**



**Fonoisolamento da rumori di calpestio**



## Provvedimenti per evitare la propagazione del rumore

Il comportamento acustico di un edificio non è dato dalla somma delle prestazioni dei singoli componenti, ma da come essi sono posti in opera e si integrano tra di loro: il beneficio di un serramento con vetro acustico può, ad esempio, essere vanificato se esso non è posato ad opera d'arte. La scelta dei componenti edilizi, dei materiali, di come essi si integrano e interagiscono tra loro ha quindi grande importanza non soltanto per il comfort termico, ma anche per il comfort acustico ed è per questo motivo che, quando si parla di prestazioni acustiche, ci si riferisce sempre a limiti da rispettare in opera e di verifica dei requisiti tramite collaudo a fine lavori.
Ma quali sono i provvedimenti progettuali da adottare per garantire il comfort acustico?

**ABBATTIMENTO RUMORI AEREI:**

- utilizzare materiali con elevata massa specifica: all'aumentare della massa, cresce la capacità di smorzamento delle vibrazioni da parte della struttura;
- nel caso di pareti disomogenee o composte da più strati introdurre materiali fonoassorbenti (ad es. materiali fibrosi come la lana di roccia o la fibra d legno a bassa densità) che possano attivare il comportamento "massa-molla-massa" per ridurre efficacemente i fenomeni di riverbero.




Misurazione acustica in opera

**ABBATTIMENTO RUMORI IMPATTIVI:**

- disaccoppiare e disgiungere i componenti edilizi ed evitare che si creino tra di essi collegamenti rigidi non in grado di dissipare il rumore (ponti acustici). Un esempio può essere l'inserimento di un materassino anticalpestio a bassa rigidità dinamica all'interno di un solaio di interpiano, ben risvoltato sui fianchi delle pareti sino alla quota del pavimento. Si evita così, che la vibrazione del calpestio si propaghi attraverso le pareti nelle altre stanze;
- evitare collegamenti rigidi e preferire collegamenti di tipo elastico tra le strutture;
- adottare il comportamento "massa-molla-massa" per attenuare il rumore generato.

### ISOLAMENTO ACUSTICO DEGLI IMPIANTI

L'isolamento acustico degli impianti è molto spesso trascurato, ma è anch'esso molto importante per il raggiungimento del comfort acustico.

Gli impianti tecnologici si possono distinguere in due categorie:

- impianti a funzionamento continuo (ad es. impianti di climatizzazione, di ventilazione meccanica controllata, ecc.);
- impianti a funzionamento discontinuo (ad es. rete di scarico e apparecchi sanitari, ascensori e montacarichi, ecc.).

In entrambi i casi deve essere posta particolare attenzione al corretto dimensionamento di tutti i componenti, alla scelta di macchine a basso livello di rumorosità e alla corretta posa in opera.

Grazie all'adozione di piccoli accorgimenti, quali adeguati giunti ammortizzatori e antivibranti per ridurre la trasmissione di rumore tramite le vibrazioni delle macchine o l'utilizzo di guaine acustiche e elementi disgiuntori di fissaggio alle pareti per le colonne di scarico, si possono ottenere ambienti più confortevoli in termini di comfort acustico.

### IL COMFORT ACUSTICO IN UNA CASACLIMA NATURE

Rispetto ai requisiti fissati dalla legislazione nazionale, il protocollo di sostenibilità CasaClima Nature fa un salto di qualità e prescrive provvedimenti più stringenti rispetto a quanto definito dal DPCM 05/12/1997 per garantire un elevato benessere acustico.

Una CasaClima Nature deve superare le misurazioni acustiche a fine lavori sia riguardo alle prestazioni di facciata che alle prestazioni di partizioni divisore verso altre unità immobiliari. Deve inoltre essere controllato il livello di pressione sonora degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

Per l'ottenimento della certificazione CasaClima Nature devono essere verificati i requisiti acustici dell'edificio attraverso misurazioni fonometriche in opera e la relazione di collaudo acustico deve essere sottoscritta da un tecnico competente in acustica.
Per ottenere buoni risultati è perciò sempre consigliata la redazione di un buon progetto acustico e un attento controllo della corretta esecuzione dei lavori in fase di cantiere.

**LIMITI DI FONOISOLAMENTO PER LE DIVERSE CATEGORIE DI EDIFICI IN UNA CASACLIMA NATURE**

| | | | EDIFICI RESIDENZIALI E RICETTIVI | UFFICI, ATTIVITÀ COMMERCIALI E RICREATIVE | OSPEDALI, CASE DI CURA |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Cat. A, C | Cat. B, F, G | Cat. D |
| **Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di facciata** | | $D_{2m,nT,w}$ | ≥ 40 dB | ≥ 42 dB | ≥ 45 dB |
| **Potere fonoisolante apparente** | di divisori verticali e orizzontali fra ambienti di diverse unità | $R'_w$ | ≥ 50 dB<br>≥ 55 dB* | ≥ 50 dB | ≥ 55 dB |
| **Livello di rumore da calpestio** | di divisori orizzontali fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti di differenti unità | $L'_{nw}$ | ≤ 58 dB | ≤ 55 dB | ≤ 58 dB |
| **Rumore di impianti** | a funzionamento continuo | $L_{ic}$ | ≤ 32 dB (A) | ≤ 32 dB (A) | ≤ 25 dB (A) |
| | a funzionamento discontinuo | $L_{id}$ | ≤ 35 dB (A)<br>≤ 32 dB (A)* | ≤ 35 dB (A) | ≤ 35 dB (A) |

Categorie ai sensi della classificazione degli ambienti abitativi del DPCM 05/12/1997
Lic e Lid definiti come da norma UNI 11367:2010
*** Limiti per edifici ricettivi**

# 5.7 QUALITÀ DELL'ARIA

La qualità dell'aria all'interno degli ambienti confinati destinati ad uso residenziale o ad attività lavorative, ossia quei luoghi destinati alla permanenza, anche breve ma ripetuta, di persone, rappresenta un requisito fondamentale per il benessere e per limitare i rischi alla salute. L'esposizione alle sostanze inquinanti tossiche e/o radioattive disperse nell'aria degli ambienti confinati risulta, infatti, generalmente superiore a quella relativa agli inquinanti presenti nell'atmosfera.

Il problema può risultare ulteriormente accentuato in ambienti non correttamente ventilati e/o con indici di affollamento elevati o in presenza di condizioni di umidità e temperatura particolari.

## Qualità dell'aria, salute e comfort negli ambienti interni

Le persone trascorrono mediamente il 90% del loro tempo in ambienti chiusi. Per questo il livello di inquinanti indoor influenza significativamente il livello totale di esposizione delle persone ai contaminanti aerei. Le fonti degli inquinanti sono molteplici e possono trovarsi sia all'esterno dell'edificio (trasporti e industrie), sia all'interno (ventilazione, attività degli occupanti, materiali edili, arredo, detergenti per la pulizia, ecc.).
Una scarsa qualità dell'aria può portare alla comparsa dei sintomi da sindrome da edificio malato (Sick Building Syndrome), una combinazione di disturbi associati alla permanenza in ambienti chiusi quali l'incapacità di concentrazione, la cefalea, il bruciore agli occhi, la lacrimazione, l'irritazione delle vie aeree e i sintomi di tipo allergico.

## I contaminanti aerei

L'aria è composta principalmente da gas, quali:

- **ossigeno** (21%);
- **azoto** (78%);
- **argon** (1%);
- **diossido di carbonio** (0,04%).

Tra i principali contaminanti presenti nell'aria ci sono i composti organici volatili (VOC) costituiti da una grande quantità di sostanze, come gli idrocarburi aromatici e clorurati, i terpeni, le aldeidi. Le sostanze più diffuse negli edifici residenziali sono il toluene e la formaldeide. I VOC sono sempre presenti in ambienti chiusi dato che essi sono legati all'uso di colle e vernici, all'uso di deodoranti, tarmicidi e solventi per le vernici. Inoltre, sono causa di formazione di VOC i processi di combustione, compreso il fumo prodotto dalle sigarette e il metabolismo dell'uomo.
L'emissione dei composti è legata alla loro natura e può essere istantanea, continua, intermittente regolare o irregolare. Molte fonti di emissione "umide", come le vernici e le pitture, hanno un elevato tasso di emissione dopo l'applicazione, che diminuisce gradualmente con l'asciugatura.
La correlazione fra cattivi odori e un basso livello di comfort è ovvia, ma l'influenza di alte concentrazioni di VOC relazionata alla presenza di cattivi odori dipende dal mix di componenti, come anche dalla presenza di altri contaminanti, in particolar modo l'ozono presente nell'aria.

### I CONTAMINANTI AEREI



La concentrazione delle impurità contenute nell'atmosfera è variabile, ma è generalmente minore rispetto a quella dei contaminanti prodotti dall'uomo. I contaminanti che causano problemi negli ambienti indoor sono il fumo di tabacco, il radon e la formaldeide.

I contaminanti aerei possono provocare: tossicità, odori sgradevoli, irritazione e danni materiali (corrosione, decolorazione). La tossicità varia in funzione della concentrazione e del tempo di esposizione.

## Gas radon

Il radon (Rn-222) è un gas radioattivo prodotto dal decadimento dell'uranio. La sua presenza è difficile da percepire da parte dell'uomo perché il radon è incolore, inodore e insapore. Il radon è presente nel sottosuolo: da qui esso può penetrare negli edifici attraverso crepe, fessure o punti aperti delle fondamenta. I luoghi chiusi, come i seminterrati o locali tecnici al piano terra sono pertanto particolarmente interessate dal fenomeno.
Il radon dà continuamente origine a prodotti di decadimento detti "figli", che a loro volta, in breve tempo, decadono, emettendo anch'essi radiazioni.
Il rischio per la salute viene principalmente da questi prodotti di decadimento che penetrano nelle vie respiratorie e liberano radiazioni. Esse interagiscono con il DNA delle cellule del nostro organismo e possono indurre delle alterazioni con il possibile sviluppo di tumori. Studi epidemiologici dimostrano che l'esposizione ad elevate concentrazioni di radon rappresentano la seconda causa di tumore al polmone dopo il fumo da sigaretta. Il radon è stato quindi classificato dall'OMS e dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) come un elemento cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1, oncogeno certo).

L'Italia, a livello legislativo, ha scelto di far rientrare il rischio derivante dall'esposizione al radon tra i pericoli legati alle radiazioni ionizzanti. Il principale riferimento è oggi costituito dal D.Lgs. 31 luglio 2020 n. 101 che recepisce le disposizioni della Direttiva 2013/59/EURATOM. Punto fondamentale del decreto è il "Piano Nazionale radon" (o PNR), che ancora in via di attuazione.

Tra i tanti aspetti più interessanti del Decreto, spicca la figura del professionista esperto in interventi di risanamento radon, che diventa il referente qualificato in possesso delle necessarie abilitazioni, della formazione e dell'esperienza al fine di intraprendere tutte le misure correttive idonee alla riduzione della concentrazione di radon negli ambienti di vita.



Foto: AdobeStock/333414949

## Ricambiare l'aria in modo corretto: una sfida quotidiana

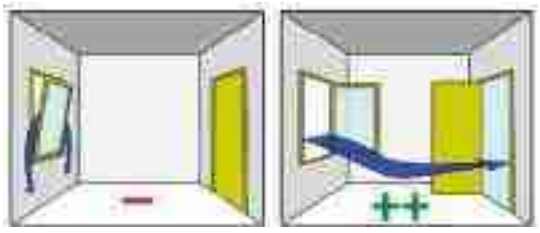
Oltre a limitare le possibili sorgenti inquinanti all'interno dell'edificio, il ruolo della ventilazione, sia essa naturale o meccanica, è sempre fondamentale per una elevata qualità dell'aria in quanto garantisce la diluizione degli inquinanti prodotti negli ambienti confinati e il contenimento dell'umidità dell'aria entro range ottimali.

Una ventilazione corretta non è però scontata, soprattutto se si tiene conto che all'interno di un'abitazione ognuno di noi cede quotidianamente all'aria che lo circonda, attraverso la respirazione o la traspirazione della pelle, circa 1-2 litri di acqua; cucinando si producono mediamente altri 2 litri di acqua e altre attività come fare la doccia o il bucato o la presenza di piante da appartamento, concorrono con ulteriori 3 litri.

Per ricambiare l'aria in maniera corretta ci si può affidare a due differenti sistemi:

- **ventilazione naturale:** tramite l'apertura regolare delle finestre si ricambia l'aria viziata interna, calda e umida, con l'aria di rinnovo esterna, fredda e secca, e si garantiscono così ambienti di vita sani e confortevoli;
- **ventilazione meccanica controllata (VMC):** un impianto effettua il ricambio d'aria in modo automatico attraverso la captazione dell'aria di rinnovo esterna e la ripresa dagli ambienti interni dell'aria viziata. Attraverso uno scambiatore è possibile recuperare di calore contenuto nell'aria calda espulsa e cederlo all'aria esterna in entrata. L'aria di rinnovo dopo essere passata dallo scambiatore di calore sarà distribuita all'interno dei locali principali (soggiorno, camere, studio, ecc.) mentre l'aria viziata, ripresa da ambienti quali cucina e bagno, sarà espulsa all'esterno. In questo modo è possibile garantire un continuo ricambio dell'aria e il contenimento dell'umidità relativa entro range ottimali e, al contempo, ridurre il fabbisogno per il riscaldamento dell'aria di ricambio necessaria all'edificio.

**Ventilazione naturale**



Apertura a vasistas: ventilare dalle 2 alle 4 volte per 30 minuti al giorno.

**ELEVATE dispersioni energetiche**

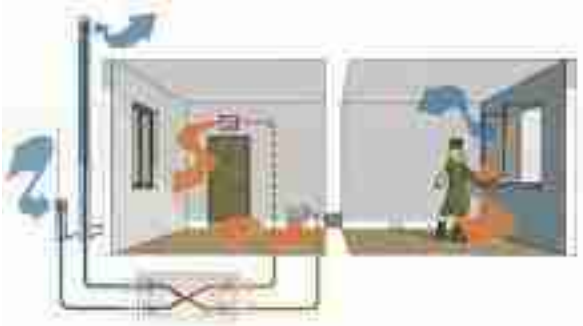
Creando moti d'aria: ventilare dalle 2 alle 4 volte per 5 minuti al giorno.

**BASSE dispersioni energetiche**

Per una corretta ventilazione naturale è importante seguire alcune semplici regole:

- ventilare almeno 2-4 volte al giorno per 5 minuti tramite l'apertura completa delle finestre;
- evitare di tenere le finestre aperte a vasistas per lunghi periodi durante l'accensione del riscaldamento: non porta ad un efficace ricambio d'aria, ma solo un abbassamento delle temperature superficiali interne;
- ventilare appena si forma umidità in eccesso: al mattino nelle stanze da letto e dopo aver cucinato o aver fatto una doccia o un bagno;
- mantenere l'umidità relativa dell'aria all'interno dei locali di abitazione attorno al 50%.

**Ventilazione controllata vs ventilazione naturale**



## LA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA IN UNA CASACLIMA NATURE

Il Protocollo CasaClima Nature garantisce che all'interno degli ambienti sia garantita una qualità elevata dell'aria attraverso:

- la verifica della concentrazione di gas radon;
- la verifica della qualità dell'aria attravesro la presenza di un impianto di ventilazione meccanica controllata e attraverso la scelta di materiali e prodotti a basse emissioni di sostanze nocive.

Riguardo alla concentrazione di gas radon, sono definiti dei valori limite di concentrazione e dei valori obbiettivo. Il superamento dei valori limite implica sempre l'adozione di opportuni provvedimenti progettuali e costruttivi finalizzati alla riduzione del problema. La valutazione per edifici di nuova costruzione avviene mediante analisi preventiva basata su mappatura del radon e analisi geomorfologica del sito.

Riguardo alla presenza di contaminanti all'interno degli ambienti chiusi, il protocollo CasaClima Nature individua alcune azioni possibili:

- presenza della ventilazione meccanica controllata;

oppure:

- l'utilizzo negli ambienti interni di materiali e prodotti (compresi i materiali di finitura interna come pavimenti, rivestimenti, pitture ecc.), che rispettano i limiti di emissione di formaldeide e di contenuto di VOC per ciascun prodotto ritenuto rischioso per la qualità dell'aria;
- nel caso non sia soddisfatto nessuno dei precedenti criteri è richiesta una misurazione finale della qualità dell'aria negli ambienti interni.



# ISODOMUS®

INDOOR CLIMATE DESIGN

## IL VOSTRO PARTNER PER LA VENTILAZIONE COMFORT

Meltem®

LÜFTUNG & WÄRMERÜCKGEWINNUNG

www.isodomus.com

# Klimahouse

## Costruire bene. Vivere bene.

### Fiera internazionale per il risanamento e l'efficienza in edilizia

**Join the future of sustainable building**



KlimaHaus CasaClima®

FieraMesse Bolzano Bozen

# 6 SOSTENIBILITÀ CASACLIMA


**6.1 SCEGLIERE SOSTENIBILE**

Di quanta tecnologia ha bisogno una casa?

Una casa energeticamente autonoma

L'efficienza non è sufficiente

Calcolatore di $CO_2$: come calcolare il proprio impatto ambientale

**6.2 COSTRUIRE SOSTENIBILE**

I protocolli di sostenibilità

**6.3 DALL'EDIFICIO ALLA COLLETTIVITÀ**

Comune Clima: i comuni scelgono l'efficienza energetica e la tutela del clima

KlimaFactory: voglia di efficienza nella PMI




Rido / AdobeStock

# 6.1 SCEGLIERE SOSTENIBILE

Il cambiamento climatico è una realtà di dimensioni mondiali le cui portata e velocità stanno diventando sempre più evidenti. Ciò significa che ogni elemento del sistema economico, incluse le famiglie, deve adattarsi e ridurre le proprie emissioni. Ognuno dovrebbe contribuire alla protezione del clima nelle azioni quotidiane: dall'abitare, alla mobilità, alla riduzione dei consumi, alle scelte alimentari.




**Cantina Tenuta Biodinamica Mara, S. Clemente (RN) - CasaClima Wine**

Quando si parla di cambiamenti climatici e di come limitare le emissioni di gas serra, sembra sempre di avere a che fare con un problema molto più grande di noi, di fronte al quale possiamo fare ben poco. Anche in questo caso vale la regola che i grandi cambiamenti iniziano sempre da piccole azioni. Infatti, a ben guardare, anche con piccoli gesti quotidiani possiamo contribuire a ridurre le emissioni dei gas climalteranti.

Ad esempio, possiamo cominciare dalla nostra casa, dal modo in cui ci riscaldiamo, da come ci difendiamo dal caldo in estate, ma anche dai mezzi di trasporto che usiamo nei nostri viaggi e persino da piccoli gesti quotidiani come fare la spesa e sedersi a tavola. Tutte queste decisioni vanno prese anche in considerazione del diverso impatto che ciascuna di esse provoca sull'ambiente.

**ABITARE**

Il settore più energivoro in assoluto è quello edilizio. Per eseguire una seria analisi energetica di un processo edilizio e quantificare l'impatto ambientale ad esso collegato è importante non solo considerare l'energia necessaria per garantire il normale funzionamento dell'edificio, ma anche valutare la quantità di energia immagazzinata nei materiali costruttivi utilizzati.
In questo contesto si inserisce il concetto di "energia grigia" nel settore edilizio, intesa come l'energia indispensabile alla costruzione di un edificio, tenendo presente il trasporto delle materie prime, le lavorazioni, i consumi in fase di realizzazione, la sostituzione e lo smaltimento del prodotto a fine vita.

## Di quanta tecnologia ha bisogno una casa?

Negli ultimi decenni il progresso tecnologico ha permesso di costruire case sempre più funzionali e confortevoli. Allo stesso tempo però, i nostri edifici con le loro componenti passive (stratigrafie, nodi costruttivi, ecc.) e attive (impianti e domotica) sono diventati sempre più complessi. Mentre tutti abbiamo un'idea di cosa sia una costruzione high-tech, più difficile è definirne una low-tech. Non esiste una descrizione universale, ma di sicuro il low-tech non deve essere associato ad un edificio di bassa qualità. Si riferisce piuttosto ad una strategia di costruzione che punta allo sfruttamento delle risorse naturali, avvalendosi di una tecnologia semplice sia in fase di progettazione che di gestione, evitando volutamente ausili tecnologici complicati per il controllo delle condizioni ambientali interne, dove l'involucro adeguatamente progettato e realizzato non richiede un elevato dispendio di energia. In tal senso almeno nella fase di uso e gestione dell'edificio è possibile limitare le emissioni di $CO_2$.

**ELIMINARE IL SUPERFLUO**



Low-tech non significa ritornare al passato o privarsi del necessario, ma solo eliminare il superfluo. Non è sfiducia nella tecnologia, quanto piuttosto fiducia nel fatto che si possano ottenere alte prestazioni sfruttando al massimo il minimo delle risorse.

## Una casa energeticamente autonoma

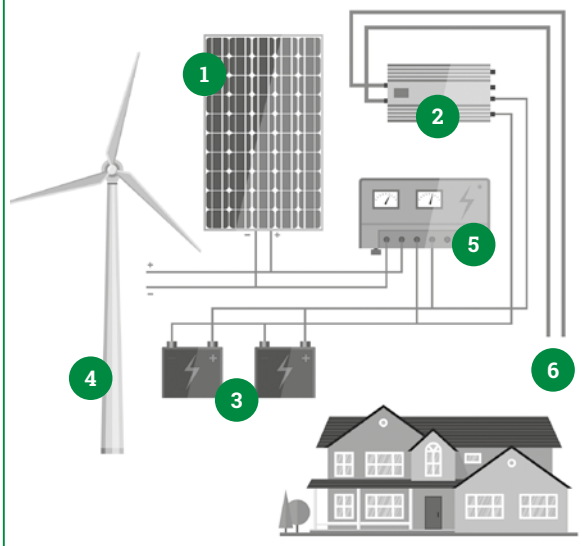
Chi non ha mai desiderato di abitare una casa senza dover pagare le bollette, specialmente quelle dell'energia elettrica e del gas, e diventare energeticamente indipendenti producendo energia da fonti energetiche locali e pulite? E questo non solo per contribuire alla riduzione delle emissioni dei gas climalteranti, ma anche per non essere più in balia delle oscillazioni dei costi energetici.
Si chiama vivere off-grid, letteralmente "staccato dalla rete", cioè dai fornitori privati o pubblici che erogano energia a pagamento, diventando così energeticamente autosufficienti. Significa alimentare abitazioni autonome, completamente svincolate dai tradizionali sistemi di approvvigionamento e utilizzando solo l'energia del sole, del vento e dell'acqua.
C'è chi sceglie una via ancora più estrema, come dimostrano le numerose comunità sorte in questi anni sia in America che in Europa, diventando completamente autarchici staccandosi anche dalla rete idrica e fognaria, utilizzando i rifiuti come materia prima per arrivare fino all'auto-produzione del cibo.

Scegliere di vivere in un'abitazione con queste caratteristiche significa modificare completamente il proprio stile di vita e di lavoro, e benché sempre più persone siano affascinate da questa possibilità questa rimane un'esperienza estrema e di difficile realizzazione.

Staccarsi dalla rete elettrica oggi inizia invece a diventare praticabile ed economicamente sostenibile. Ad esempio, grazie all'installazione di pannelli fotovoltaici sui tetti, i raggi del sole vengono trasformati in elettricità e grazie ad una batteria di accumulo è garantita l'opportunità di usare l'energia prodotta in tutto l'arco della giornata. Anche staccarsi dalla rete del gas per la cottura dei cibi è ad oggi un'opportunità concreta.. La diffusione dei piani di cottura a induzione sta rivoluzionando il concetto di cucinare e rappresenta un'efficace evoluzione rispetto alla poco efficiente piastra elettrica.

Secondo le simulazioni effettuate in uno studio condotto dai ricercatori del RSE (Società pubblica di ricerca nel settore elettrico-energetico) la soluzione più conveniente

**Sistema di alimentazione off-grid**




1. **Pannello solare**
2. **Inverter**
3. **Batterie di accumulo**
4. **Turbina a vento**
5. **Regolatore di carica**
6. **Dispositivi a corrente alternata**



Farknot Architect / AdobeStock

per chi decide di staccarsi dalla rete elettrica è un tris di tecnologie che combina fotovoltaico, batterie di accumulo e un sistema di microcogenerazione (produzione contemporanea di energia elettrica e di energia termica).

### CONVIENE ESSERE OFF-GRID?



Avvertono gli esperti: con i prezzi attuali delle tecnologie una scelta del genere va valutata solo in presenza di consumi molto alti e considerando nell'analisi costi/benefici non solo l'acquisto degli apparecchi (anche se agevolati da contributi statali), ma anche i costi della manutenzione autonoma della rete e un maggior rischio di interruzioni di erogazione.

## L'efficienza non è sufficiente

Se il comportamento quotidiano di ogni singolo individuo ha un impatto sull'ambiente, è possibile vivere in maniera più efficiente e consumare meno?

Non sempre efficienza significa realmente usare meno energia. Si può comprare, ad esempio, un'asciugatrice di ultima generazione, con il sistema a pompa di calore. Grazie a questa tecnologia si possono asciugare fino a 7 chilogrammi di bucato risparmiando il 50% rispetto ad un'asciugatrice in classe A: un vero risparmio di energia. Ma la domanda è: a noi serve un'asciugatrice o può andar bene anche stendere il bucato all'aria aperta?

È una conclusione apparentemente banale, ma se l'obiettivo è una reale diminuzione dei consumi energetici, questo non può coniugarsi con un continuo aumento delle dimensioni e della quantità di oggetti e servizi che utilizziamo, per quanto la tecnologia li renda sempre più efficienti.

Esiste, volendo, un'altra logica: quella della sufficienza. Evitare cioè quei prodotti, seppur efficienti, che restituiscono un servizio facilmente ottenibile con altri mezzi che necessitano complessivamente di meno energia. Meglio concentrare l'attenzione sul contenimento dei livelli assoluti del consumo, scegliendo il prodotto più idoneo e commisurato alle nostre reali necessità e non l'ultimo modello, seppure il migliore dal punto di vista energetico.

Efficienza e sufficienza non sono due atteggiamenti contrapposti. Nascono entrambi dall'esigenza di risolvere un problema ampiamente riconosciuto e sempre più evidente: la scarsità di risorse in un pianeta la cui popolazione continuerà a crescere per diversi decenni.

Di fatto le tecnologie per l'efficienza energetica già disponibili e applicabili possono ridurre sostanzialmente i consumi, garantendo allo stesso tempo benefici economici sia alle famiglie che all'ambiente. Per poter utilizzare appieno questo potenziale è però necessario essere informati, saper fare le domande giuste per capire quale è il prodotto più adatto, quello commisurato alle nostre esigenze, in grado di coniugare al meglio maggiore efficienza, qualità e minor prezzo.



Foto: Freepik/Rawpixel

## Calcolatore di $CO_2$: come calcolare il proprio impatto ambientale

La protezione del clima è un tema che riguarda tutti. Ma sappiamo a che punto siamo e quali sono le misure più incisive per ridurre le nostre emissioni di $CO_2$?

Attraverso un semplice strumento di calcolo "il calcolatore di $CO_2$", utilizzabile sul sito dell'Agenzia CasaClima, ognuno di noi può quantificare velocemente il proprio impatto ambientale e confrontarlo con il profilo di un cittadino medio. È uno strumento user friendly che permette di rendere visibile l'impegno del singolo per evitare emissioni in diversi ambiti della vita quotidiana e di rilevare

### COSA ESPRIME L'INDICATORE DELLA $CO_{2, EQ}$?



Molte attività della nostra vita quotidiana producono quantità più o meno rilevanti di gas serra. Oltre all'anidride carbonica, sono emessi altri gas climalteranti come metano e ossido di azoto. Per poter esprimere con un unico indicatore il peso di questi gas sul clima, viene utilizzato un parametro chiamato $CO_2$ equivalente, che consente di pesare correttamente l'impatto delle diverse sostanze emesse in atmosfera.



Foto: Freepik/Rawpixel/Agenzia CasaClima

**www.casaclima.info/co2**

il potenziale di miglioramento nei settori più impattanti. Lo scopo del calcolatore è creare maggior consapevolezza tra i cittadini riguardo alle emissioni di $CO_2$ collegate al proprio stile di vita

Nel calcolatore sono valutati e messi a confronto quegli ambiti che non solo sono rilevanti dal punto di vista delle emissioni, ma che consentono anche una possibilità di miglioramento.

Gli ambiti presi in considerazione del calcolatore sono:

- **Abitare**: sono considerate le emissioni di gas serra dovute al consumo di energia elettrica e alla combustione di fonti energetiche per il riscaldamento delle nostre case;
- **Mobilità**: sono quantificate le emissioni collegate all'utilizzo della propria automobile e di altri mezzi di mobilità pubblici o privati. Viene valutato anche l'impatto dei voli aerei a breve e lunga percorrenza;
- **Alimentazione**: si calcolano quante emissioni sono causate dalla coltivazione, dalla lavorazione e dal trasporto dei prodotti alimentari;
- **Altri consumi**: viene indicato come il nostro stile di vita, i nostri acquisti e le nostre abitudini di vacanza abbiano un impatto sul clima;
- **Emissioni di base**: rappresentano la fetta di emissioni dovuta alle infrastrutture pubbliche di cui usufruiamo tutti, come ad esempio il servizio sanitario, l'istruzione pubblica, gli impianti di gestione e smaltimento delle acque reflue e dei rifiuti. Il metodo di calcolo considera che la responsabilità di queste emissioni di base sia suddivisa egualmente tra tutti i cittadini.

L'indicazione delle emissioni evitate permette inoltre di conoscere quante emissioni stiamo già evitando attraverso delle abitudini virtuose. Andare al lavoro in bicicletta, vivere in un edificio a basso consumo energetico, avere un impianto fotovoltaico sul tetto o avere un'alimentazione vegetariana sono tutte azioni valorizzate nel calcolo delle emissioni evitate.

# 6.2 COSTRUIRE SOSTENIBILE

Il percorso intrapreso ormai dieci anni fa da CasaClima, con l'obiettivo di migliorare la qualità energetica degli edifici, si è arricchito nel corso degli ultimi anni di nuovi strumenti, finalizzati alla valutazione della sostenibilità globale degli interventi edilizi: i protocolli di sostenibilità.

L'applicazione dei protocolli di sostenibilità CasaClima ha lo scopo di indirizzare in modo concreto ed efficace committenti e tecnici verso la progettazione e la realizzazione di edifici a minor impatto ambientale, ma allo stesso tempo in grado di offrire elevati livelli di qualità e comfort.




Foto: Agenzia CasaClima

**Targhetta CasaClima Gold Nature**

## I protocolli di sostenibilità

La certificazione CasaClima Nature si raggiunge, insieme alla certificazione energetica CasaClima, in funzione di determinati criteri di valutazione applicabili sia a edifici residenziali che non.

CasaClima Nature è un protocollo "semplificato", basato su un numero limitato di criteri, mentre i protocolli di sostenibilità, che sono rivolti a edifici non residenziali con particolari destinazioni d'uso, sono strutturati come strumenti che accompagnano tecnici e committenti in tutte le fasi del processo di certificazione e di gestione dell'attività.

Nel caso di edifici esistenti, l'iter di certificazione si differenzia da quello previsto per le strutture di nuova costruzione, in modo da tener conto delle peculiarità e delle diverse modalità di intervento previste in questi casi.

## CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA CERTIFICAZIONE CASACLIMA NATURE

- **FABBISOGNO ENERGETICO**
  Fabbisogno energetico dell'involucro per riscaldamento e indice di emissione in classe A CasaClima.

- **IMPATTO AMBIENTALE**
  Impatto ambientale dei materiali da costruzione utilizzati (punteggio ICC complessivo ≤ 300 punti) valutato rispetto a:
  - energia primaria non rinnovabile (PEI), espressa in MJ, che individua il consumo energetico complessivo necessario per i diversi processi legati alla produzione del materiale;
  - potenziale di acidificazione (AP), espresso in kg di $SO_{2\ eq}$, che individua il contributo di una sostanza al fenomeno dell'acidificazione atmosferica;
  - potenziale di effetto serra (GWP100), espresso in kg di $CO_{2\ eq}$, che esprime il contributo di alcuni gas atmosferici (anidride carbonica, metano, protossido d'azoto, ecc.) all'effetto serra e quindi al riscaldamento globale.

- **IMPATTO IDRICO**
  Indice di impatto idrico Wkw ≥ 30%;

- **QUALITÀ DELL'ARIA**
  Qualità dell'aria interna garantita dalla presenza della ventilazione meccanica controllata o dall'utilizzo di materiali e prodotti a basse emissioni (VOC);

- **ILLUMINAZIONE NATURALE**
  Illuminazione naturale garantita da superfici vetrate adeguate, calcolata geometricamente o misurando il fattore medio di luce diurna (FLDm);

- **PROTEZIONE DAL GAS RADON**
  Accorgimenti per la protezione dal gas radon Rn-222 < 200 Bq/m²;

- **COMFORT ACUSTICO**
  Raggiungimento di un livello di comfort acustico collaudato in opera.



Foto Residence Macori

## RESIDENCE MACORI

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Livigno (SO) |
| **Committente** | Macori Srl |
| **Progetto architettonico** | Arch. V. Bormolini |
| **Progetto impianti** | Per. Ind. M. Bracchi |
| **Consulente energetico** | Arch. M. Benedikter, Arch. A. Bernardi |

Nei protocolli di sostenibilità CasaClima si valutano tre diversi aspetti della sostenibilità. Ogni ambito è a sua volta suddiviso in tre sotto-ambiti; per ognuno di essi è prevista la valutazione di requisiti sia di tipo quantitativo che qualitativo:

- **Natura**: aspetti energetico-ambientali;
- **Vita**: aspetti di comfort, benessere e qualità degli ambienti interni;
- **Trasparenza**: aspetti economico-gestionali.

| NATURA | VITA | TRASPARENZA |
|---|---|---|
| Energia<br>Terra<br>Acqua | Comfort<br>Ambiente | Gestione<br>Comunicazione |



Foto LignoAlp

## SCUOLA MATERNA E ASILO NIDO

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Bivio/Casanova Bolzano (BZ) |
| **Committente** | Comune di Bolzano |
| **Progetto architettonico** | Intera Srl |
| **Responsabile di progetto** | Arch. A. D'Alessandro |
| **Progetto impianti** | Ing. G. Gangemi, Ing. C. Scanavini |
| **Consulente CasaClima** | Geom. M. Cantini |



Foto LignoAlp



Foto Alex Filz

## RIFUGIO ZALLINGER

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Castelrotto (BZ) |
| **Committente** | Zallinger OHG der Aloisia Schieder & Co. |
| **Progetto architettonico** | NOA - Arch. S. Rier & Arch. L. Rungger |
| **Progetto impianti** | KTB Engineering – Ing. K. Tröbinger |



Foto Alex Filz

Interno



Foto Alex Filz

Interno

## Ambito natura

### AREA ENERGIA

Tutti i protocolli di sostenibilità CasaClima richiedono per le strutture di nuova costruzione:

- il raggiungimento dello standard CasaClima A di efficienza energetica dell'involucro;
- la risoluzione/mitigazione dei ponti termici secondo le indicazioni della Direttiva tecnica CasaClima;
- la verifica dei sistemi di ombreggiamento estivo e delle prestazioni estive dei componenti edilizi esterni opachi, in modo da garantire un adeguato comfort negli ambienti interni anche nelle stagioni più calde;
- il raggiungimento dell'efficienza complessiva del sistema edificio-impianto, adottando un'impiantistica moderna ed efficiente, che utilizzi fonti energetiche rinnovabili. Nel protocollo CasaClima Wine, inoltre, è richiesta anche una valutazione dell'energia impiegata per i processi produttivi;
- la valutazione di precisi requisiti di efficienza dell'illuminazione degli spazi interni ed esterni e dei sistemi di gestione e controllo dell'edificio e degli elettrodomestici in esso installati.

### AREA TERRA

L'impatto di un edificio sull'ambiente non può essere valutato solo rispetto ai consumi di energia in fase di utilizzo, in quanto dipende anche dalla scelta dei materiali da costruzione. La realizzazione di una costruzione comporta un ingente dispendio di energia e risorse, con conseguente impatto sull'ambiente.

Con l'ausilio del software di calcolo, il ProCasaClima, è possibile ottenere un'analisi quantitativa in funzione del tipo e della quantità di materiali inseriti, ottenendo un indice di qualità ecologica dell'edificio, espresso sotto forma di punteggio (ICC), calcolato sulla base di tre indicatori relativi ai materiali utilizzati per la costruzione: energia primaria non rinnovabile (PEI), potenziale di acidificazione (AP) e potenziale di effetto serra (GWP100).

**IMPATTO AMBIENTALE DEI MATERIALI**

L' LCA (Life Cycle Assessment- Valutazione del ciclo di vita) di un materiale è un sistema di valutazione che tiene conto dell'impatto ambientale causato dai processi produttivi. Per ogni processo sono quantificati i flussi in ingresso (materie prime, energia, risorse naturali) e in uscita (prodotto, sottoprodotto, rifiuti, emissioni in aria, nel terreno, nelle acque ed energia di scarto) e si analizza il contributo alle diverse categorie di impatto ambientale prese in considerazione nella valutazione.

**Ciclo di vita dei materiali da costruzione (LCA)**



### AREA ACQUA

Ogni componente del sistema idraulico di un edificio deve essere progettato e realizzato al fine di ridurre i consumi e massimizzare il riutilizzo delle risorse idriche disponibili in loco. Inoltre, per minimizzare le conseguenze della crescente impermeabilizzazione del suolo è necessaria una politica di gestione delle acque meteoriche consapevole, che le consideri una risorsa, politica attuabile dotando la struttura di sistemi tecnologici innovativi per diminuire le quantità di acqua da immettere in fognatura.

Nei protocolli di sostenibilità CasaClima, attraverso l'indice di impatto idrico Wkw, si valuta sia il contributo dell'intervento al mantenimento del ciclo idrico naturale sia l'efficienza nell'uso della risorsa idrica.

L'indicatore considera:

- efficienza dei dispositivi idraulici installati nell'abitazione (rubinetti e scarichi idraulici);
- grado di impermeabilizzazione delle superfici;
- eventuale presenza di sistemi impiantistici di recupero, infiltrazione o smaltimento in loco delle acque meteoriche.




Foto Sereno Hotel

## HOTEL IL SERENO

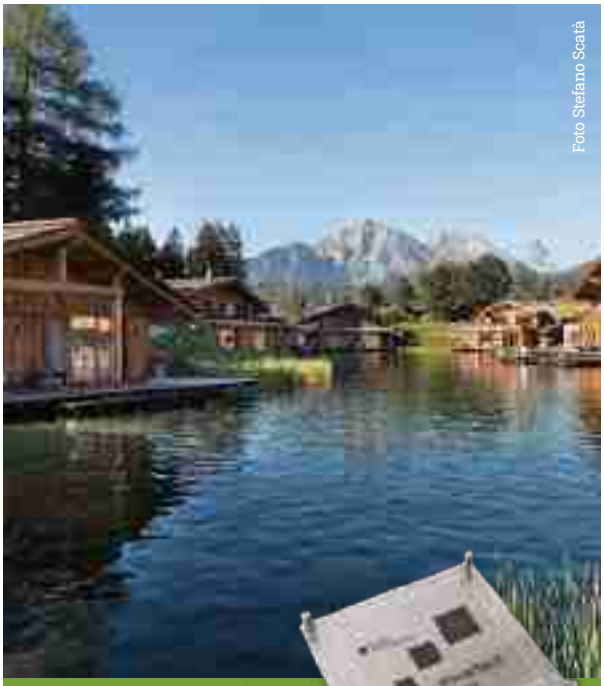
| | |
|---|---|
| **Luogo** | Torno (CO) |
| **Committente** | Le Sereno Lago di Como Srl |
| **Progetto architettonico** | Studio Urquiola Srl |
| **Progetto impianti** | Studio Forte Ingegneria |
| **Consulente energetico** | Arch. D. Chiarini |


Foto Sereno Hotel

Hall


Foto Sereno Hotel

Giardino verticale


Foto Stefano Scatà

## SAN LUIS RETREAT & LODGES

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Avelengo (BZ) |
| **Committente** | WICAM KG der Meister W. & Co. KG |
| **Progetto architettonico** | Plan Team GmbH |
| **Progetto impianti** | Energytech Ingenieure GmbH |


Foto Stefano Scatà

Casa sull'albero


Foto Hotel Eden Selva

## HOTEL EDEN SELVA

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Selva di Val Gardena (BZ) |
| **Committente** | R. Demetz |
| **Progetto architettonico** | Arch. P. De Martin, Arch. S. Gasperotto |
| **Progetto impianti** | Ing. M. Marchesini |

## LO SAPEVATE CHE...

Gli apparecchi sanitari non consumano tutti lo stesso quantitativo di acqua. In un edificio attento all'impatto ambientale e alla risorsa idrica è necessario scegliere apparecchi a basso consumo, come previsto dal protocollo CasaClima Nature e dai protocolli di sostenibilità.

| | Basso consumo | Standard | Risparmio |
|---|---|---|---|
| **Bidet** | 7 l/min | 12 l/min | 25% |
| **Doccia** | 12 l/min | 18 l/min | 33% |
| **Lavandino bagno** | 9 l/min | 12 l/min | 25% |
| **Lavandino cucina** | 7 l/min | 12 l/min | 25% |
| **WC** | 6 l/ciclo | 12 l/ciclo | 50% |

# Ambito vita

### AREA COMFORT

Il comfort luminoso e il comfort acustico rappresentano aspetti rilevanti per la percezione di benessere da parte degli utenti, e quindi anche per la valutazione della qualità globale di una struttura.

### Comfort luminoso

La progettazione della luce naturale e artificiale e della loro gestione influenza non solo i consumi energetici della struttura, ma anche il comfort percepito e la fruibilità degli spazi, ripercuotendosi sui costi da sostenere in fase sia di realizzazione che di gestione della struttura.
L'indicatore utilizzato nei protocolli di sostenibilità CasaClima per la valutazione della luce naturale è il fattore medio di luce diurna (FLDm), ossia il rapporto in percentuale fra l'illuminamento che si realizza su un piano orizzontale posto all'interno della stanza grazie alla luce proveniente dalla volta celeste e l'illuminamento che contemporaneamente si ha su un piano orizzontale posto all'esterno senza alcuna ostruzione.

### FATTORE DI LUCE DIURNA

Il fattore di luce diurna dipende da molteplici fattori:

- area delle aperture finestrate e posizione;
- geometria della stanza;
- coefficiente di trasmissione luminosa del vetro;
- area e coefficienti di riflessione delle diverse superfici che delimitano l'interno della stanza (pareti, pavimenti, soffitti, ecc.);
- presenza di ostruzioni di qualsiasi genere, esterne od interne, che limitano la vista della volta celeste;
- stato di manutenzione delle superfici vetrate e delle superfici interne.

Nei protocolli di sostenibilità è richiesto, per le stanze principali, un fattore di luce diurna medio superiore al 2%. Per le aule scolastiche è richiesto un valore minimo del 3%.

### Comfort acustico

Il grado di isolamento acustico tra gli ambienti influisce in modo determinante sul benessere degli occupanti.
Negli ambienti collettivi il comfort acustico è determinato



Foto Adler Mountain Lodge

## ADLER MOUNTAIN LODGE

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Castelrotto (BZ) |
| **Committente** | Adler Mountain Lodge GmbH |
| **Progetto architettonico** | Arch. H. Demetz,<br>Arch. R. Perathoner |
| **Progetto impianti** | Studio Delazer |



Foto Adler Mountain Lodge

Interno

soprattutto dalla capacità di assorbimento e di diffusione del suono all'interno dei locali.
La fruibilità e il benessere negli spazi pubblici, infatti, sono direttamente collegati alla qualità della trasmissione del parlato ed una buona progettazione acustica deve tenere conto, in particolare, dei parametri di assorbimento acustico interno.

I parametri richiesti per le prestazioni acustiche nei protocolli di sostenibilità coincidono o migliorano i valori indicati dalla normativa nazionale vigente, in particolare dal DPCM 5/12/1997, e sono misurati in opera alla fine dei lavori durante il collaudo acustico. In particolare, si misurano:

- le prestazioni di fonoassorbimento delle facciate esterne e di pareti e solai verso altre unità immobiliari;
- le prestazioni di fonoassorbimento e di isolamento al rumore da calpestio tra unità immobiliari confinanti;
- il livello di pressione sonora degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

### AREA AMBIENTE

Per valutare la qualità dell'aria indoor, nei protocolli di sostenibilità CasaClima sono presenti requisiti sia in riferimento alla protezione dal gas radon che alla protezione da altri inquinanti che possono essere presenti all'interno



Foto Salewa International

## SALEWA INTERNATIONAL HEADQUARTER

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Bolzano (BZ) |
| **Committente** | H. Oberrauch |
| **Progetto architettonico** | Cino Zucchi Architetti &<br>Park Associati |
| **Consulente energetico** | Energytech Ingenieure GmbH |

degli ambienti, in particolare VOC. Nel caso del protocollo CasaClima Wine, inoltre, sono richiesti precisi requisiti anche rispetto al controllo della $CO_2$ nei locali di fermentazione del vino.

### FOCUS: INQUINAMENTO INDOOR

Con il termine **VOC** (composti organici volatili) viene individuato un insieme di numerose sostanze, anche molto diverse tra loro, che hanno la capacità di evaporare facilmente a temperatura ambiente e per questo sono definite volatili. Rientrano in questa categoria più di 300 sostanze (ad es. benzene e derivati, toluene, formaldeide, stirene, idrocarburi, ecc.).

La **FORMALDEIDE,** o aldeide formica, è un gas incolore, dall'odore acre e irritante, solubile in acqua e capace di reagire con molte sostanze chimiche che si trovano nell'ambiente e nell'aria. La formaldeide è impiegata anche nell'ambito di prodotti per l'edilizia per la produzione di resine sintetiche, colle, solventi e vernici. Nel 2004 l'IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha classificato la formaldeide nel gruppo 1 delle sostanze cancerogene, cioè nei cancerogeni certi per l'uomo. Per limitare la concentrazione di questo inquinante all'interno degli edifici e ridurre quindi i rischi per la salute umana, i protocolli di sostenibilità CasaClima fissano per i prodotti a base di legno incollato utilizzati all'interno dell'edificio un valore massimo di emissione di formaldeide pari a 0,05 ppm (0,062 $mg/m^3$). Nel caso della certificazione Clima Hotel, il requisito è esteso anche agli arredi realizzati con materiali a base di legno incollato.

Nel caso degli spazi di vinificazione delle cantine vinicole la principale fonte di contaminazione dell'aria è rappresentata dalla **$CO_2$**, che viene prodotta durante le fasi di fermentazione delle uve e che tende a concentrarsi negli strati prossimi al pavimento. Per questo il protocollo CasaClima Wine richiede che siano adottati tutti gli opportuni provvedimenti che consentano di ridurre il rischio per chi lavora in questi ambienti.

**Protezione da gas radon**

Il radon è un gas derivante dal decadimento dell'uranio ed emesso dalle rocce del sottosuolo (in particolare tufo, granito e porfido). È incolore, inodore, insapore e può essere rilevato negli ambienti confinati solo con una misurazione. Dato che il radon penetra facilmente attraverso crepe, fessure o punti aperti nelle platee di fondazione,


Foto Naturasì Market

## NATURASÌ

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Genova (GE) |
| **Committente** | Arianna Srl |
| **Progetto architettonico** | Arch. M. Mariani - Studio Architetture |
| **Progetto impianti** | Studio Associato Quattrina |
| **Consulente energetico** | Arch. M. Vanella |


Foto Naturasì Market

Interno del market


Foto Naturasì Market

Ricarica per auto elettriche

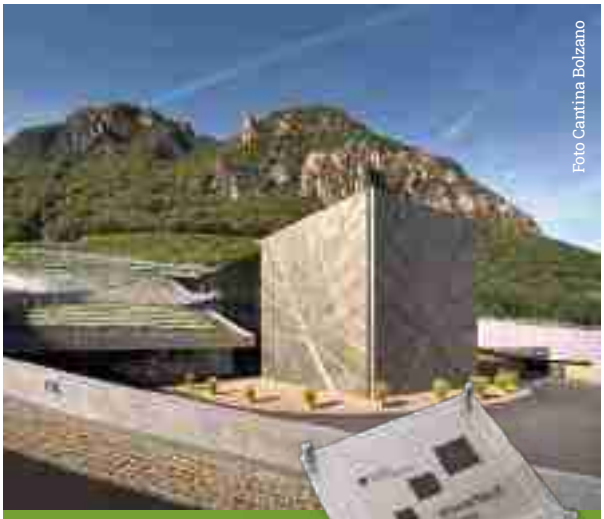


Foto Cantina Bolzano

## CANTINA BOLZANO

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Bolzano (BZ) |
| **Committente** | Cantina Bolzano |
| **Progetto architettonico** | Dell'Agnolo - Kelderer Architekturbüro |
| **Progetto impianti** | Ingenieurbüro Fleischmann & Janser |



Foto Cantina Bolzano

**Postazione controllo lavorazione**

gli ambienti posti nei seminterrati o al pianterreno sono particolarmente a rischio.
Nel 1988, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO-OMS) e l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) hanno dichiarato che il radon è una delle 75 sostanze cancerogene per l'uomo (agente cancerogeno di tipo 1). In particolare l'inalazione di gas radon aumenta il rischio di cancro polmonare.
Per garantire la protezione dal gas radon nel protocollo CasaClima Nature è stato introdotto un limite di concentrazione per gli edifici di nuova costruzione pari a 200 Bq/m³.

**Qualità dell'aria interna**

La qualità dell'aria in un ambiente chiuso può essere migliorata intervenendo sulla ventilazione, ossia garantendo sempre un adeguato ricambio dell'aria e/o limitando le possibili sorgenti inquinanti all'interno dell'edificio stesso.



## STABILIMENTO LIGNOALP

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Bressanone (BZ) |
| **Committente** | DAMIANI-HOLZ&CO AG |
| **Progetto architettonico** | MoDus Architects |
| **Progetto impianti** | Energytech Gmbh |



Per la verifica delle sorgenti inquinanti all'interno degli ambienti chiusi, i protocolli di sostenibilità CasaClima individuano come potenzialmente problematici:

- i materiali/prodotti a base di legno incollato;
- i prodotti liquidi utilizzati (pitture, vernici, impregnanti, primer, ecc.) per i quali i protocolli di sostenibilità CasaClima definiscono dei limiti in funzione del tipo di prodotto;
- materiali termoisolanti.

Per il soddisfacimento di questo criterio è possibile adottare un provvedimento a scelta fra:

- ventilazione meccanica controllata in tutti gli ambienti abitati;
- uso di materiali e prodotti a basse emissioni di VOC;
- misurazione della qualità dell'aria ad edificio concluso.

## Ambito Trasparenza

### AREA GESTIONE

Una gestione attenta agli aspetti ambientali e alla riduzione dei consumi energetici presuppone innanzitutto un monitoraggio regolare dei consumi termici ed elettrici, del consumo di acqua, della produzione di rifiuti e delle sostanze chimiche utilizzate.
Nell'ottica di fornire uno strumento di supporto per introdurre un sistema di gestione ambientale nella struttura, a seconda del tipo di protocollo e della destinazione d'uso dell'edificio, sono stati identificati diversi criteri per garantire che siano state implementate strategie attente sia nei confronti dell'ambiente, che dei fruitori della struttura.
L'area gestione vuole spingere il committente a puntare su qualità e sostenibilità anche nella gestione della struttura, attraverso, ad esempio, una corretta gestione dei rifiuti, l'utilizzo di prodotti locali e la messa a disposizione di biciclette (ClimaHotel, CasaClima Welcome), ma anche mettendo a disposizione dei collaboratori dei servizi che permettano di conciliare le esigenze di vita e lavoro (CasaClima Work&Life).



### AREA COMUNICAZIONE

La comunicazione rappresenta un ulteriore importante elemento, orientato a dare risalto a quelle strategie di gestione atte alla sensibilizzazione e alla comunicazione dei valori di sostenibilità della struttura, sia nei confronti dei collaboratori interni che degli utilizzatori esterni (ospiti, studenti, clienti, ecc.).
Un concreto coinvolgimento dei collaboratori, permette infatti non solo di condividere, ma anche di mettere a punto i provvedimenti adottati ai fini di un miglior utilizzo delle risorse.

Infine la comunicazione dei propri valori di sostenibilità verso i propri stakeholder esterni attraverso sito, brochure, ecc., permette di rendere visibili le strategie adottate e di valorizzarle.



Foto: Agenzia CasaClima


Foto: Agenzia CasaClima

**Targhetta ClimaHotel del Refugium Zallinger, Castelrotto (BZ)**

# 6.3 DALL'EDIFICIO ALLA COLLETTIVITÀ

L'attuazione di una concreta politica energetica volta alla riduzione delle emissioni climalteranti richiede a tutti di dare il proprio contributo. Cittadini, imprese e Pubbliche Amministrazioni hanno il dovere di impegnarsi e affrontare, ognuno nel proprio campo, le sfide del cambiamento climatico e contribuire così al raggiungimento degli obiettivi definiti dalle strategie energetiche e climatiche nazionali ed europee.

## Comune Clima: i comuni scelgono l'efficienza energetica e la tutela del clima




Foto: Agenzia CasaClima

Per accompagnare gli amministratori pubblici con successo in questo cammino, l'Agenzia CasaClima ha elaborato, sulla base del sistema European Energy Award, il programma ComuneClima.

L'European Energy Award (eea) è un sistema di gestione della qualità e di certificazione per i comuni impegnati in politiche sostenibili in ambito energetico, climatico e di mobilità ormai largamente utilizzato da più di 25 anni in diversi stati europei. Il sistema è continuamente aggiornato per affrontare nuovi obiettivi e sfide in ambito di politiche energetiche e climatiche grazie alla collaborazione delle amministrazioni e di esperti locali. Pur considerando attentamente le particolarità e le potenzialità di ogni singolo stato, regione e comune, l'eea permette di avere dei benchmarks fra comuni a livello europeo e promuove lo scambio di esperienze a livello transnazionale.

**Ambiti di intervento dell'"European Energy Award"**




**PROCESSO E AMBITI DI VALUTAZIONE**

Per aiutare i comuni nella definizione e nel raggiungimento dei propri obiettivi energetici e di tutela del clima, il programma ComuneClima prevede che il comune intraprenda un processo continuo di miglioramento basato su quattro fasi: analizzare - pianificare - attuare - verificare.

I settori in cui un comune può intervenire introducendo misure concrete sono molteplici:

- sviluppo e pianificazione territoriale;
- risanamento di edifici e di impianti comunali;
- approvvigionamento idrico e smaltimento dei rifiuti;
- mobilità;
- organizzazione interna e ottimizzazione delle risorse;
- comunicazione e cooperazione.

Per un comune affrontare con successo questi temi significa poter assicurare anche in futuro un approvvigionamento energetico sicuro e sostenibile a cittadini e imprese, poter affrontare le sfide del cambiamento climatico migliorando la qualità di vita della propria collettività.

**I PILASTRI DEL PROGRAMMA COMUNECLIMA**

**Energy Team**
Ogni ComuneClima individua un gruppo di lavoro interno responsabile dell'attuazione del programma. L'Energy Team comprende tutti i principali soggetti coinvolti nelle politiche energetiche e climatiche comunali (rappresentanti politici, rappresentanti dell'amministrazione, esperti esterni, cittadini interessati).

**Il Consulente ComuneClima**
Ogni comunità ha diverse potenzialità per migliorare il proprio agire nel campo dell'efficienza energetica e della sostenibilità. Grazie all'affiancamento di un esperto qualificato, il Consulente ComuneClima, l'Energy Team può analizzare lo stato iniziale del comune, individuare punti di forza e potenzialità e da qui partire per pianificare nel lungo termine un ambizioso programma di misure di miglioramento.



**Cerimonia di consegna del sigillo Comune Clima ai rappresentanti dei Comuni**

### Il catalogo delle misure

Il catalogo delle misure aiuta l'Energy Team nell'individuazione delle possibili misure che esso può attuare nelle diverse aree di competenza comunale. Esso funge inoltre da metro per la valutazione e la certificazione dei risultati raggiunti.

### Contabilità dei consumi energetici con l'Energy Report Online

I dati dei consumi energetici e idrici di tutti gli edifici e degli impianti pubblici, e quelli relativi alla produzione energetica di eventuali impianti di generazione di proprietà comunale, sono registrati annualmente e monitorati attraverso il software Energy Report Online. In tal modo i comuni possono valutare possibili interventi e monitorare i risultati delle misure attuate e programmate per aumentare l'efficienza energetica. La conoscenza dei propri consumi energetici aiuta nell'accesso a fondi pubblici e sussidi mirati.

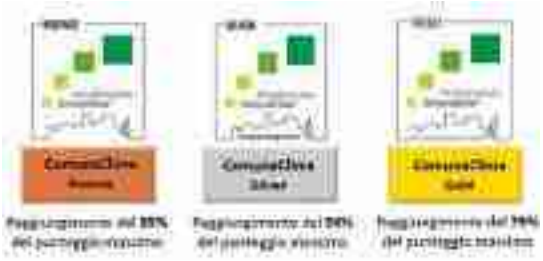


### LA CERTIFICAZIONE DEI RISULTATI RAGGIUNTI

Il rilascio della certificazione ComuneClima rappresenta il riconoscimento dei risultati raggiunti dai comuni: dalla realizzazione di un sistema di gestione energetica sostenibile all'attuazione efficace delle misure.

Ai comuni più virtuosi, ossia quelli che raggiungono il livello Silver e Gold, a cui corrisponde rispettivamente il raggiungimento del 50% e del 75% del punteggio massimo possibile, viene attribuita automaticamente la certificazione European Energy Award e European Energy Award Gold, assumendo così un ruolo esemplare non solo a livello locale e nazionale, ma anche europeo.

**Livelli di certificazione ComuneClima**





**Targhetta ComuneClima Gold**

### BENEFICI E VANTAGGI PER I COMUNI

- Sviluppo di una politica energetica e climatica efficace e di ampio respiro attraverso un processo partecipativo in continuo miglioramento;
- riduzione dei costi grazie al risparmio energetico ottenuto e possibilità di misurare i progressi in questo ambito;
- rafforzamento del marketing territoriale e dell'immagine del comune sia a livello locale che europeo grazie alla certificazione ComuneClima;
- sensibilizzazione della popolazione alle tematiche energetiche e ambientali e maggior coinvolgimento nelle politiche comunali;
- diffusione del know-how fra i diversi esperti coinvolti nel processo anche grazie allo scambio di esperienze con altri comuni che partecipano al programma.

## KlimaFactory, voglia di efficienza nella PMI

Secondo dati ENEA, nel 2016 i prezzi dell'elettricità per le utenze non domestiche sono diminuiti, pur rimanendo più alti della media europea. Valutando però l'evoluzione dei prezzi nel periodo 2008-2016, nello stesso studio si evidenzia che le imprese oggi pagano bollette più salate rispetto a otto anni prima e che l'incremento percentuale maggiore ha interessato le piccole imprese, caratterizzate da una fascia di consumo compresa tra 20 e 500 MWh. Da questo quadro appare evidente quanto sia importante, per lo sviluppo di un'impresa, percorrere ogni strada che conduca all'efficienza, non ultima quella energetica.

### IL SISTEMA DI GESTIONE DELL'ENERGIA



Declinare l'efficienza energetica per impresa significa introdurre un sistema di gestione dell'energia, cioè pianificare, progettare e compiere azioni che permettano una riduzione dei fabbisogni energetici e dei costi, mantenendo inalterata la qualità dei processi di produzione o dei servizi.




Foto: Agenzia CasaClima

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il D.Lgs n. 102/2014, attuativo della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, ha introdotto l'obbligo per le grandi imprese e per le imprese energivore di effettuare una diagnosi energetica ogni 4 anni.

Per grandi imprese si intendono quelle con più di 250 dipendenti o imprese che, indipendentemente dal numero degli occupati, abbiano un fatturato annuo superiore a 50 milioni di Euro e un totale di bilancio superiore a 43 milioni di Euro. Anche le imprese "a forte consumo di energia elettrica", altrimenti dette "energivore", sono tenute ad eseguire gli stessi adempimenti indipendentemente dalla loro dimensione.

L'obbligo non si applica, invece, alle aziende che hanno adottato sistemi di gestione conformi EMAS o alle norme ISO 50001 o ISO 14001 a condizione che il sistema di gestione adottato includa un audit energetico.

### PERCHÉ KLIMAFACTORY

Il Programma KlimaFactory è promosso dall'Agenzia CasaClima per dare supporto alle aziende che vogliono individuare il proprio potenziale di risparmio energetico nella produzione, nelle attività manifatturiere e nei servizi.
Per molte piccole e medie imprese è anche sui costi energetici che si gioca la partita della competitività sul mercato. In ogni settore economico, riflettere oggi sul successo aziendale significa considerare anche l'efficienza energe-

tica. Il progresso tecnologico permette di ridurre il consumo energetico in molti processi produttivi e garantisce alti standard di qualità. Misure che incrementano l'efficienza energetica non solo migliorano la competitività aziendale, ma danno anche un importante contributo alla tutela del clima. Diversamente dalle grandi industrie, che assorbono grandi quantità di energia e che da tempo hanno l'obbligo di effettuare regolarmente audit energetici, le piccole e medie imprese affrontano l'argomento con esitazione.

Se da un lato non tutti mostrano entusiasmo verso aspetti innovativi, dall'altro c'è chi si blocca davanti a quelli che sarebbero gli investimenti necessari, anche per la mancanza del tempo necessario ad approfondire di propria iniziativa il tema del risparmio energetico. Questo è l'obiettivo di KlimaFactory: supportare le piccole e medie imprese che intendono mantenere il proprio standard di produttività, ma con un impiego minore di energia.


Foto: Kontrastwerkstatt / Fotolia

**Un programma di ottimizzazione dell'efficienza energetica per le imprese artigiane**

## PRIMO PASSO: ANALISI DEL CONSUMO ENERGETICO

Prima di occuparsi da vicino dei miglioramenti di efficienza, e soprattutto prima di adottare provvedimenti concreti, occorre analizzare in dettaglio lo status quo dei propri consumi, un aspetto che spesso si trascura. Invece, solo un esame sistematico della struttura energetica permette di affrontare il tema con concretezza. Il primo passo è quindi eseguire un'analisi del fabbisogno energetico rapportato ai dati di produzione. Il confronto tra indicatori energetici aziendali (ad esempio kWh/kg, cioè chilowattora di energia consumata per chilogrammo di merce prodotta) e i benchmark interni o tipici del settore permette di pronunciarsi con affidabilità sul livello della performance energetica aziendale.


Foto: Kzenon / Fotolia

## AUDIT ENERGETICO

L'audit energetico parte dall'esame dell'efficienza delle tecnologie più diffusamente utilizzate nei diversi settori economico-produttivi, compresa l'analisi dell'Energy Management aziendale

Lo scopo dell'audit energetico è quello di analizzare e "fotografare" lo stato dei consumi energetici dell'azienda, individuando un "punto di partenza" che renda possibile un confronto non solo fra i consumi rilevati e quelli tipici del settore merceologico di riferimento, ma anche una valutazione futura delle azioni di efficienza energetica introdotte. All'interno dell'audit sono individuate le aree che presentano il maggior potenziale di risparmio energetico e definiti gli interventi migliorativi più idonei.

Le aree valutate attraverso lo strumento di monitoraggio ProFactory, messo a disposizione dal protocollo KlimaFactory, sono:

- illuminazione e tecnologie informatiche;
- aria compressa;
- pompe;
- impianti di ventilazione e aspirazione;
- motori elettrici e grandi macchine;
- riscaldamento e acqua calda sanitaria;
- produzione e distribuzione dell'energia termica per il processo produttivo;
- produzione e distribuzione dell'energia frigorifera per il processo produttivo o di stoccaggio;
- trasporti.

Il primo passo verso l'efficienza energetica consiste nell'evitare consumi inutili ponendosi le domande giuste, ad esempio: ci sono perdite negli impianti ad aria compressa? In essi la pressione è quella giusta? I macchinari utilizzati hanno un rendimento elevato? Ci sono funzionamenti a vuoto che si potrebbero evitare? Gli spazi riscaldati hanno una temperatura adeguata? Le tubazioni della rete di distribuzione del vettore termico sono bene isolate?


Industrieblick / Fotolia

## GESTIONE ENERGETICA SISTEMATICA

Monitorare costantemente la performance energetica, individuare con chiarezza il potenziale di miglioramento e verificare se le misure adottate sono efficaci è fondamentale per una gestione energeticamente efficiente. Il presupposto è rilevare sistematicamente tutte le utenze importanti, come la quantità di energia termica e il suo livello energetico, i consumi elettrici e anche la quantità d'acqua consumata. Per attuare una seria gestione energetica aziendale il programma KlimaFactory mette a disposizione delle imprese il software ProFactory, studiato ad hoc per organizzare sistematicamente i dati energetici in maniera tale da avere i consumi e i costi sotto controllo. Solo dopo l'analisi di questi parametri si potrà valutare la situazione e riflettere sui provvedimenti correttivi da adottare.



**Programma ProFactory per monitorare i consumi, i costi e l'efficienza dei processi produttivi**

## KLIMAFACTORY: IL PERCORSO DELLE AZIENDE VERSO L'EFFICIENZA

**1. Leggere le bollette**
Per iniziare a risparmiare è necessario conoscere il proprio fabbisogno energetico. È il primo passo per capire quanto costa l'energia e quanto incide sui costi aziendali.

**2. Definire i parametri di riferimento.**
Per comprendere se attraverso gli interventi futuri ci si sta muovendo nella giusta direzione è necessario fin dall'inizio mettere in relazione i consumi energetici con le performances produttive.

**3. Sensibilizzare i collaboratori.**
Per la riuscita di un programma di efficientamento in un'azienda è importante coinvolgere tutti i collaboratori. Le indicazioni che provengono dai diversi reparti, in particolare dal reparto manutenzione, sono preziosi e da non sottovalutare.

**4. Osservare l'azienda con occhi nuovi.**
Anche il collaboratore più diligente, ma abituato a comportamenti ripetuti, tende a non vedere gli sprechi più comuni: luci accese di giorno, finestre aperte negli uffici durante il periodo di riscaldamento o climatizzazione, utilizzo di aria compressa per la pulizia, sistemi di aspirazione sempre accesi, ecc. Uno sguardo dall'esterno da parte di un esperto può offrire spunti interessanti.

**5. Fare regolare manutenzione degli impianti.**
Una corretta manutenzione di macchinari e impianti permette di avere sempre buone prestazioni. Anche se una macchina non possiede più la tecnologia migliore sul mercato è fondamentale mantenerla con l'adeguata e prescritta manutenzione, per evitare sprechi inutili.

**6. Ottimizzare l'uso dei macchinari.**
L'abitudine di lasciare macchinari o intere linee di produzione per ore in stand-by rappresenta uno spreco di energia importante. Basti pensare solo al funzionamento a vuoto di un compressore d'aria, all'aspirazione sempre accesa in un determinato punto del capannone oppure a nastri trasportatori che girano a vuoto.

**7. Razionalizzazione della rete impiantistica.**
Molte aziende sono cresciute negli anni aggiungendo reparti, macchinari, lavorazione e linee di produzione. Non sempre sono stati aggiornati di pari passo gli schemi di distribuzione. Una valutazione critica dello schema di distribuzione aggiornato può portare ad un minor impiego di energia minimizzando perdite e favorendo l'efficientamento della distribuzione.

**8. Recuperare energia.**
Le tecnologie e gli impianti dell'azienda possono permettere di recuperare energia termica. Una volta determinata

## QUANTO SI PUÒ RISPARMIARE?

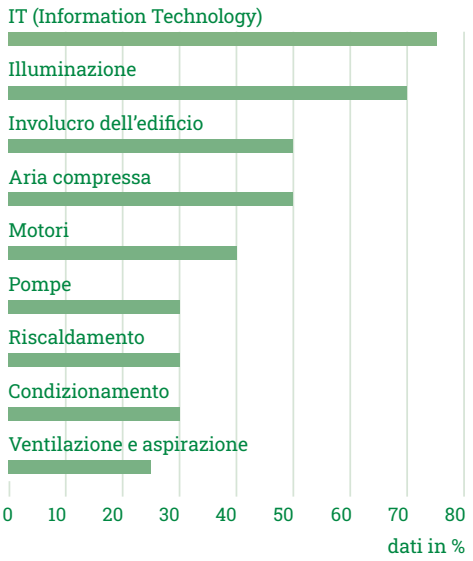
Gli ambiti analizzati durante l'Audit KlimaFactory riguardano non solo l'efficienza dei fabbricati, ma soprattutto le tecnologie trasversali e cioè i servizi ausiliari e generali come illuminazione, pompe, motori, impianti ad aria compressa, aspirazione, ventilazione, utenze termiche e frigorifere.

Per ogni imprenditore è molto importante che gli investimenti si ripaghino, a maggior ragione se si tratta di provvedimenti per il risparmio energetico. L'esperienza sul campo insegna che le migliorie possono spaziare da misure organizzative che non richiedono un grosso investimento ad altre che invece si ammortizzano in tre, cinque o dieci anni.

Il risparmio atteso dipende ovviamente dall'intensità energetica che richiede il settore in questione e anche dai singoli processi produttivi. In media ci si può aspettare un risparmio del 15-20% circa, in casi particolari anche superiore.

* Il risparmio energetico totale è in media pari al 15-20%, in alcuni casi può essere più elevato.

**Potenziale di risparmio energetico massimo* rispetto alle tecnologie ricorrenti**




la quantità di energia recuperabile, la quantità di energia impiegabile e il livello di temperatura, si possono fare le dovute considerazioni tecniche ed economiche.

**9. Utilizzare tecnologie performanti.**
Scegliere un macchinario o un componente più efficiente rispetto ad uno meno efficiente, ma più economico è sicuramente una scelta vincente. Si riuscirà così a tenere conto dei tre aspetti (performance, consumo energetico e costo d'acquisto) fondamentali per un utilizzo razionale dell'energia.

**10. Monitorare.**
Una volta terminato l'intervento di efficientamento si deve essere in grado di valutarne non solo i benefici, ma anche l'effetto sull'intero sistema. Bisogna quindi implementare, con l'intervento di efficientamento, anche un sistema di misura che permetta la verifica dell'effettivo risparmio.

Gli audit che vengono fatti all'interno del programma KlimaFactory affrontano tutti questi aspetti in base della realtà aziendale nella quale sono eseguiti. Ogni azienda rappresenta una realtà diversa, quindi è importante che le metodologie siano facilmente adattabili senza perdere di efficacia e che gli strumenti sviluppati siano flessibili e diano il giusto supporto. A questo obiettivo ambizioso l'Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima mira con il tool ProFactory.



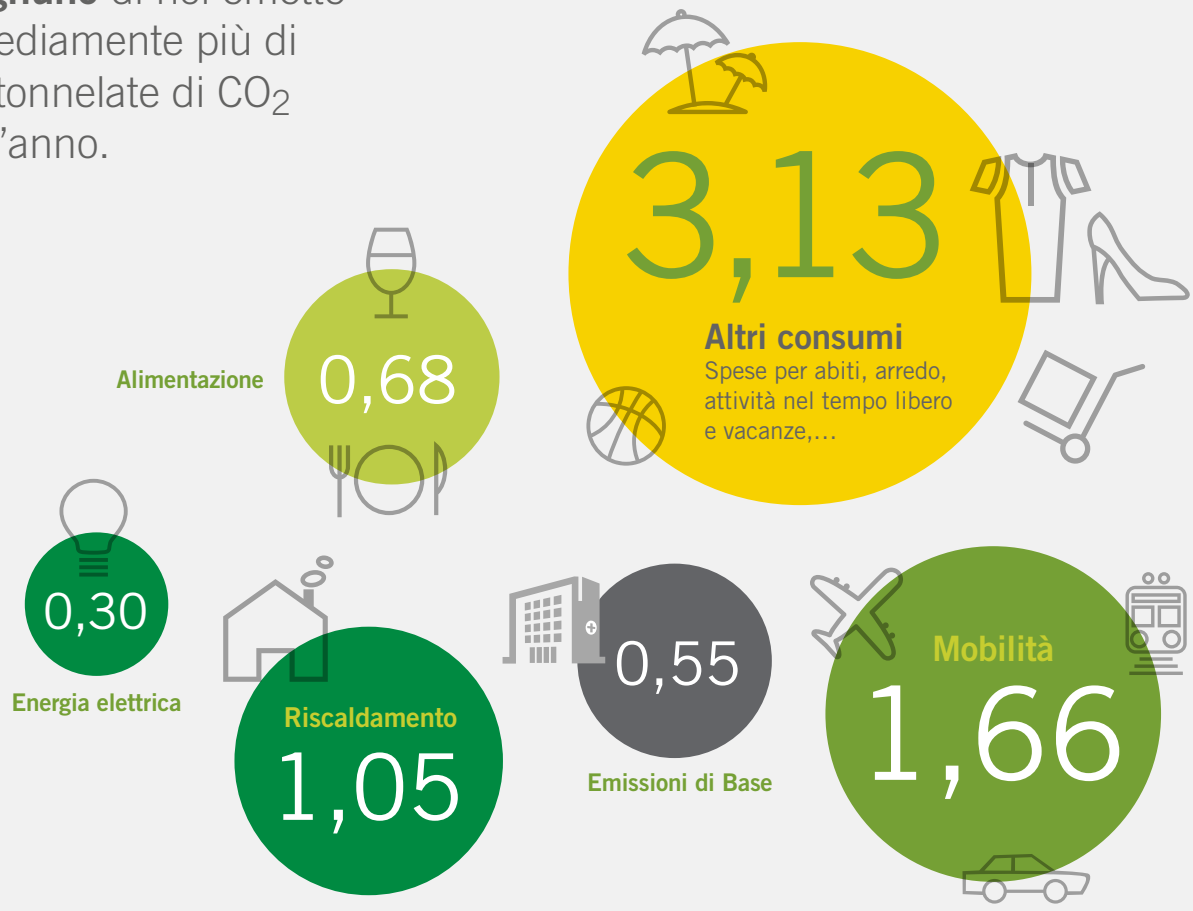
## PROGRAMMA KLIMAFACTORY

In seguito all'audit energetico e dopo aver adottato i provvedimenti concordati sia in termini tecnici che organizzativi, l'azienda ottiene il sigillo KlimaFactory. Si tratta di un riconoscimento distintivo d'eccellenza che vuole dare visibilità agli sforzi dell'imprenditore in campo di efficienza energetica della propria azienda.

# Calcola il tuo impatto sul clima!

## È ora di fare un bilancio

**Ognuno** di noi emette mediamente più di 7 tonnelate di $CO_2$ all'anno.




$CO_2$ Tonnelate all'anno

Attraverso il **calcolatore** online puoi quantificare velocemente il tuo impatto sul clima.

**Vuoi saperne di più?**
www.agenziacasaclima.it

KlimaHaus
CasaClima®

SACE INSULATION

Partner KlimaHaus CasaClima®

# IL SUGHERO E LA CALCE : MATERIALI NATURALI PER L'ABITARE DEL FUTURO





**SACE INSULATION** propone una gamma di soluzioni per la biodelizia che, grazie alla totale naturalità dei componenti garantiscono purezza e non tossicità, oltre alla totale riciclabilità del prodotto. Dai sistemi di cappotti e intercapedini ideali per ristrutturazioni e nuove costruzioni, ai rivestimenti in sughero naturale già colorato pronti da spruzzare fino ai termointonaci in calce e sughero.

## CORKSHIELD



**IL TERMOINTONACO IN CALCE E SUGHERO**
Corkshield è il termointonaco di sola CALCE NHL5 e sughero per interni ed esterni ottimo come coibente su edifici storici, vecchia edificazione o nuova costruzione.Lambda 0,058 W/m°k* (in attesa di conferma).
**valori certificati Certimac*

## CORKSYSTEM



**IL SISTEMA DI CAPPOTTO TERMICO**
Corksystem è il sistema a cappotto in sughero tostato Black Cork. **(Conducibilità termica: 0,037 W/m°k)** e rasante collante ADHELIME di sola CALCE NHL5 e inerti carbonici. Altamente traspirante. Pacchetto CORKSYSTEM A1* resistente al fuoco.
**valori certificati Certimac*

## CORKLIGHT



**IL RIVESTIMENTO COLORATO IN SUGHERO PER ESTERNI E INTERNI**
Corklight è la finitura colorata per interni ed esterni termoisolante, fonoriflettente e traspirante applicabile a macchina o manualmente. Unico prodotto a colorazione RAL fornita direttamente dalla casa produttrice.
**Conducibilità termica: 0,092 – 0,108 W/m°k ***
**valori certificati Certimac*

## CORKPOOL



**PAVIMENTAZIONE IN SUGHERO PER BORDO PISCINA, SPA E PALESTRE**
CorkPool è un materiale innovativo a base di sughero ideale per i bordi delle piscine, pavimentazioni di palestre, SPA e decking di imbarcazioni. Ha proprietà termoisolanti e mantiene la temperatura piacevole al contatto a piedi nudi. È antiscivolo, dall'elevato grip, antimacchia, resistente al fuoco. Di origine naturale, rigenerabile e quindi ottenibile da produzione sostenibile.

**SACE Components Srl**
Via dell'Industria, 47 - Zona Industriale San Marco Paludi
63900 - Fermo (FM) - Italy Tel: +39 0734 640 631 / +39 0734 640 750
**www.sacecomponents.com**

SACE COMPONENTS

# 7
# L'ISOLANTE ADATTO


**7.1 NON ESISTE L'ISOLANTE MIGLIORE**

**7.2 CLASSIFICAZIONE**

**7.3 PARAMETRI**

Conducibilità termica

Densità

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

Comportamento al fuoco

Calore specifico e Capacità termica massica

Isolamento acustico

Igroscopicità

Protezione termica invernale

Protezione termica estivo

**7.4 NORME DI RIFERIMENTO**

**7.5 VALUTAZIONI AMBIENTALI: LCA E EPD**

**7.6 CAM EDILIZIA, PER UN AMBIENTE MIGLIORE**

Come riconoscere prodotti e servizi verdi

**7.7 LA SOSTENIBILITÀ DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE NEL PROTOCOLLO CASACLIMA NATURE**

**7.8 SCHEDE MATERIALI**

Parametri ecologici e di utilizzo dei materiali edili




# 7.1 NON ESISTE L'ISOLANTE MIGLIORE

Gli edifici e chi li abita devono essere protetti dal freddo invernale come dal caldo estivo, dai rumori esterni come da quelli provocati negli ambienti contigui. La scelta dell'opportuno materiale isolante, se posato in maniera corretta, può aiutare a sconfiggere questi nemici del risparmio, del comfort e della salubrità.
Oggi il mercato dei materiali isolanti è soggetto a regole chiare, che consentono di confrontare i vari prodotti attraverso una standardizzazione delle informazioni tecniche. Scegliere quello più adatto ad un specifico intervento rimane però una prerogativa di tecnici qualificati che, in base alle caratteristiche del materiale, sono in grado di stabilire adeguati spessori e modalità di posa.
Il "miglior materiale isolante" pertanto è quello che soddisfa al meglio le esigenze tecniche/ambientali/economiche di quella determinata soluzione progettuale.


Ingo Bartussek / Fotolia

# 7.2 CLASSIFICAZIONE

La principale caratteristica dei materiali termoisolanti è quella di ridurre il passaggio di calore tra zona interna/zona esterna. Il calore si sposta da zone a temperature maggiori a zone a temperature minori, pertanto in inverno il calore tende ad uscire dalle nostre case e d'estate cerca di entrarvi.
Per la maggior parte degli isolanti la capacità coibente è legata alla presenza di aria ferma all'interno della struttura del materiale, sia essa porosa o fibrosa. L'aria ferma e asciutta possiede buone proprietà isolanti e rimanendo intrappolata all'interno della particolare struttura del materiale lo rende un cattivo conduttore di calore.

**CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI ISOLANTI**

| MATERIALI | |
|---|---|
| ORIGINE MINERALE | Lana di vetro, lana di roccia, calcio silicato, calcestruzzo cellulare autoclavato, idrati di silicato di calcio, vetro cellulare, granulato di vetro cellulare espanso, argilla espansa, perlite espansa, pomice, vermiculite espansa |
| ORIGINE SINTETICA | Polistirene espanso sinterizzato - EPS, polistirene espanso estruso - XPS, poliuretano espanso rigido - PUR/PIR, polietilene espanso reticolato, fibre di poliestere - PET, gomma vulcanizzata |
| ORIGINE VEGETALE | Sughero, fibra di legno, fibra di cellulosa, fibra di canapa, fibra di lino, fibra di cotone, fibra di cocco, legno mineralizzato, paglia, canna palustre |
| ORIGINE ANIMALE | Lana di pecora |
| RICICLATO | Vetro cellulare in granuli, fibra di vetro, cellulosa, vetro cellulare in pannelli , PET |
| ALTRO | PCM - materiali a cambiamento di fase, termoriflettenti multistrato, VIP - Vacuum Insulation Panel, aerogel |

# 7.3 PARAMETRI

$$\lambda \left[\frac{W}{mK}\right]$$

## Conducibilità termica

Nella scelta dell'isolante uno dei parametri principali da considerare è la conducibilità termica λ (lambda) che si misura in W/mK. Un materiale isolante per essere definito tale deve avere una conducibilità termica inferiore a 0,1 W/mK, secondo la norma tedesca DIN 4108, e uguale o inferiore a 0,045 W/mK nell'uso comune.
Questo parametro misura l'attitudine di un materiale a trasmettere calore e dipende solo dalla natura del materiale e non dalla sua forma. Un basso valore di conducibilità caratterizza i materiali isolanti con prestazioni più elevate.
La conducibilità termica ha un ruolo fondamentale nella progettazione di case a basso consumo energetico: materiali a bassa conducibilità termica garantiscono l'isolamento termico dell'edificio, permettendo un minor consumo di energia e mantenendo, se posati adeguatamente, una confortevole temperatura interna.

$$\rho \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

## Densità

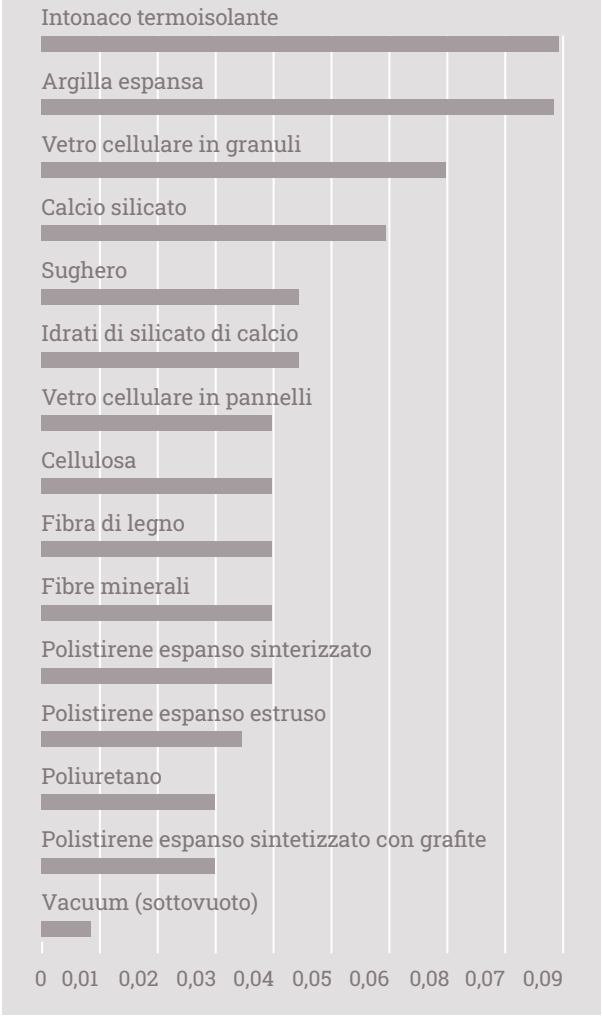
Gli isolanti sono generalmente dei materiali leggeri e, pertanto, hanno, tranne qualche eccezione, scarsa resistenza meccanica. In genere, più la massa è elevata e più il materiale è resistente alla sollecitazione. Nel campo degli isolanti tale requisito è particolarmente importante se il materiale è usato nelle strutture calpestabili, dove, se esso non presenta adeguate proprietà di resistenza meccanica, può essere soggetto a fessurazioni e rotture.
La densità o massa volumica, come vedremo in seguito, gioca un ruolo decisivo per la protezione termica estiva.

$$\mu \left[-\right]$$

## Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

Il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore è il parametro che indica quante volte un materiale è più resistente al passaggio di vapore rispetto ad uno strato equivalente d'aria.

**CONFRONTO FRA LE CONDUCIBILITÀ TERMICHE DEI MATERIALI ISOLANTI**




| MATERIALE | FATTORE DI RESISTENZA ALLA DIFFUSIONE DEL VAPORE |
|---|---|
| Calcio silicato | 3 - 5 |
| Lana di roccia | 1 |
| Lana di vetro | 1 |
| Vetro cellulare | ∞ |
| EPS | 20 - 60 |
| XPS | 70 - 150 |
| Poliuretano/poliuretano con lamine di alluminio | 60 - ∞ |
| Fibra di legno | 2 - 5 |
| Sughero | 10 - 18 |
| Vetro cellulare in pannelli | 1 |

Maggiore sarà il valore adimensionale μ (mu) del materiale maggiore sarà la sua resistenza ad essere attraversato dal vapore acqueo.
Questo parametro diventa molto importante per valutare la traspirabilità di una stratigrafia, soprattutto quando il materiale isolante è disposto in intercapedine o sul lato interno, dove, a seconda dei materiali utilizzati, si può avere un maggiore rischio di condensa interstiziale.



## Comportamento al fuoco

Tra i requisiti essenziali che i prodotti da costruzione devono possedere c'è la sicurezza in caso di incendio. Nell'ambito della normativa europea, viene operata una distinzione tra due parametri: reazione al fuoco - norma UNI EN 13501-1 e resistenza al fuoco - norma UNI EN 13501-2. Entrambi i parametri definiscono un livello di prestazione e costituiscono parte della sicurezza passiva dell'edificio.

### REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco è il grado di partecipazione di un materiale al fuoco cui è sottoposto e dipende dalle caratteristiche del materiale stesso. Una buona reazione al fuoco dovrà rallentare la diffusione dell'incendio e permettere l'evacuazione.
Le classi di reazione al fuoco previste dal sistema di classificazione europeo, le cosiddette Euroclassi, (recepite nella normativa italiana con il DM 10 marzo 2005) classificano i prodotti in base alla loro infiammabilità. Si raggruppano in ordine decrescente da A1, A2, B, C, D, E fino alla F, che identifica prodotti che non sono stati ancora classificati. Si differenziano ulteriormente i pavimenti, gli isolanti lineari e i cavi elettrici contraddistinti rispettivamente con le lettere FL, L, CA. La normativa europea prende in considerazione anche altri due parametri come l'emissione di fumo (smoke) con le sottoclassi s1, s2, s3 e il gocciolamento di materiale ardente (dripping) con le sottoclassi d0, d1, d2.

### RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco è un parametro tipicamente riferito alle strutture e agli edifici che permette di valutarne il comportamento durante un incendio, analizzandone la capacità di conservare determinate caratteristiche meccaniche per un certo lasso di tempo.
Le sigle che definiscono le caratteristiche di resistenza al fuoco sono del tipo REI 60, REI 120 e così via, dove le lettere stanno per:

- R = stabilità strutturale: attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;
- E = tenuta: attitudine a non lasciar passare, né produrre sul lato non esposto fiamme, vapori o gas caldi;
- I = isolamento: attitudine a ridurre la trasmissione del calore.

I numeri invece (10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360) esprimono il tempo in minuti durante il quale la resistenza al fuoco deve essere garantita.
Nel caso di murature portanti, i valori di riferimento principali saranno REI, nel caso di chiusure non portanti, come nel caso di tamponamenti, a essere analizzati saranno i valori EI.

**STANDARD EUROPEI RELATIVI ALLA REAZIONE DEL FUOCO**

| | CLASSIFICAZIONE | CLASSIFICAZIONE ADDIZIONALE (primo livello) | | | | CLASSIFICAZIONE ADDIZIONALE (secondo livello) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | Il materiale non è combustibile | Non necessario | | | | Non necessario | | | |
| A2 | Il materiale non contribuisce in maniera significativa alla propagazione dell'incendio | s | Classe di emissione dei fumi | 1 | Quantità e velocità di sprigionamento deboli | d | Classe di gocciolamento | 0 | Nessun gocciolamento |
| B | Il materiale è debolmente combustibile | | | 2 | Quantità e velocità di sprigionamento di media intensità | | | 1 | Lento gocciolamento |
| C D E | Il materiale è combustibile | | | 3 | Quantità e velocità di sprigionamento di elevata intensità | | | 2 | Elevato gocciolamento |
| F | Non classificato | | | | | | | | |

## Calore specifico e Capacità termica massica

$c_p \left[\frac{J}{kgK}\right]$ $C \left[\frac{J}{K}\right]$

Il calore specifico, proprietà caratteristica di ciascun materiale, esprime quanto calore è necessario fornire ad un kg del materiale per alzare o diminuire la sua temperatura di un grado. Il calore specifico viene determinato sperimentalmente per ogni materiale.

La capacità termica di un materiale rappresenta, invece, il calore necessario per fare variare di un grado la temperatura del materiale stesso, ma in tutto il corpo considerato. A differenza del calore specifico, che dipende solo dal tipo di materiale di cui è fatto, la capacita termica è proporzionale alla quantità di materia (C = m*c, dove m è la massa e c il calore specifico per unità di massa e C la capacità termica).
È un parametro particolarmente importante nella valutazione del comfort estivo di un ambiente poiché descrive l'attitudine di una stratigrafia (parete, tetto, ecc.) ad accumulare calore che solo in un secondo momento sarà ceduto all'ambiente con minor entità.

## Isolamento acustico

Oltre alle proprietà termiche i materiali isolanti possono essere in grado di ridurre i rumori provenienti dall'esterno per via aerea attraverso condotti, finestre ed altri passaggi d'aria. Il suono può provenire anche da locali adiacenti e si trasmette per via aerea, ma principalmente attraverso la vibrazione delle strutture rigide. Rientrano in questa categoria i rumori dei passi del vicino o le vibrazioni prodotte dagli impianti tecnologici.

- Per contrastare i rumori aerei generalmente si inseriscono nelle intercapedini delle pareti materiali isolanti di tipo fibroso o poroso, per aumentarne la capacità fonoisolante;
- Per ridurre le trasmissioni delle vibrazioni si possono inserire, invece, nei solai, isolanti elastici in grado di assorbire le vibrazioni prodotte (per esempio da calpestio).

La commistione di queste due soluzioni renderà gli ambienti a prova di rumori, garantendo un ottimo comfort acustico, se i componenti sono correttamente progettati e posati.

## Igroscopicità

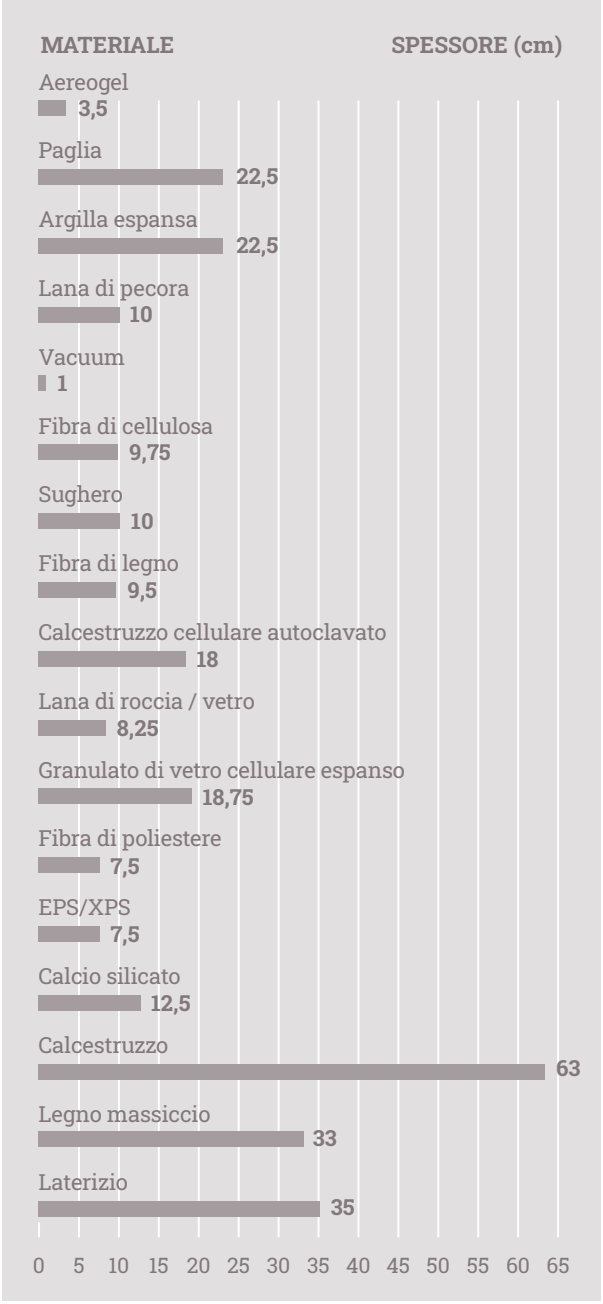
È la proprietà di un materiale di assorbire e trattenere il vapore acqueo all'interno della propria struttura. Materiali igroscopici (detti propriamente "attivi") consentono una gestione dell'umidità interna ottimale in quanto sono in grado di smorzare i picchi di umidità, assorbendola all'interno della propria struttura. La presenza prolungata d'acqua nei materiali isolanti ne danneggia la struttura e ne riduce le capacità isolanti. Pertanto è preferibile prevedere nelle zone in cui esiste il rischio di infiltrazioni d'acqua, a contatto con il terreno o su un tetto piano, materiali non igroscopici.

**CALORE SPECIFICO DEI MATERIALI**

| Materiale | $c_p$ [J/kgK] | Materiale | $c_p$ [J/kgK] |
|---|---|---|---|
| Fibra di legno | 1600 - 2400 | Poliuretano espanso rigido - PUR/ PIR | 1400 - 1500 |
| Lana minerale | 800 - 1030 | Polietilene espanso reticolato | 2100 |
| Calcio silicato | 1000 | Fibre di poliestere - PET | 1200 - 1250 |
| Calcestruzzo cellulare autoclavato | 1000 | Resine fenoliche | 1500 |
| Idrati di silicato di calcio | 1300 | Argilla espansa | 920 - 1100 |
| Vetro cellulare | 850 | Fibra di cellulosa | 1600 - 2150 |
| Granulato di vetro cellulare espanso | 850 | Fibra di canapa | 1500 - 2300 |
| Sughero | 1900 | Perlite espansa | 840 - 1200 |
| Polistirene espanso sintetizzato - EPS | 1250 -1500 | Aerogel | 1000 |
| Polistirene espanso estruso - XPS | 1300 - 1700 | Polistirene espanso sintetizzato con grafite | 1210 |

**Dati provenienti da letteratura tecnica, normativa vigente, certificati di prova e schede tecniche fornite dai produttori.**

**SPESSORE DEI DIVERSI MATERIALI EQUIVALENTE A UN ISOLANTE MEDIO DI 10 CM E CON λ= 0,04 W/mK**




## COS'È LA CONDUCIBILITÀ TERMICA DICHIARATA ($\lambda_d$)?

All'interno di ogni scheda tecnica di prodotto, possiamo trovare il valore λ (lambda) e il valore $\lambda_d$ (lambda dichiarato). Per un progettista il valore di riferimento è il valore $\lambda_d$ ricavato sulla base di almeno dieci risultati di prova con condizioni prescritte dalla normativa e svolte dallo stesso produttore o da un ente di controllo notificato.



## Protezione termica invernale

Un buon involucro edilizio è quello che permette d'inverno di ridurre al massimo la trasmissione di calore dagli ambienti interni riscaldati verso l'esterno più freddo. Nella scelta di un materiale isolante, limitatamente alle sue prestazioni invernali, è fondamentale valutarlo rispetto alla sua conducibilità termica dichiarata $\lambda_d$.

Il valore utile per stabilire l'effettiva capacità isolante di un pannello isolante di un definito spessore non è in realtà $\lambda_d$, ma la resistenza termica R che ne deriva. Essa esprime la capacità isolante di un materiale di dato spessore. Per calcolare velocemente il valore R di un isolante si divide lo spessore del materiale isolante per la sua conducibilità termica.
R [m²K/W]= spessore [m] / λ [W/mK]



## Protezione termica estiva

In modo analogo all'inverno, un buon involucro edilizio in estate è quello che è in grado di proteggere dal surriscaldamento estivo, cioè dal calore che dall'esterno tende a muoversi verso l'interno dell'edificio. La conducibilità termica λ non è più un parametro sufficiente per valutare la prestazione estiva dei materiali isolanti e per questo si deve tenere conto anche della capacità del materiale di accumulare il calore. I valori da prendere in considerazione sono in questo caso il calore specifico e la densità.

A parità di conducibilità termica, infatti, un materiale isolante con maggiore calore specifico e maggiore densità risulterà molto più efficace nella protezione dal caldo in quanto sarà in grado di accumulare maggiormente calore. In questo modo sarà ritardato l'ingresso del calore all'interno degli ambienti (sfasamento) e se ne ridurrà l'intensità (fattore di attenuazione).

Le stratigrafie ad elevato sfasamento termico permettono, soprattutto in estate, che il picco di calore esterno non penetri subito all'interno dell'abitazione, ma venga ritardato. Questo aspetto è particolarmente importante nella coibentazione di strutture leggere come quelle a telaio in legno.

## PRESTAZIONI ESTIVE DEI COMPONENTI OPACHI IN UNA CASACLIMA

In una CasaClima è posta molta attenzione non solo alle prestazioni invernali dell'edificio, ma anche a quelle estive. Per questo all'interno della Direttiva Tecnica Nuovi Edifici sono definiti requisiti specifici di sfasamento e attenuazione per i componenti opachi.

Per gli elementi strutturali opachi (pareti esterne, coperture inclinate e piane, solai esterni verso l'alto) esposti all'irraggiamento solare diretto e con valore U ≥ 0,20 W/m²K, per il rispetto della prestazione estiva valgono i seguenti limiti:

| ZONA CLIMATICA | A, B, C, D | E, F (≤ 4000 GG) | F (> 4000 GG) |
|---|---|---|---|
| **SFASAMENTO** | ≥ 12 h | ≥ 9 h | - |
| **FATTORE DI ATTENUAZIONE (24 h)** | ≤ 0,30 | - | - |
| **AMMETTENZA $Y_{11}$** | ≥ 2 W/m²K | - | - |

## ATTENZIONE!



Nella Direttiva Tecnica CasaClima è richiesto, per le zone climatiche A,B, C, D, anche il rispetto del valore di ammettenza interna ($Y_{11}$).

Questo parametro valuta l'inerzia termica delle pareti sul lato interno. Più questo valore è alto, più la parete sarà in grado di di assorbire i picchi di calore prodotto all'interno dell'ambiente e quindi di non creare un discomfort termico.

Nel caso in cui questo valore non sia raggiunto è necessario dotarsi di un impianto di raffrescamento.

# 7.4 NORME DI RIFERIMENTO

I materiali isolanti rientrano nelle regole previste dall'Unione Europea per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.
Dal 1° luglio 2013 è in vigore il Regolamento UE n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione. A partire da questa data, per essere immessi sul mercato, i prodotti da costruzione ricadenti nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o, in mancanza di questa, conformi a una valutazione tecnica europea, devono essere muniti di dichiarazione di prestazione e marcatura CE.

La marcatura CE è la dichiarazione di conformità di prodotto, fatta dal produttore, che attesta la conformità dello stesso ad una norma tecnica armonizzata europea e la rispondenza ai requisiti essenziali di sicurezza stabiliti. Marcare CE un prodotto, significa dichiarare dei valori prestazionali, per i quali è necessario ricorrere ad un sistematico controllo del processo produttivo (dalle materie prime al prodotto finito).

Un'importante novità si è avuta con l'introduzione di un nuovo documento denominato DoP (Dichiarazione di Prestazione).
Attraverso la redazione di una dichiarazione di prestazione, secondo una norma armonizzata (EN) o una valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata da un organismo di valutazione tecnica, il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto.
Tutti i materiali isolanti per edilizia che hanno una norma armonizzata devono essere marcati CE. Si ricorda che un isolante che non è marcato CE deve comunque essere caratterizzato termicamente come richiesto dalla legislazione nazionale riguardante il risparmio energetico degli edifici.

**Esempio marcatura CE di un materiale isolante**



# 7.5 VALUTAZIONI AMBIENTALI: LCA E EPD

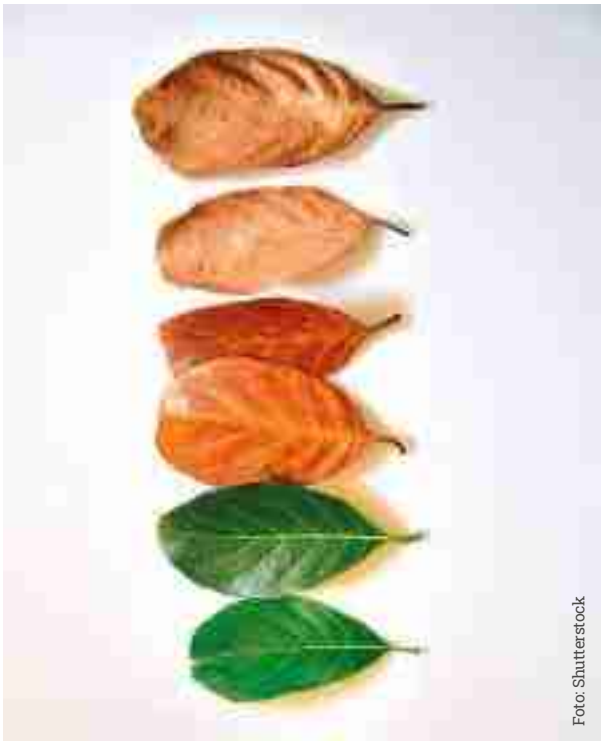


Foto: Shutterstock

Tutti i materiali da costruzione sottraggono risorse all'ambiente e possono immettere sostanze inquinanti in atmosfera. Nella scelta di un materiale isolante oltre alle caratteristiche e all'aspetto economico andrebbero sempre tenuti nella giusta considerazione anche gli aspetti ambientali.

Alcuni isolanti possono presentare aspetti critici per quanto riguarda le caratteristiche delle materie prime utilizzate durante il processo di trasformazione o per l'impatto legato al trasporto. Per gli isolanti naturali è importante conoscere quali sostanze sono state usate per impedirne il deterioramento, poichè potrebbero renderne problematico il riciclo o il compostaggio. Per quelli di origine minerale, invece, gli aspetti ambientali più critici riguardano l'elevato dispendio energetico per i processi di lavorazione della materia prima.

Il mondo della produzione dei materiali isolanti è sempre più attento non solo a metodi e criteri di valutazione della qualità ambientale di prodotti e manufatti, ma anche alle procedure per certificarne i requisiti. In questi ultimi anni, sia a livello internazionale che europeo, hanno iniziato a diffondersi le etichette e le dichiarazioni di prodotto. Seppur su base volontaria, questi strumenti hanno lo scopo di comunicare al mercato le caratteristiche e le prestazioni ambientali di un prodotto. I destinatari di tali messaggi, a seconda dei prodotti analizzati, possono essere sia i semplici consumatori, sia i professionisti che propongono tali prodotti ai loro clienti.

La metodologia a supporto delle etichettature ambientali è l'LCA (Life Cycle Assessment,) regolata dalla norma ISO 14040. La procedura, pensata per aiutare a quantificare, interpretare e valutare gli impatti ambientali di uno specifico prodotto o servizio, può essere applicata all'intero arco di vita del prodotto, dall'estrazione, al trattamento della materia prima, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale.
In campo internazionale le nazioni maggiormente attive sui temi della sostenibilità, in particolare quelle europee, hanno riconosciuto nell'etichetta ambientale di tipo EPD (Environmental Product Declaration), definita dalla norma ISO 14025 e dalla norma EN 15804, un valido strumento per la comunicazione e la diffusione di informazioni ambientali certificate sulla sostenibilità dei manufatti.

L'EPD fornisce dati quantitativi del profilo ambientale di un prodotto, non esprimendo una scala di valutazione sulla sua prestazione, né un valore di soglia ammissibile. La certificazione EPD richiede tuttavia il rispetto di precise regole per la valutazione e un determinato formato nella comunicazione dei dati, in modo da facilitare il confronto tra prodotti diversi.

Nel mercato italiano un significativo impulso alla diffusione delle EPD si è avuto con l'introduzione dei "Criteri Ambientali Minimi" (CAM - DM 11/10/2017) obbligatori nell'ambito dell'affidamento di servizi di progettazione, nuova costruzione, ristrutturazione, manutenzione degli edifici e per la gestione dei cantieri della Pubblica Amministrazione.

È auspicabile che nei prossimi anni sempre più aziende decidano di adottare gli EPD come strumento per dichiarare le performance ambientali dei propri prodotti: questo consentirà una maggior trasparenza e faciliterà le scelte da parte dei consumatori, ormai sempre più attenti anche alle ricadute ambientali dei prodotti utilizzati.



# 7.6 CAM EDILIZIA, PER UN AMBIENTE MIGLIORE



Foto: Agenzia CasaClima

Nel caso di interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, le stazioni appaltanti, indipendentemente dall'importo dell'affidamento, sono tenute all'adozione dei criteri ambientali minimi (CAM) per le procedure di affidamento relative a determinate categorie di lavorazioni e prodotti.

I Criteri Ambientali Minimi, CAM Edilizia, sono un insieme di requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente volti ad indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti, fornendo indicazioni per l'individuazione di soluzioni progettuali e prodotti migliori sotto il profilo della sostenibilità ambientale.

Le strategie prese in considerazione sono molteplici, tra queste le più conosciute sono: l'uso di materiali con contenuto di riciclato e a bassa emissione di composti organici voltatili (VOC), la progettazione di sistemi per la raccolta e la gestione dell'acqua piovana e la gestione efficiente e sostenibile del cantiere da parte dell'impresa di costruzioni.

I CAM sono inoltre quei requisiti che i materiali isolanti devono possedere perché l'intervento di efficientamento energetico dell'edificio possa usufruire dell'incentivo fiscale del Superbonus 110%.

## Come riconoscere prodotti e servizi verdi

Per poter riconoscere quali beni siano in grado di rispettare i criteri ambientali propri del GPP è necessario avere a disposizione sufficienti informazioni sul loro ciclo di vita, grazie alle quali sarà possibile selezionare e individuare le caratteristiche ecologiche dei beni in funzione delle quali procedere o meno all'acquisto. Le informazioni necessarie possono essere ottenute grazie a diversi strumenti di certificazione, basati su criteri oggettivi e trasparenti e assegnati da una terza parte indipendente, come ad esempio:

- Etichette ambientali (ISO Tipo I, ISO 14024);
- Autodichiarazioni ambientali (ISO Tipo II, ISO 14021,);
- Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (ISO Tipo III, ISO 14025);
- Marchi ed etichettature obbligatori;
- Certificazioni di sistemi di gestione ambientale.

**PERCHÉ IL DATABASE GPP4BUILD?**

Nel 2015, attraverso la legge n. 221, è stato istituito per le Stazioni Appaltanti l'obbligo di prevedere nei propri bandi il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per determinate categorie di prodotti e in alcune specifiche condizioni. L'Italia è diventata così il primo paese europeo a rendere obbligatoria l'applicazione dei CAM.

Per cercare di semplificare il lavoro di dei progettisti e dei tecnici delle Pubbliche Amministrazioni e per fornire un supporto alle aziende, all'interno del progetto **Green Public Procurment for Buildings (GPP4Build)** è stato sviluppato un apposito database per prodotti e/o materiali legati al mondo dell'edilizia e conformi ai requisiti dei CAM. L'obiettivo principale è fornire supporto alle PMI che vogliono partecipare alle gare d'appalto di progetti di edilizia sostenibile o procedere alla certificazione ambientale di nuovi prodotti e progetti edilizi a ridotto impatto ambientale, in conformità con le direttive Europee in materia di GPP/CAM. In questa prima fase ci si è concentrati solo su aziende produttrici o rivenditrici di materiali per l'isolamento termico ma è nei progetti dei tecnici del progetto comprendere tutti i prodotti e i materiali edilizi citati nel DM CAM Edilizia.

Il database GPP4Build ha l'obiettivo di dare supporto:
- al progettista, a cui faciliterà la raccolta dei documenti necessari per verificare il rispetto dei CAM;
- alle aziende produttrici, che potranno dirottare le richieste di documentazione relativa ai CAM da parte dei professionisti al database GPP4build;
- ai tecnici delle PA (RUP), che potranno verificare in modo più semplice e diretto se i materiali e/o i prodotti edili offerti rispettano il DM CAM Edilizia.

Il database è di facile utilizzazione. I materiali o i prodotti presenti nel database possono essere filtrati in base: alla categoria di appartenenza, al loro specifico utilizzo, ai criteri CAM da soddisfare e a determinate parole chiave impostate dall'utente.

Per ogni prodotto presente nel database sarà possibile:
- ricavarne una breve descrizione;
- verificare quali CAM il prodotto deve rispettare;
- scaricare la documentazione attraverso la quale dimostrare il rispetto dei CAM o ottenere un link diretto al sito dell'azienda produttrice alla quale richiedere i certificati necessari;
- qualora il prodotto sia presente anche all'interno del database austriaco baubook, sarà possibile ottenere il link alla pagina ad esso dedicata;
- ottenere la tariffa corrispondente nell'Elenco Prezzi Regionale o Provinciale (al momento per l'Alto Adige e il Friuli-Venezia Giulia) e/o nel prezzario DEI di riferimento.

La permanenza all'interno del database GPP4build sarà gratuita per tutte le aziende interessate fino a dicembre 2024. Dopo tale data sarà **compresa nel costo di affiliazione per le aziende partner CasaClima,** mentre per le aziende non partner è previsto uno specifico tariffario.

**Il database GPP4build sarà liberamente accessibile online attraverso il sito www.gpp4build.com**

**NOVITÀ 2022**

IL Ministero della Transizione Ecologica (MITE) con DM 23 giugno 2022, ha approvato i nuovi Criteri Ambientali Minimi per l'Edilizia che sostituiscono i precedenti CAM disciplinati con DM 11 ottobre 2017. Entreranno in vigore il 4 dicembre 2022 e hanno lo scopo di perseguire diverse finalità, in primis, incentivare il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente, ridurre lo spreco energetico e favorire lo smaltimento dei rifiuti. Il decreto si applica a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei Contratti pubblici e per gli interventi del Superbonus (in questo caso, solo per quanto riguarda le proprietà dei materiali isolanti utilizzati per gli interventi trainanti).

Tra le novità introdotte si prevede:
- che le stazioni appaltanti, prima della pianificazione di un appalto, aggiornino annualmente l'elenco anagrafe delle opere pubbliche incompiute e subordinino "... i nuovi interventi edilizi alla verifica del proprio patrimonio di opere pubbliche incompiute" e privilegino "... ove lo studio di fattibilità abbia fornito indicazioni in tal senso, il completamento di quanto già avviato".
- l'introduzione, tra i criteri premianti per l'affidamento dei lavori, del capitolo "Capacità tecnica dei posatori", che prevede l'introduzione di un punteggio premiante all'impresa di costruzioni che si avvale di posatori qualificati, esperti nella posa dei materiali da installare.
- che negli interventi edilizi che riguardano sia l'affidamento del servizio di progettazione dell'intervento, sia l'affidamento dei lavori, sia l'affidamento congiunto di progettazione e lavori che tra i criteri più significativi per l'affidamento dell'appalto figurino quelli relativi alla capacità tecnico-professionale della società.
- l'aggiornamento delle specifiche tecniche che i materiali da costruzione che vengono usati nell'intervento devono rispettare. Il nuovo CAM-Edilizia descrive le informazioni, i metodi e la documentazione necessaria per accertare la conformità dei prodotti. Aggiunge inoltre diverse opzioni per dimostrare il valore percentuale del contenuto di materia riciclata/recuperata/di sottoprodotti, introducendo nuove tipologie di certificazioni accettate e riconosciute;

**PER QUANTO RIGUARDA IL DATABASE GPP4BUILD:**

È stato rivisto e aggiornato in base ai nuovi CAM Edilizia 2022. In linea generale, i criteri non sono stati modificati. Il legislatore ha introdotto la Relazione CAM, all'interno della quale il tecnico potrà spiegare come il suo progetto rispetta i dettami del DM.
Il GPP4Build è stato suddiviso in capitoli e implementate le diverse tipologie di documentazione. Al fine di agevolare la compilazione del database per le aziende che decideranno di inserire i loro prodotti, è stata redatta una versione aggiornata del manuale di utilizzo, scaricabile nella area download del sito GPP4Build.

# 7.7 LA SOSTENIBILITÀ DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE NEL PROTOCOLLO CASACLIMA NATURE



L'impatto di un edificio sull'ambiente non può essere valutato solo rispetto al consumo di energia, dipende anche dalla scelta dei materiali da costruzione. La realizzazione di un edificio, infatti, implica un dispendio, in termini di energia e risorse, il cui impatto sull'ambiente, come dimostrato da calcoli effettuati, è equivalente a quello causato per riscaldare la stessa costruzione per circa 50 anni. Per questo la scelta dei materiali da costruzione è un concetto fondamentale per la realizzazione di edifici sostenibili.

La valutazione della qualità ecologica dei materiali e di conseguenza dell'intero edificio avviene nei protocolli di sostenibilità CasaClima con l'ausilio di uno strumento di calcolo, il software ProCasaClima. Attraverso il calcolo è possibile valutare, quantitativamente, l'impatto ambientale dei materiali utilizzati espresso sotto forma di punteggio, in funzione del tipo e della quantità di materiali inseriti per la costruzione.

Per la determinazione dei parametri ecologici specifici di ogni materiale o prodotto, il programma di calcolo fa riferimento ad un database elaborato dall'IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie). Tale database è basato sull'analisi del ciclo di vita dei materiali da costruzione: in particolare, sono prese in considerazione le fasi del ciclo di vita, che vanno dall'estrazione della materia prima al prodotto edile pronto per essere immesso sul mercato (from cradle to gate).

Oltre ai parametri ecologici, un parametro altrettanto importante nella valutazione è la durata media di vita dei diversi materiali impiegati. Materiali con indicatori ecologici migliori, ma durata media di vita più breve possono, alla fine, determinare un punteggio finale di impatto ambientale simile a quello che si avrebbe utilizzando materiali più impattanti, ma dalla durata media di vita più lunga.

**IL PUNTEGGIO NATURE È CALCOLATO SULLA BASE DI TRE PARAMETRI ECOLOGICI RELATIVI AI MATERIALI UTILIZZATI PER LA COSTRUZIONE:**

- il fabbisogno di energia primaria non rinnovabile (PEI) individua il consumo energetico complessivo necessario per i diversi processi legati alla produzione del materiale;
- il potenziale di acidificazione (AP) individua invece il contributo di una sostanza al fenomeno dell'acidificazione atmosferica. L'acidificazione si ha in genere per interazione degli ossidi di azoto ($NO_x$) e del biossido di zolfo ($SO_2$) con altre particelle contenute nell'aria atmosferica. In poco tempo dal rilascio in atmosfera questi gas, derivanti in gran parte dalla combustione dei combustibili fossili, si trasformano attraverso una serie di reazioni chimiche in acido nitrico ($HNO_3$) e acido solforico ($H_2SO_4$), sostanze immediatamente solubili che finiscono quindi per precipitare al suolo sotto forma di precipitazioni acide;
- il potenziale di effetto serra (GWP) esprime invece il contributo di alcuni gas atmosferici come l'anidride carbonica ($CO_2$), il metano ($CH_4$), il protossido d'azoto ($N_2O$) all'effetto serra e quindi al riscaldamento globale. Il potenziale di effetto serra è calcolato per un tempo di esposizione di 100 anni ($GWP_{100}$).

# Isolanti Low $CO_2$.

## Il punto di incontro ideale tra tecnologia e sostenibilità.



Aria nuova nel mondo dell'edilizia con gli **Isolanti Low $CO_2$** in Neopor® BMBcert™.
Con Neopor® BMBcert™, derivato al 100% da fonti rinnovabili, sostenibili e certificate, si realizzano prodotti **Isolanti Low $CO_2$** certificati ReMade in Italy®, con bassissimo carbon footprint.
Gli **Isolanti Low $CO_2$** contribuiscono all'economia circolare e sono la scelta ottimale per progettare e costruire un futuro ecologico ed evoluto.

Neopor® BMBcert™

---

I prodotti realizzati in Neopor® BMBcert™ rispondono pienamente ai requisiti fissati dai Criteri Ambientali Minimi (CAM) Edilizia per poter usufruire degli incentivi previsti dal Superbonus 110%

**Per maggiori informazioni sugli isolanti "Low$CO_2$":**

**www.isolanti-lowco2.it** | Mail: **info@isolanti-lowco2.it**

Isolanti LOW $CO_2$

Neopor è in marchio registrato BASF SE - BMBcert è un trademark BASF SE

# 7.8 SCHEDE MATERIALI


| Codice | Materiale | Scheda |
|---|---|---|
| WF | Fibra di legno | 1 |
| MW | Lana di roccia | 2 |
| MW | Lana di vetro | 3 |
| CS | Calcio silicato | 4 |
| AAC | Calcestruzzo cellulare autoclavato | 5 |
| | Idrati di silicato di calcio | 6 |
| CG | Vetro cellulare | 7 |
| | Granulato di vetro cellulare espanso | 8 |
| ICB | Sughero | 9 |
| EPS | Polistirene espanso sintetizzato | 10 |
| EPS | Polistirene espanso sinterizzato con grafite | 11 |
| EPS BMB | Polistirene espanso sinterizzato con grafite bio-derivato | 12 |
| XPS | Polistirene espanso estruso | 13 |
| PUR/PIR | Poliuretano espanso rigido | 14 |
| PNT | Polietilene espanso reticolato | 15 |
| PET | Fibre di poliestere | 16 |
| PF | Resine fenoliche | 17 |
| | Argilla espansa | 18 |
| | Fibra di cellulosa | 19 |
| | Fibra di canapa | 20 |
| EPB | Perlite espansa | 21 |
| | Aerogel | 22 |
| | Vacuum insulation panel - VIP | 23 |
| | Termoriflettenti | 24 |




## 1. FIBRA DI LEGNO - WF

Norma di prodotto:
UNI EN 13171

**Materia prima e processo produttivo.** La fibra di legno deriva dagli scarti di produzione della lavorazione del legno, dal diradamento dei boschi o da alberi piantati in boschi di origine controllata. I pannelli isolanti possono essere prodotti utilizzando il tradizionale metodo a umido o l'innovativo metodo a secco. Per migliorare l'idrorepellenza della fibra di legno possono essere aggiunte sostanze quali lattice o resine naturali.

**Utilizzo.** I pannelli di fibra di legno possono essere utilizzati per la coibentazione delle coperture inclinate (tra e sopra i travetti, all'estradosso o intradosso della struttura portante) e dei solai freddi, posando i pannelli all'estradosso o all'intradosso della struttura portante. La fibra di legno può essere anche utilizzata per l'isolamento acustico tra unità immobiliari. I pannelli sono utilizzati a parete per l'isolamento esterno (isolamento a cappotto e facciate ventilate), isolamento all'interno delle strutture a telaio in legno o per la coibentazione interna.



Fonte: Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it

origine vegetale | pannelli rigidi | pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,038-0,048 | 50-270 | 2-5 | E | ☺☺☺ | ☺☺☺ | ☺☺ | ☺☺☺ |

## 2. LANA DI ROCCIA - MW

Norma di prodotto:
UNI EN 13162

**Materia prima e processo produttivo.** La lana di roccia deriva da rocce basaltiche e scarti di produzione che sono fusi ad altissima temperatura e trasformati in fibre. L'aggiunta di resine e leganti consente l'adesione delle fibre che, una volta raffreddate, induriscono e formano pannelli di varia densità a seconda della quantità di fibre utilizzate.

**Utilizzo.** La lana di roccia è utilizzata per la coibentazione esterna delle pareti (isolamento a cappotto e facciata ventilata), per la coibentazione esterna delle coperture e per la coibentazione di solai freddi. È inoltre utilizzata all'interno di strutture leggere in legno e, per le sue proprietà di fonoisolamento, viene spesso utilizzata in strutture divisorie tra unità immobiliari o come materassino anticalpestio.



origine minerale | pannelli rigidi | pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,033-0,045 | 20-200 | 1 | A1 | ☺☺☺ | ☺ | ☺☺☺ | ☺ |

## 3. LANA DI VETRO - MW

Norma di prodotto:
UNI EN 13162

**Materia prima e processo produttivo.** La lana di vetro ha un processo produttivo molto simile a quello della lana di roccia, ma differisce per la materia prima costituita principalmente da sabbie silicee e vetro riciclato. Come per la lana di roccia, l'aggiunta di resine e leganti consente l'adesione delle fibre che, una volta raffreddate, induriscono e formano pannelli di varia densità a seconda della quantità di fibre utilizzate

**Utilizzo.** La lana di vetro può essere utilizzata per la coibentazione esterna delle pareti (isolamento a cappotto e facciata ventilata), per la coibentazione esterna delle coperture e per la coibentazione di solai freddi. Può inoltre utilizzata all'interno di strutture a secco.



origine minerale | pannelli rigidi | pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,031-0,048 | 10-100 | 1 | A1 | ☺☺ | ☺ | ☺☺☺ | ☺ |

## 4. CALCIO SILICATO - CS

Norma di prodotto:
UNI EN 14306

**Materia prima e processo produttivo.** Il calcio silicato è prodotto partendo da calcio e ossido di silicio con l'aggiunta del 3-10% di cellulosa in acqua. La miscela è posta in stampi e successivamente trattata con vapore acqueo in autoclave a pressioni elevate.

**Utilizzo.** Il calcio silicato è utilizzato per la coibentazione delle pareti dall'esterno o dall'interno. I pannelli possono inoltre essere applicati all'interno per la coibentazione di solai e tetti freddi. Spesso sono utilizzati per la mitigazione di ponti termici grazie anche alla loro igroscopicità che consente al materiale di assorbire grandi quantitativi di umidità riducendo i rischi di formazione di muffa.



origine minerale | pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,060-0,090 | 115-300 | 3-6 | A1 | ☺ | ☺☺☺ | ☺ | ☺☺ |

## 5. CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO - AAC

**Materia prima e processo produttivo.** Il calcestruzzo aerato autoclavato deriva dall'impasto di sabbia di quarzo, calce, cemento e acqua. Ad essi sono aggiunti additivi in grado di indurre una reazione espandente che crea alveoli nell'impasto, conferendo proprietà coibenti al materiale. Esso viene indurito mediante processo in autoclave a vapore. I blocchi ottenuti sono quindi lasciati asciugare e tagliati in pannelli di vari spessori e dimensioni.

**Utilizzo.** Il calcestruzzo cellulare autoclavato si utilizza per la coibentazione delle pareti (isolamento a cappotto) e per l'isolamento dei solai freddi e delle coperture. Le caratteristiche di igroscopicità del materiale lo rendono adatto anche a coibentazioni interne, mentre le caratteristiche di reazione al fuoco lo rendono adatto ad applicazioni in ambienti come le autorimesse.



origine minerale

pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,040-0,60** | **100-150** | **5-10** | **A1** | ☺ | ☺☺☺ | ☺☺ | ☺☺ |

## 6. IDRATI DI SILICATO DI CALCIO

**Materia prima e processo produttivo.** Gli idrati di silicato di calcio derivano dall'impasto di sabbia di quarzo, acqua e pasta di alluminio. Quest'ultima, reagendo, crea idrogeno gassoso, che a sua volta espande e crea gli alveoli nell'impasto. Esso indurisce mediante processo in autoclave a vapore (circa 5-12 ore a 190 °C).

**Utilizzo.** I pannelli in idrati di silicato sono prevalentemente utilizzati per la coibentazione esterna a cappotto di pareti con struttura in muratura o laterocemento.



origine minerale

pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,042-0,045** | **100-115** | **3** | **A1** | ☺ | ☺☺☺ | ☺ | ☺☺ |

## 7. VETRO CELLULARE - CG

Norma di prodotto:
UNI EN 13167

**Materia prima e processo produttivo.** Il vetro cellulare deriva da polvere di vetro, anche di riciclo, che, additivata con carbonio e portata ad alta temperatura, si espande di volume creando una struttura alveolare. Si ottengono così dei blocchi che, dopo essere stati sottoposti a graduale raffreddamento, sono tagliati in lastre di varie dimensioni e spessore.

**Utilizzo.** Il materiale può essere efficacemente utilizzato in tutti i casi in cui siano richieste impermeabilità e resistenza ai carichi, come l'isolamento esterno delle strutture controterra, l'isolamento esterno della platea di fondazione, le coperture piane e i tetti verdi.



origine minerale

pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,033-0,065 | 130-155 | ∞ | A1 | ☺ | - | ☺☺ | ☺☺ |

## 8. GRANULATO DI VETRO CELLULARE ESPANSO

**Materia prima e processo produttivo.** Il granulato di vetro cellulare deriva da vetro riciclato che, dopo essere stato ridotto in polvere, viene miscelato con acqua e altri additivi, suddiviso in granuli e posto in forni ad alte temperature. Il risultato è un granulato espanso che è sottoposto a ulteriore frantumazione per ottenere diverse granulometrie.

**Utilizzo.** Il materiale può essere efficacemente utilizzato per la coibentazione di strutture controterra (pareti e solai). Per applicazioni sotto platea di fondazione, il granulato dopo essere stato posato deve essere costipato e battuto meccanicamente. Utilizzato come drenaggio di sottofondazione aumenta le caratteristoiche meccaniche del terreno .



origine minerale

granulato

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,075-0,135 | 120-210 | ∞ | A1 | ☺ | - | ☺ | ☺ |

## 9. SUGHERO - ICB

Norma di prodotto:
UNI EN 13170

**Materia prima e processo produttivo.** Il sughero deriva dalle querce da sughero, la cui corteccia, previa decortica, viene trattata e macinata fino ad ottenere un materiale granulare, che può avere varie applicazioni in edilizia. Per la realizzazione dei pannelli, il granulato è posto in autoclavi a temperature elevate: lo scioglimento della suberina (resina naturale presente nel sughero) consente così di ottenere blocchi di sughero agglomerato. I blocchi vengono successivamente raffreddati e tagliati in lastre di vario spessore.

**Utilizzo.** I pannelli in sughero possono essere utilizzati per la coibentazione delle coperture inclinate all'estradosso della struttura portante. I pannelli flessibili hanno generalmente ridotto spessore e possono essere utilizzati per l'isolamento anticalpestio tra unità immobiliari. Il granulato può essere utilizzato come sottofondo a secco o per l'insufflaggio nelle intercapedini delle pareti. A parete sono utilizzati per l'isolamento esterno (isolamento a cappotto e facciate ventilate).


Fonte: Sace Components

origine vegetale | granulato | pannelli rigidi | pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,037-0,045 | 100-130 | 5-30 | E | ☺☺ | ☺☺ | ☺☺ | ☺☺☺ |

## 10. POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO - EPS

Norma di prodotto:
UNI EN 13163

**Materia prima e processo produttivo.** L'EPS deriva dalla polimerizzazione dello stirene, una miscela di benzene ed etilene. Le perle, ottenute dall'unione del polimero ad additivi, tra cui quello che ne conferisce le proprietà autoestinguenti, sono successivamente espanse con vapore acqueo inglobando aria nella propria struttura. La successiva fase di sinterizzazione consiste nella fusione delle perle nella forma del manufatto. Nel caso di blocchi, segue il taglio in lastre, dopo un periodo di stagionatura.

**Utilizzo.**. L'EPS può essere utilizzato per la coibentazione esterna di pareti (isolamento a cappotto), dei solai freddi e delle coperture inclinate e piane con struttura in muratura e laterocemento. Può essere accoppiato con lastre in cartongesso.


Fonte: Neopor, BASF Italia spa

origine fossile | pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,033-0,038 | 15-40 | 20-130 | E | ☺ | ☺ | ☺☺☺ | ☺ |

## 11. POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO CON GRAFITE- EPS

Norma di prodotto: UNI EN 13163

**Materia prima e processo produttivo.** L'EPS deriva dalla polimerizzazione dello stirene. Le perle sono ottenute dall'unione del polistirene ad additivi, tra cui la grafite, che ne conferisce un maggiore capacità isolante e il poly-FR, polimero che ne assicura le proprietà autoestinguenti. Le perle sono espanse con vapore acqueo inglobando aria nella propria struttura e sono successivamente saldate nella forma del manufatto con il processo di sinterizzazione. Nel caso di blocchi, segue il taglio in lwastre, dopo un periodo di stagionatura.

**Utilizzo.** L'EPS può essere utilizzato per la coibentazione esterna di pareti (isolamento a cappotto), dei solai freddi e delle coperture inclinate con struttura in muratura e latero-cemento.


Fonte: BASF SE

origine fossile

pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,030-0,033** | **15-40** | **20-130** | **E** | ☻ | ☻ | ☻☻☻ | ☻ |

## 12. POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO CON GRAFITE BIO-DERIVATO – EPS BMB

Norma di prodotto: UNI EN 13163

**Materia prima e processo produttivo.** Biomass Balance (BMB) è il processo certificato con il quale fino al 100% delle fonti fossili primarie necessarie per la produzione di stirene è sostituito da fonti rinnovabili sostenibili, ovvero biomassa. Dal risparmio di fonti fossili primarie ne segue una riduzione del carbon footprint dei pannelli. La materia prima che ne deriva è processata esattamente come quella standard, dando origine a pannelli e manufatti isolanti con prestazioni termiche e meccaniche identiche a quelle dei pannelli da origine fossile.

**Utilizzo.** L'EPS può essere utilizzato per la coibentazione esterna di pareti (isolamento a cappotto), dei solai freddi e delle coperture inclinate con struttura in muratura e latero-cemento.


Fonte: BASF SE

fonti rinnovabili certificate

pannelli rigidi

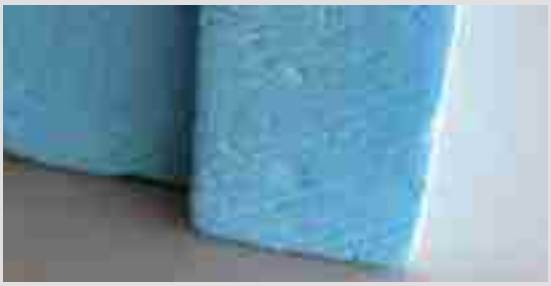
| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,033-0,038** | **15-40** | **20-130** | **E** | ☻ | ☻ | ☻☻☻ | ☻ |

## 13. POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO - XPS

Norma di prodotto:
UNI EN 13164

**Materia prima e processo produttivo.** L'XPS (polistirene espanso estruso) deriva, come l'EPS, dallo stirene. Il processo produttivo è molto simile, ma si differenzia per la fase di estrusione in cui il materiale granulare è miscelato con additivi. Questo rende la struttura del materiale omogenea. Una volta estruso, il materiale è sottoposto alle operazioni di taglio e trasformato in pannelli.

**Utilizzo.** Per le sue proprietà di resistenza a compressione, l'XPS può essere utilizzato per la coibentazione di strutture controterra (pareti e solai), di solai freddi e di coperture piane o inclinate con struttura in muratura e laterocemento. Per le sue proprietà di resistenza all'acqua viene frequentemente utilizzato come zoccolatura nella coibentazione perimetrale esterna delle pareti.



origine fossile | pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,030-0,040 | 20-65 | 50-200 | E | ☺ | - | ☺☺☺ | ☺ |

## 14. POLIURETANO ESPANSO RIGIDO - PUR/PIR

Norma di prodotto:
UNI EN 13165

**Materia prima e processo produttivo.** Il poliueratano è un coibente di origine sintetica che deriva dalla reazione di vari composti polimerici. Modificando in parte le materie prime si ottiene il PIR, con migliori caratteristiche di resistenza e reazione al fuoco.

**Utilizzo.** Il poliuretano può essere utilizzato per la coibentazione di solai freddi, pareti e coperture piane o inclinate con struttura in muratura o laterocemento. In intercapedine o in pareti non a vista può essere utilizzata la posa a spruzzo.



origine fossile | pannelli rigidi | a spruzzo

* Variabile in relazione alla pellicola

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,021-0,028 | 32-55 | 30-150 * | da B a E | ☺ | - | ☺☺☺ | ☺ |

## 15. POLIETILENE ESPANSO RETICOLATO - PNT

Norma di prodotto:
UNI EN 14782

**Materia prima e processo produttivo.** Il polietilene espanso reticolato si ottiene da un processo di espansione della materia prima tramite l'iniezione di gas espandente (generalmente azoto). La reticolazione avviene invece tramite induzione chimica o fisica.

**Utilizzo.** Il polietilene espanso reticolato può essere utilizzato per l'isolamento acustico dei solai, per la realizzazione di strisce di descolarizzazione tra pareti e solai e per la coibentazione di tubazioni impiantistiche.



origine fossile

pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,035** | **22-220** | **2000-4500** | **da B a E** | ☻☻☻ | - | - | - |

## 16. FIBRE DI POLIESTERE - PET

**Materia prima e processo produttivo.** La fibra di poliestere deriva principalmente dalla plastica riciclata dalle bottiglie e termoleganti miscelati insieme per raggiungere la grammatura desiderata. Successivamente le fibre termoleganti sono fuse con aria calda (180 °C) e poi raffreddate. Durante il processo possono essere accoppiati altri materiali senza l'ausilio di collanti.

**Utilizzo.** La fibra di poliestere viene utilizzata all'interno di strutture leggere a secco. Grazie alle sue proprietà acustiche può essere utilizzata per l'isolamento di strutture divisorie tra unità immobiliari.



origine di riciclo

pannelli rigidi

pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,035-0,044** | **15-50** | **1-3** | **B** | ☻☻ | - | ☻☻ | ☻ |

## 17. RESINE FENOLICHE - PF

Norma di prodotto:
UNI EN 13166

**Materia prima e processo produttivo.** Le resine fenoliche sono una famiglia di polimeri ottenuti per reazione tra fenolo e formaldeide. Sono in genere materiali termoindurenti, ovvero non possono essere ulteriormente fusi dopo lo stampaggio, perché possiedono una struttura reticolare. Sono schiume espanse rigide a celle aperte o chiuse ed hanno una conduttività termica variabile in base alla densità. Anche la permeabilità al vapore acqueo dipende dalla densità e dal processo produttivo, ma è comunque piuttosto elevata.

**Utilizzo.** I pannelli rigidi sono generalmente utilizzati per l'isolamento di coperture piane sotto manti sintetici a vista o appesantiti e sotto manti bituminosi applicati a freddo. Le resine fenoliche sono utilizzate per l'isolamento di coperture a falde, ma anche per l'isolamento di pareti e/o pavimenti e applicate come sistema a cappotto e in generale in tutte le applicazioni dove è richiesta elevata resistenza al fuoco.



origine fossile | pannelli rigidi | a spruzzo

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,021-0,040 | 32-55 | 60 | C | ☺ | - | ☺☺☺ | ☺ |

## 18. ARGILLA ESPANSA

**Materia prima e processo produttivo.** Il materiale viene prodotto partendo da argilla (silicato idrato di alluminio) stagionata e cotta a 1200-1300 °C in forni rotanti. A questa temperatura l'argilla in granuli si libera dell'umidità e si espande. Chimicamente inerte, l'argilla espansa è un materiale stabile nel tempo, resistente agli insetti ed agli animali, non putrescibile, con buona resistenza meccanica e al gelo. L'argilla espansa ha un ridotto potere termoisolante, poco igroscopico, ma altamente traspirante.

**Utilizzo.** Utilizzato come riempimento di intercapedini, inerte per intonaci e in conglomerati alleggeriti per solai.




origine minerale | granulato

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,085-0,130 | 200-500 | 2-8 | A1 | ☺ | ☺ | ☺ | ☺☺ |

## 19. FIBRA DI CELLULOSA

**Materia prima e processo produttivo.** La cellulosa deriva da carta di giornale riciclata che, dopo essere stata sminuzzata, viene trattata con sali di boro per migliorarne il comportamento al fuoco. I fiocchi così ottenuti possono essere utilizzati come coibente tramite insufflaggio in intercapedine. Dai fiocchi è possibile ottenere anche dei pannelli tramite l'aggiunta, in piccola percentuale, di leganti di origine sintetica.

**Utilizzo.** La cellulosa può essere utilizzata per la coibentazione di tetti, solai di interpiano e solai freddi tramite insufflaggio o posa di pannelli all'interno della struttura. Può inoltre essere utilizzata per la coibentazione delle pareti in intercapedine all'interno delle strutture a telaio in legno.



Fonte: Naturafloc Naturalia-Bau Srl www.naturalia-bau.it

origine vegetale | pannelli flessibili | fiocchi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,039-0,045 | 30-80 | 1-2 | E | ☺☺☺ | ☺☺☺ | ☺☺ | ☺☺☺ |

## 20. FIBRA DI CANAPA

**Materia prima e processo produttivo.** La fibra di canapa deriva dallo stelo dalla pianta di canapa, ridotto in fibra e occasionalmente arricchito con sali di boro, per migliorarne il comportamento al fuoco, e fibre in poliestere per migliorarne la resistenza e la flessibilità. Le fibre di canapa si ottengono dalla macerazione della pianta a cui segue l'essiccazione artificiale delle fibre che fa sì che queste si saldino con le fibre artificiali additivate.

**Utilizzo.** La fibra di canapa è utilizzata prevalentemente in intercapedine all'interno di strutture a telaio in legno o in strutture a secco (pareti e contropareti in cartongesso). Grazie alle sue proprietà di fonoisolamento può essere utilizzata per l'isolamento anticalpestio dei solai di interpiano. L'insufflaggio delle fibre di canapa è molto raro.



origine vegetale | pannelli rigidi | pannelli flessibili | fibre sfuse

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,040-0,050 | 20-200 | 1-2 | E | ☺☺☺ | ☺☺ | ☺☺ | ☺☺ |

## 21. PERLITE ESPANSA - EPB

Norma di prodotto:
UNI EN 13169

**Materia prima e processo produttivo.** Il materiale viene prodotto partendo da roccia silicea di origine vulcanica. Ridotta in polvere è esposta a shock termico (1000 °C) per far evaporare l'acqua contenuta nel minerale. Ciò provoca l'espansione delle pareti vetrose e un conseguente aumento di volume del granulo fino a 20 volte il suo volume iniziale.

**Utilizzo.** In commercio è disponibile sotto forma di granuli e si utilizza come inerti nella composizione di malte, calcestruzzi leggeri e di intonaci. La perlite espansa viene proposta come isolante granulare leggero per l'isolamento non caricato di cavità ad esempio come isolamento d'intercapedine, isolamento tra le travi portanti o isolamento di soffitti . In pannelli è ideale per l'impiego in copertura quale supporto di impermeabilizzazione, ma anche per l'isolamento interno.



origine minerale | materiale sfuso | pannelli rigidi

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,040-0,050 | 30-150 | 1-5 | A1 | ☺ | - | ☺☺ | ☺ |

## 22. AEROGEL

**Materia prima e processo produttivo.** Il materiale è composto al 98% d'aria e al 2% di silicio ed è prodotto per disidratazione di un gel di silice colloidale. L'aerogel è una sostanza allo stato solido simile al gel nella quale il componente liquido è sostituito con gas. Esso risulta impalpabile e molto volatile. I pannelli e i feltri in aerogel usati in edilizia sono un composto costituito da una matrice, solitamente di fibre di poliestere, impregnata di aerogel.

**Utilizzo.** L'utilizzo prevalente dell'aerogel è la coibentazione interna di solai freddi, coperture e pareti perimetrali. L'aerogel può essere accoppiato a lastre di cartongesso ed essere utilizzato per il placcaggio di strutture esistenti. Il prezzo di questo prodotto è generalmente elevato.



origine minerale | pannelli rigidi | pannelli flessibili

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| 0,014-0,017 | 150-230 | 5 | C | ☺ | In relazione al supporto | ☺☺☺ | ☺ |

## 23. VACUUM INSULATION PANEL - VIP

**Materia prima e processo produttivo.** I pannelli isolanti sottovuoto (VIP) sono generalmente costituiti da un nucleo e da un rivestimento. Il nucleo è un composto poroso in silice a cui si aggiunge un opacizzante, per ridurre al massimo il passaggio delle radiazioni termiche, e delle fibre di cellulosa, per migliorare la stabilità meccanica del pannello. Durante la fase di rivestimento il prodotto viene messo sotto vuoto e sigillato. Il rivestimento solitamente è costituito da una pellicola in alluminio. Ogni pannello è dotato di sensore per la verifica di assenza di foratura.



**Utilizzo.** I pannelli VIP sono particolarmente adatti in tutte quelle situazioni dove è richiesto un ottimo isolamento e spessori ridotti. Possono essere utilizzati per la coibentazione di pareti perimetrali, solai freddi e coperture, avendo però la massima attenzione alla posa in quanto, se forati, i pannelli perdono parte delle loro caratteristiche di isolamento termico. Non possono essere tagliati o adattati in cantiere. Il prezzo di questo prodotto è generalmente elevato.

**origine minerale**

**pannelli rigidi**

| conducibilità | densità | resistenza diffusione vapore | reazione al fuoco | isolamento acustico | igroscopicità | protezione termica invernale | protezione termica estiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | μ [ - ] | classe [ - ] | | | | |
| **0,045-0,008** pannello integro **0,020-0,025** pannello forato | **50-270** | **∞** | **E** | ☻ | - | ☻☻☻ | ☻ |

## 24. TERMORIFLETTENTI

Norma di prodotto: UNI EN 116012

**Materia prima e processo produttivo.** I materiali termoriflettenti sono composti da strati molto sottili di materiale riflettente e isolante. I primi sono costituiti da sottilissime pellicole metallizzate che re-irradiano il calore verso la sorgente, i secondi da materiali come feltri, ovatte, polietilene a bolle, che formano sottilissimi strati in grado di intrappolare aria ferma ed ostacolare così la trasmissione del calore per conduzione. Lo spessore complessivo di questi prodotti è in genere compreso fra 1 e 3 cm. Per un corretto funzionamento devono essere messi in opera fra due camere d'aria sigillate di spessore variabile fra i 15 mm ed i 40 mm a seconda degli utilizzi.



**Utilizzo.** Trovano impiego soprattutto nelle ristrutturazioni. Le proprietà termofisiche del materiale dipendono dalla progettazione della posa del sistema.

**pannelli flessibili**

**Quando si parla di materiale "termoriflettente" o semplicemente "riflettente" in realtà non si indica un materiale isolante specifico, ma un sistema costituito da più elementi. Esso è solitamente composto da una o più superfici riflettenti a bassa emissività data dal tappeto termoriflettente, che deve confinare con una o più camere d'aria. Questo significa che la prestazione isolante dell'intero sistema è data principalmente dalla prestazione delle intercapedini d'aria, che per essere efficaci, devono avere dimensioni ottimali, essere sigillate e risultare prive di moti d'aria.**

## PARAMETRI ECOLOGICI E VITA DEI MATERIALI EDILI

| | λ<br>Conduttività termica | T<br>Tempo di utilizzo | GWP<br>Potenziale di effetto serra | GWP<br>Processo | AP<br>Potenziale di acidificazione | PEI<br>Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | W/mK | anni | kg $CO_2$ equiv. per kg materiale | kg $CO_2$ equiv. per kg materiale | kg $SO_2$ equiv. per kg materiale | MJ/kg |
| **Argilla espansa** | 0,160 | 50 | 0,16 | 0,16 | 0,0005 | 1,1 |
| **Idrati di silicato di calcio** | 0,045 | nd | 0,55 | 0,55 | 0,0011 | 6,6 |
| **Pannello di silicato di calcio** | 0,055 | 50 | 1,10 | 1,10 | 0,0021 | 12,3 |
| **Lana di vetro per cappotto** | 0,036 | 50 | 2,45 | 2,45 | 0,0153 | 46,2 |
| **Lana di roccia per cappotto** | 0,035 | 50 | 1,93 | 1,93 | 0,0141 | 21,4 |
| **Vetro cellulare** | 0,055 | 50 | 2,43 | 2,43 | 0,009 | 41,0 |
| **Vetro granulare espanso** | 0,080 | 50 | 0,68 | 0,68 | 0,0018 | 10,8 |
| **EPS BIANCO 25 (25 kg/m³)** | 0,036 | 50 | 4,17 | 4,17 | 0,0149 | 98,9 |
| **XPS** | 0,040 | nd | nd | 4,20 | 0,0155 | 93,6 |
| **Poliuretano (PIR)** | 0,030 | 50 | 4,30 | 4,30 | 0,0177 | 94,0 |
| **Fibra di canapa** | 0,040 | 50 | -0,03 | 1,44 | 0,0048 | 31,6 |
| **Fibra di cellulosa** | 0,040 | 50 | -0,88 | 0,56 | 0,0035 | 7,2 |
| **Fibra di legno porosi (250 kg/m³)** | 0,050 | 50 | -0,15 | 1,35 | 0,0112 | 12,7 |
| **Fibra di legno (160 kg/m³)** | 0,040 | nd | nd | 0,91 | 0,004 | 14,4 |
| **Sughero naturale in granuli** | 0,060 | 50 | -1,70 | 0,02 | 0,0001 | 0,3 |
| **Sughero espanso in pannelli / granuli** | 0,040 | 50 | -1,22 | 0,35 | 0,0019 | 6,4 |
| **Lana di pecora** | 0,040 | 50 | 0,50 | 2,15 | 0,0041 | 19,7 |
| **Lana di pecora per anticalpestio** | 0,035 | 50 | 0,28 | 1,83 | 0,0041 | 19,7 |
| **Perlite espansa** | 0,050 | 50 | 0,30 | 0,30 | 0,0015 | 6,5 |
| **Polistirene espanso sinterizzato con grafite (15 kg/m³)** | 0,031 | 50 | 3,17 | 3,17 | 0,0058 | 93,1 |
| **Polistirene espanso sinterizzato con grafite BMB (15 kg/m³)** | 0,031 | 50 | 1,08 | 1,08 | 0,008 | 44,08 |

**Fonte: database ProCasaClima**

naturaliabau

## NOVITÀ 2022
## Integrazione alla Guida alla Bioedilizia con le soluzioni in canapa

scarica il manuale dal nostro sito
oppure chiamaci per ottenere
una pubblicazione su carta

naturalia-bau.it

SIAMO NATI PER PER PRENDERCI CURA DELLA NATURA.
PER UN CLIMA MIGLIORE, DENTRO E FUORI DALL'EDIFICIO!

SCHÖCK
Sostegno affidabile

# Giunto termico per ristrutturazioni.

La soluzione sostenibile per il massimo comfort abitativo.



Schöck Isokorb® RT per il raccordo del balcone offre nuove possibilità per ristrutturare l'edificio in modo completo e garantire l'efficientamento energetico dell'involucro.

Un reale valore aggiunto per qualsiasi costruzione!

**info-it@schoeck.com**

# 8
# SCAVO, FONDAZIONI, LOCALI INTERRATI E PRIMO SOLAIO


**8.1 SCAVO**

**8.2 FONDAZIONI**

Tipi di fondazione

Isolamento termico della fondazione

**8.3 PARETI CONTROTERRA E INTERRATE**

**8.4 PRIMO SOLAIO**

**8.5 PROTEZIONE DALL'UMIDITÀ**

Cantine e scantinati

**8.6 PROTEZIONE DAL RADON**

Origine del Radon

Il rischio da contaminazione radon negli edifici

Come proteggersi dal radon

La protezione da radon nel protocollo CasaClima Nature




# 8.1 SCAVO

Lo scavo rappresenta l'operazione preparatoria ad un cantiere di una nuova costruzione. Da esso dipendono diversi aspetti quali:

- la posizione dell'edificio nel lotto;
- la distanza dell'edificio dai confini e dagli edifici circostanti;
- la quota esterna del fabbricato.

La dimensione dello scavo è funzione della grandezza dell'edificio e la sua profondità dipende non solo dall'altezza dell'eventuale piano interrato o seminterrato, ma anche dalla tipologia di terreno e dal tipo di fondazione del fabbricato. Alla base dello scavo poggiano le fondamenta dell'edificio e pertanto è necessario raggiungere con lo scavo gli strati di terreno aventi una capacità portante adeguata in accordo con quanto individuato dal progettista delle strutture e dal geologo.

# 8.2 FONDAZIONI

Le fondazioni sono l'elemento strutturale su cui poggia l'intero edificio e possono essere di diversa tipologia in funzione del tipo di fabbricato. Il loro compito è quello di distribuire e scaricare il carico dell'edificio sul terreno.

## Tipi di fondazione

Le principali tipologie di fondazione sono:

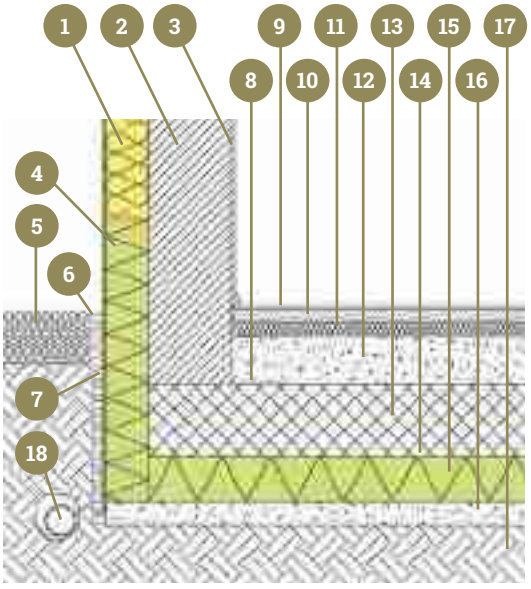
- fondazioni a platea, costituite da una soletta piena in cemento armato della stessa dimensione in pianta del fabbricato;
- fondazioni continue a "travi rovesce", costituite da una maglia di travi in cemento armato che poggiano sul terreno;



**Fondazioni a travi rovesce**

- fondazioni discontinue a plinti, costituite da elementi strutturali puntuali in cemento armato posti alla base dei pilastri;
- fondazioni profonde a pali, costituite da una maglia di pali che si sviluppano in profondità per raggiungere strati di terreno con adeguate caratteristiche portanti. La realizzazione di fondazione a pali si preferisce in genere quando gli strati superficiali di terreno non consentono di realizzare gli altri tipi di fondazione per le scarse caratteristiche geotecniche.

**Fondazione a platea**




1. Sistema di isolamento a cappotto
2. Parete
3. Intonaco
4. Zoccolatura del sistema di isolamento a cappotto
5. Ghiaia
6. Guaina bugnata di protezione
7. Impermeabilizzazione
8. Strato di separazione
9. Pavimentazione
10. Sottofondo pavimentazione
11. Pannello isolante per impianto radiante a pavimento
12. Massetto alleggerito per passaggio impianti
13. Platea di fondazione in c.a.
14. Impermeabilizzazione
15. Coibentazione platea di fondazione
16. Magrone
17. Terreno
18. Tubo di drenaggio

## Isolamento termico della fondazione

Nel caso in cui anche i locali interrati o seminterrati siano riscaldati si dovrà provvedere alla coibentazione delle fondazioni.

È sempre preferibile scegliere di posizionare la coibentazione sul "lato freddo" della fondazione per garantire più facilmente la continuità della coibentazione con quella delle pareti esterne o controterra. Fondamentale in questo caso è la scelta del materiale isolante che, posto al di sotto della fondazione, non deve temere l'umidità e deve avere ottima resistenza a compressione e durabilità, essendo interposto tra il terreno e la fondazione stessa.

Per questo tipo di applicazione i materiali più adatti e generalmente utilizzati sono:

- XPS;
- vetro cellulare in lastre;
- vetro cellulare in granuli.



**Coibentazione delle fondazioni con XPS**

Nel caso di fondazioni a platea, la coibentazione sul "lato freddo" e cioè tra la platea e il terreno è di semplice realizzazione, mentre può presentare qualche difficoltà realizzativa nel caso di fondazioni a travi rovesce o discontinue. In tal caso si può optare per una coibentazione sul "lato caldo" della fondazione avendo cura di risolvere i ponti termici in corrispondenza dell'attacco tra solaio e pareti. Anche in questo caso è necessario scegliere materiali con un'ottima resistenza a compressione come:

- XPS;
- poliuretano;
- vetro cellulare in lastre.

# 8.3 PARETI CONTROTERRA E INTERRATE

Le pareti controterra e interrate sono generalmente realizzate in cemento armato se poste a diretto contatto con il terreno, mentre possono essere realizzate in laterizio interposto alla maglia dei pilastri se tra il terreno e la parete interrata è presente uno scannafosso.
Come visto per le fondazioni, anche le pareti controterra e interrate devono essere coibentate se i locali interrati sono riscaldati. Anche in questo caso è da preferire una coibentazione esterna.

Se la parete è controterra i materiali isolanti più adeguati sono:

- XPS;
- vetro cellulare in lastre;
- vetro cellulare in granuli.



**Parete controterra isolata con XPS**

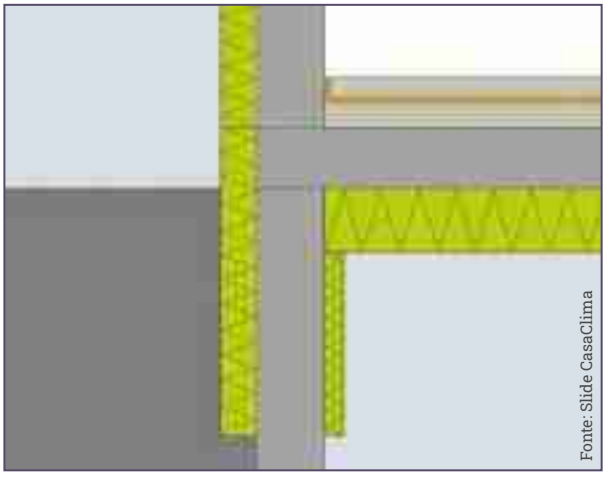
Se invece la parete interrata è rivolta verso uno scannafosso possono essere utilizzati:

- XPS;
- vetro cellulare in lastre;
- poliuretano.

# 8.4 PRIMO SOLAIO

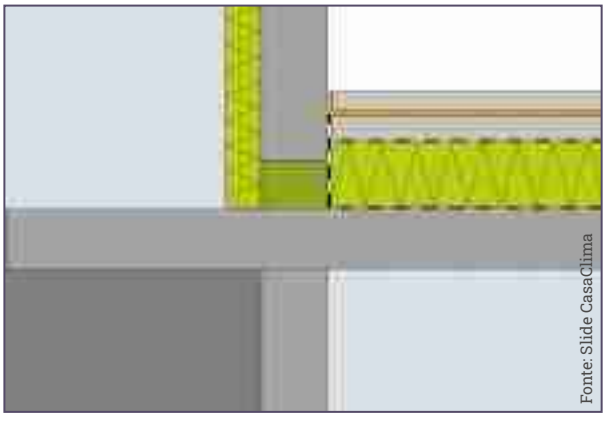
Nel caso in cui i locali seminterrati o interrati non siano riscaldati, l'elemento di separazione verso il basso dell'involucro riscaldato sarà il primo solaio, ovvero la struttura orizzontale che delimita superiormente i locali non riscaldati (ad es. cantina, garage, ecc.).

Anche in questo caso è necessario isolare termicamente la struttura preferendo anche in questo caso una coibentazione sul "lato freddo" e avendo cura di risvoltare la coibentazione anche sui fianchi delle pareti interrate per mitigare il ponte termico in corrispondenza del nodo tra parete e solaio.




**Coibentazione primo solaio sul "lato freddo"**

In alternativa è possibile coibentare il primo solaio sul "lato caldo" ovvero all'estradosso del solaio verso i locali riscaldati. In questo caso sarà necessario "tagliare termicamente" la muratura perimetrale inserendo un materiale ad elevata resistenza (ad. es. vetro cellulare, XPS o calcestruzzo cellulare) e buone caratteristiche termiche alla base della parete esterna per mitigare il ponte termico.




**Coibentazione del primo solaio sul "lato caldo"**



**Isolamento sottomuro in corrispondenza del primo solaio**

# 8.5 PROTEZIONE DALL'UMIDITÀ

L'acqua e, più in generale, l'umidità costituiscono la principale fonte di danno agli edifici.
Per questo in presenza di elementi controterra è molto importante proteggere le strutture da eventuali infiltrazioni scegliendo materiali adeguati e realizzando impermeabilizzazioni continue.
La scelta della strategia per impermeabilizzare gli elementi controterra dipende da:

- tipologia costruttiva del fabbricato;
- tipo di terreno in cui si trova l'edificio o in cui sarà realizzato;
- presenza di falde freatiche e livello rispetto alla quota esterna;
- tipologia di locali interrati o seminterrati che si vogliono realizzare.



**Impermeabilizzazione del muro perimetrale**

Per scongiurare problemi di umidità è quindi necessario:

- verificare con un tecnico competente la presenza e la tipologia di falde freatiche e determinare l'umidità presente nel terreno;
- realizzare un corretto drenaggio intorno al fabbricato;
- realizzare impermeabilizzazioni prive di interruzioni;
- realizzare "zone filtro" per evitare che le strutture del fabbricato siano a diretto contatto con il terreno (ad es. tramite uno scannafosso).

Solai e pareti a diretto contatto con il terreno si realizzano generalmente in cemento armato che consente un'impermeabilizzazione continua tramite l'applicazione di guaine posate a caldo (guaine bitumose) o tramite guaine liquide impermeabilizzanti. Tali guaine richiedono una protezione meccanica generalmente realizzata tramite membrane bugnate poste tra il terreno o il drenaggio e la guaina stessa.

Esiste anche la possibilità di utilizzare un cemento armato "impermeabile": il materiale è additivato con materiali appositi che lo rendono resistente all'acqua. In tal caso si parla di "vasca bianca". La realizzazione di questo tipo di struttura richiede la realizzazione di dettagli specifici per evitare che si abbiano infiltrazioni e passaggi di umidità dal terreno tramite i punti ci connessione delle strutture.

### CANTINE E SCANTINATI

Cattivo isolamento, mancanza di riscaldamento, locali bui con poca aria sono situazioni favorevoli a provocare un accumulo di umidità in ambienti come cantine e garage, riconoscibile dal caratteristico odore di muffa. Per risolvere il problema molti hanno l'abitudine di ventilare continuamente le cantine, magari lasciando sempre a vasistas le finestre. Soprattutto nei mesi estivi, questo è uno dei fattori principali della formazione di condensa e muffa negli scantinati. Ma perché se per combattere l'umidità e la muffa gli esperti raccomandano di areare molto gli ambienti domestici anche d'estate, farlo in cantina è addirittura controproducente?
Le cantine e i seminterrati in generale, sono generalmente i locali più freddi della casa. In estate l'aria calda, in grado di assorbire più umidità rispetto a quella fredda, penetra dalla finestra, si raffredda a contatto con le pareti più fredde, libera l'umidità aumentando il tenore di umidità relativa dell'ambiente. Si produce così nella cantina, invece di una fresca e piacevole brezza estiva, un clima umido e spiacevole, preparando un terreno di coltura ideale per la formazione di muffa che andrà a depositarsi soprattutto sui supporti porosi, come le pareti ed i soffitti intonacati.

### ATTENZIONE ALL'UMIDITÀ NEGLI SCANTINATI

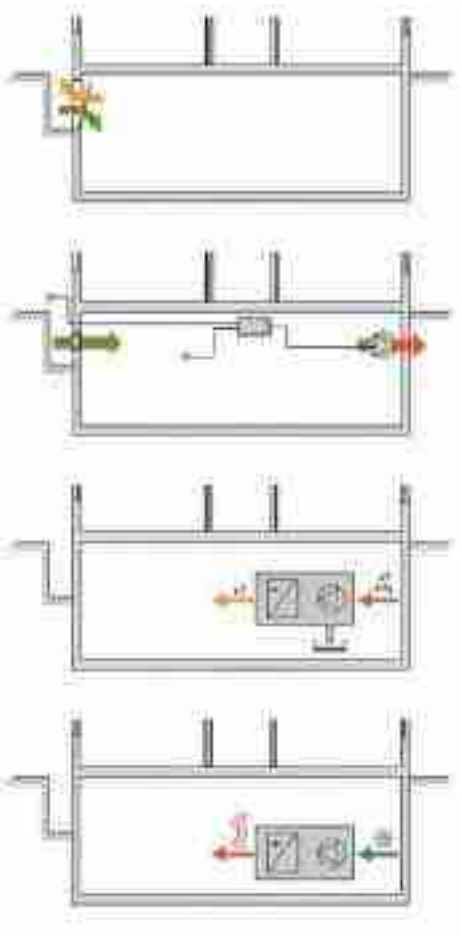


Gli scantinati in passato erano principalmente utilizzati per la conservazione dei cibi e per questo scopo erano richiesto che nell'ambiente vi fosse una bassa temperatura e un'elevata umidità. Oggi le cantine sono spesso utilizzate per altri scopi, come locale hobby, magazzino o lavanderia, tutti luoghi dove è meglio evitare elevati livelli di umidità per prevenire il rischio di formazione di muffa.

### MONITORARE L'UMIDITÀ

Un buon consiglio è di mantenere l'umidità monitorata attraverso un igrometro, facilmente reperibile sul mercato. Il livello di umidità ottimale da tenere in cantina va valutato in funzione dell'uso del locale. Se si vuole adibire la cantina a stanza per gli hobby, studio o sala fitness, il tenore di umidità relativa dovrebbe essere mantenuto tra il 40% e il 60%; se l'uso prevalente fosse la conservazione di alimenti allora la temperatura dell'estate e dell'inverno dovrebbe essere mantenuta costante con un tenore di umidità relativa compresa tra il 50% e il 65%. Se invece il locale è utilizzato come lavanderia l'umidità in eccesso dovrebbe essere scaricata all'esterno il più rapidamente possibile. Una breve ventilazione di durata compresa tra i cinque e i dieci minuti è sufficiente. Tuttavia, se l'umidità dell'aria esterna è più alta che nella stanza, la ventilazione non avrà l'effetto desiderato.
In estate si dovrebbe ventilare nelle prime ore del mattino, oppure sfruttare le ore più fresche della sera, quando il contenuto di umidità dell'aria esterna generalmente non è superiore all'umidità della stanza nel seminterrato. Le finestre dovrebbero essere aperte per circa 20 minuti. Affinché il ricambio d'aria avvenga il più rapidamente ed efficacemente possibile, le finestre del seminterrato dovrebbero essere spalancate. Ancora meglio, se possibile, sarebbe aprire contemporaneamente due finestre contrapposte in modo che facciano corrente. Dopo l'aerazione, chiudere completamente le finestre. Arieggiare una volta al giorno in estate è sufficiente, mentre in primavera o in autunno sarebbe meglio farlo due o tre volte al giorno.
Anche in inverno, conviene tenere monitorata l'umidità della cantina. Se l'umidità della cantina è superiore al valore di allerta, è necessario effettuare un ricambio d'aria. Anche in questo caso le finestre vanno completamente aperte per cinque-dieci minuti per permettere all'aria invernale più secca di entrare rapidamente.

**Il condizionamento degli scantinati in edifici residenziali**



**Ventilazione naturale**
Con la ventilazione tramite l'apertura delle finestre, detta anche ventilazione naturale, l'aria interna viene scambiata con l'aria esterna attraverso una finestra aperta. Nella stagione calda, tuttavia, questo può aumentare invece di diminuire l'umidità nella cantina.

**Ventilazione meccanica**
L'aria esterna entra in cantina attraverso una bocchetta dell'impianto di ventilazione meccanica. Per evitare che in estate l'aria esterna porti in cantina ulteriore umidità, la ventilazione deve funzionare al momento giusto ed estrarre l'aria umida attraverso una sonda che regola il ventilatore in base all'umidità assoluta. Se l'umidità assoluta dell'aria esterna è inferiore a quella dell'ambiente, il ventilatore si metterà in funzione.

**Deumidificatore**
In questo caso l'umidità dall'aria ambiente viene smaltita da un deumidificatore che separa il vapore acqueo per condensazione.

**Riscaldamento elettrico**
Per la deumidificazione si possono utilizzare anche batterie di riscaldamento. Aumentando la temperatura ambiente, si riduce l'umidità relativa interna. Da valutare caso per caso, a seconda della destinazione d'uso, la opzione di riscaldare un locale non isolato.

Fonte: Svizzera energia

**CONDIZIONAMENTO**

La formazione di muffa può essere contrastata con diverse tecniche in relazione al contesto e alle esigenze specifiche.

# 8.6 PROTEZIONE DAL RADON

## Origine del radon

Il radon è un gas radioattivo presente in natura, prodotto dal radio nella catena di decadimento dell'uranio, presente nel terreno e nei materiali rocciosi. Esso si presenta come un gas chimicamente inerte, inodore, incolore e privo di sapore alle nostre condizioni ambientali e per questo non riconoscibile dall'uomo.

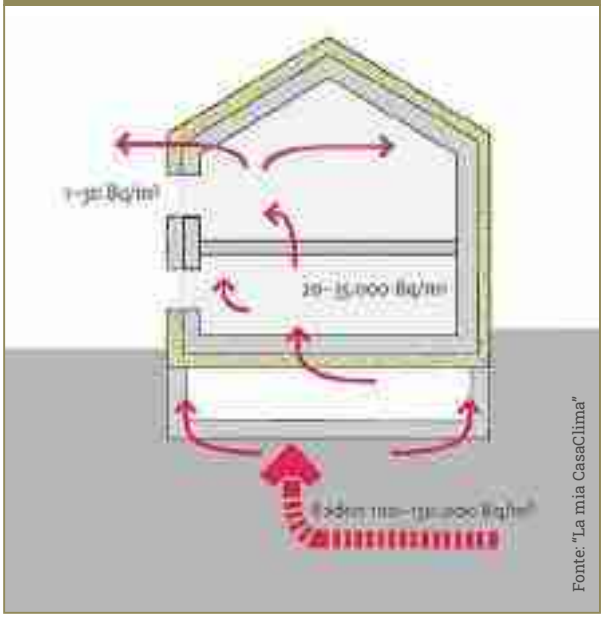
Liberandosi dal terreno e veicolato dall'aria, il radon e i suoi prodotti di decadimento possono aderire alle particelle presenti nell'aria che respiriamo andando così a depositarsi nelle vie aeree e polmonari causando gravi danni alla nostra salute e inducendo tumori polmonari.

## Il rischio da contaminazione radon negli edifici

Il rischio di contaminazione da radon deriva dal contatto degli elementi costruttivi con il terreno e dalla possibilità che esso si propaghi e si accumuli nei locali interni passando attraverso fessure o punti di connessione tra gli elementi costruttivi seminterrati o controterra con scarsa tenuta all'aria.

I locali più a rischio di contaminazione sono quelli interrati, seminterrati e posti a piano terra.
Nonostante il radon sia stato riconosciuto come nocivo per la salute dell'uomo, ad oggi nel nostro Paese non sono previsti limiti per la concentrazione di radon nell'edilizia residenziale e gli unici obblighi riguardano i luoghi di lavoro dove la concentrazione di radon è fissata ad un massimo di 500 $Bq/m^3$.

**Penetrazione del radon dal terreno**




Fonte: "La mia CasaClima"

In ambito residenziale bisogna quindi affidarsi alle indicazioni europee e in particolare alla Raccomandazione 90/143/EURATOM rivolta alla tutela della popolazione che stabilisce per la tutela dal rischio radon indoor nelle abitazioni due livelli di azione distinti:

- limite di concentrazione di 200 Bq/m$^3$ per gli edifici di nuova costruzione;
- limite di concentrazione di 400 Bq/m$^3$ per gli edifici esistenti.

## Come proteggersi dal radon

Le strategie per proteggere un edificio dal radon sono molteplici sia che si tratti di una nuova costruzione che di un edificio esistente. Il radon è un gas che deriva dal terreno: è quindi fondamentale che la struttura a contatto con il terreno abbia una scarsa permeabilità e far sì che le infiltrazioni di gas siano ridotte.
In caso di nuova costruzione la protezione da radon è sicuramente più semplice, perché si possono prevedere soluzioni per ridurre la concentrazione di radon negli ambienti interni già in fase di progettazione.

In particolare è bene:

- preferire una fondazione a soletta piena in cemento armato (fondazione a platea) prevedendo tutti gli accorgimenti per la tenuta all'aria;
- realizzare un vespaio aerato predisponendo tubazioni per la fuoriuscita del radon all'esterno dell'edificio (necessario prevedere accorgimenti per non compromettere le prestazioni termiche del fabbricato);
- installare una barriera al radon al di sopra della fondazione a platea;

### NOTA



Non in tutte le zone del territorio nazionale è presente la stessa concentrazione di radon!

Per verificare se il luogo in cui si vuole realizzare la propria abitazione o dove essa è stata costruita sia una zona a rischio radon è necessario rivolgersi a tecnici competenti che, consultando le mappe del radon predisposte dagli uffici competenti per valutare se la zona sia ad alto rischio radon, siano in grado di individuarne la presenza e i rischi connessi.

È comunque importante fare indagini diagnostiche in situ per escludere eventuali rischi localizzati dovuti a peculiarità geologiche anche in zone indicate nelle mappe come a basso rischio radon.

- scegliere per la coibentazione delle strutture controterra materiali isolanti che impediscano l'infiltrazione del radon (ad es. lastre in vetro cellulare);
- prevedere porte a tenuta all'aria tra la zona riscaldata e la zona interrata o seminterrata non riscaldata;



**Fondazione con vespaio di aerazione e impermeabilizzazione esterna**

- prevedere l'installazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata nei locali riscaldati;
- progettare sistemi che garantiscano un'aerazione tale da far sì che gli ambienti siano sempre in leggera sovrappressione;
- evitare di realizzare pareti interrate o seminterrate in pietra o muratura a diretto contatto con il terreno e preferire strutture in cemento armato impermeabilizzate verso l'esterno in maniera continua;
- evitare di realizzare pavimentazioni controterra in materiale non a tenuta all'aria (pietra, legno, ecc.);
- realizzare un pozzetto radon per prelevare il radon dal sottosuolo e espellerlo all'esterno.

In caso di edificio esistente è possibile mitigare la concentrazione di radon attenendosi a queste indicazioni:

- migliorare la tenuta all'aria di tutti i componenti controterra;
- prendere provvedimenti per eliminare eventuali fessure presenti negli elementi controterra;
- prevedere l'installazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata nei locali riscaldati;
- progettare sistemi che garantiscano un'aerazione tale da far sì che gli ambienti siano sempre in leggera sovrappressione;
- realizzare un pozzetto radon per prelevare il radon dal sottosuolo e espellerlo all'esterno.
- prevedere elementi divisori (ad es. porte e pareti a tenuta all'aria) per eliminare collegamenti diretti tra locali riscaldati e locali non riscaldati interrati o seminterrati.

## La protezione da radon nel protocollo CasaClima Nature

Il protocollo di sostenibilità CasaClima Nature prevede che si prendano misure per evitare che negli edifici ci siano concentrazioni di radon superiori a quanto ammesso dalla Raccomandazione Europea ovvero:

- concentrazione < 200 Bq/m² per gli edifici di nuova costruzione;
- concentrazione < 400 Bq/m² per gli edifici esistenti.

L'Agenzia CasaClima pertanto richiede per gli edifici di nuova costruzione:

- la mappatura del radon tramite l'analisi delle mappe predisposte dagli uffici competenti regionali;
- l'analisi geomorfologica del sito, a firma di un tecnico competente, in cui si identifichino eventuali situazioni localizzate di rischio radon nel caso in cui la mappatura abbia riscontrato concentrazioni elevate nella zona di interesse.


Dragoncello / Adobe Stock

**Protezione delle fondazioni dal radon tramite vespaio di aerazione**

**VALORI LIMITE E VALORI OBIETTIVO PER IL GAS RADON**

| | METODO DI VALUTAZIONE | VALORI LIMITE DI CONCENTRAZIONE DI RADON Rn-222 (media annua) oltre cui è obbligatorio adottare provvedimenti progettuali e costruttivi: | VALORI OBIETTIVO Direttiva 2013/59 EURATOM |
|---|---|---|---|
| **Edificio nuovo o ampliamento** | Valutazione preventiva del rischio | **200 Bq/m³** | **100 Bq/m³** |

# SAVELPOR 50

## PRODOTTI INNOVATIVI PER L'EDILIZIA




**ISOLAMENTO secondo requisiti CAM**

Isolamento termico orizzontale/verticale
Ristrutturazioni abitative
Casa passiva
Risanamento abitativo

**SPORT & LEISURE**

Piscine
Campi sportivi
Tetti verdi / Bosco verticale
Giardinaggio / Paesaggistica

**COSTRUZIONI**

Civili ed industriali
Strade, sottofondi, superfici carrabili

**MINERALI INDUSTRIALI S.r.l.**

Piazza Martiri della Libertà 4, 28100 Novara (NO)
tel. : +39 0321 377 60
e-mail: info@min-ind.it
www.mineraliindustriali.it

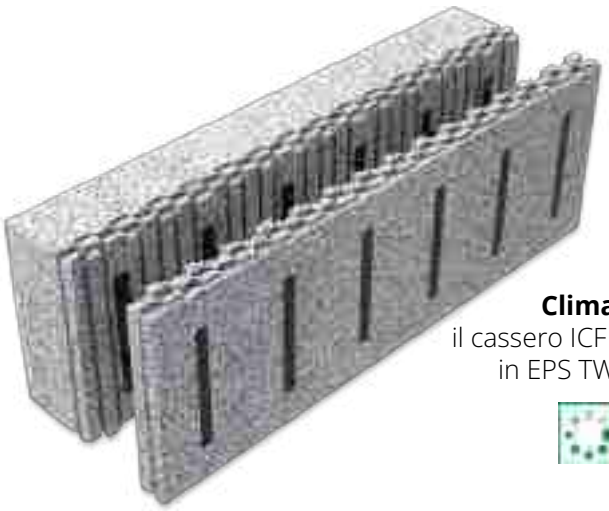
**SASIL S.r.l.**

Società controllata dal Gruppo Minerali Industriali Srl
AZIENDA CERTIFICATA NORMA UNI EN ISO 9001
Stabilimento: Via del Dosso 22-26
13862 Brusnengo (BI)

# *LA CREAZIONE DI UN DOMANI SOSTENIBILE NASCE DA TE, DA NOI...*



Il **Sistema Pontarolo** è stato progettato in un' **ottica green**, con materiali ad alte prestazioni e a basso impatto ambientale che soddisfano i requisiti minimi previsti dai **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**.
Il cassero Climablock, inoltre, vanta la virtuosa **certificazione EPD** che ne attesta l'effetiva sostenibilità.
L'utilizzo del nostro Sistema assicura la **riduzione al minimo dell'impatto ambientale** nella fase costruttiva e delle **emissioni di $Co_2$** durante la vita dell'edificio.



**Climablock®**,
il cassero ICF isolante
in EPS TWINPOR®

EPD

**SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E ECONOMICA**

**ELEVATA DURABILITÀ**

**ANTISISMICITÀ E SISMORESISTENZA**

ASSENZA DI PONTI TERMICI

**FUNZIONALITÀ E VERSATILITÀ DI POSA**

**RISPARMIO ENERGETICO**

**MASSIMO COMFORT ABITATIVO**

PONTAROLO® ENGINEERING

**Pontarolo Engineering S.p.A.**
San Vito al Tagliamento (PN)
T. +39 0434 857010 / E-mail: info@pontarolo.com
**www.pontarolo.com**

# 9
# UN VESTITO PER LA MIA CASA


**9.1 SISTEMI COSTRUTTIVI**

Sistema costruttivo in muratura portante o in muratura armata

Sistema costruttivo a telaio

Sistemi costruttivi in legno

... oppure una casa prefabbricata

**9.2 LE PARETI**

Pareti in muratura

I materiali per le pareti in muratura

Pareti in legno

Elementi prefabbricati

**9.3 SISTEMI DI FACCIATA**

Isolamento a cappotto

Nodi costruttivi critici

Facciata ventilata

Intonaco isolante




# 9.1 SISTEMI COSTRUTTIVI

Quando si parla di sistemi costruttivi non si può affermare che esista un sistema migliore degli altri, mentre esiste quello che meglio risponde alle nostre esigenze, ai livelli di comfort attesi, al nostro gusto estetico e al budget disponibile.

Il materiale e la tecnica costruttiva scelti saranno strettamente interdipendenti e ogni decisione porrà vincoli tecnici e legislativi da considerare già in fase progettuale. Per questo motivo è nell'interesse del committente farsi affiancare da un tecnico competente e qualificato già nelle prime fasi per valutare insieme le opportunità e le alternative più convenienti.

**NOTA**



I protocolli CasaClima non forniscono alcuna indicazione sulla tecnica costruttiva o sui materiali da utilizzare, ma danno informazioni sull'efficienza energetica dell'involucro, degli impianti e del comfort e, attraverso il calcolo Nature, anche sulla sostenibilità ambientale dell'edificio.

Il termine CLT (Cross Laminated Timber), chiamato anche con il nome commerciale X-LAM, indica il pannello strutturale autoportante in legno massiccio di grande dimensione.

| | |
|---|---|
| **Sistemi costruttivi classificati in base alla tipologia strutturale** | • Costruzioni con struttura portante omogenea "continua o scatolare" (cioè a parete portante) che assolve allo stesso tempo anche al compito di chiusura esterna, con struttura pesante, media o leggera (in mattoni, in cemento armato, in calcestruzzo cellulare autoclavato, in legno con pannelli CLT (nome commerciale X-LAM);<br>• Costruzioni con struttura portante "a telaio" (cioè con pilastri verticali collegati da travi orizzontali) realizzata in cemento armato, in acciaio o in legno, con chiusure esterne poste a tamponamento fra i pilastri (in laterizio, in calcestruzzo cellulare, in materiale isolante, ecc.);<br>• Costruzione a setti portanti prefabbricati (elementi strutturali di grandi dimensioni in cemento armato, legno, ecc.) |
| **Sistemi costruttivi classificati in base alla tecnologia dei materiali** | • In muratura portante, in muratura armata;<br>• In cemento armato a telaio o a setti portanti;,<br>• In acciaio a telaio;<br>• In legno a telaio;<br>• In legno in CLT (nome commerciale X-LAM);<br>• In legno massiccio. |
| **La scelta della tecnica costruttiva dipende da:** | • Caratteristiche della zona e del terreno (pendenze, venti, soleggiamento, presenza di falde acquifere, sismicità della zona in cui si interviene, ecc.);<br>• Scelte estetiche e architettoniche;<br>• Scelte progettuali;<br>• Preferenze della committenza;<br>• Esigenze termiche, acustiche e antincendio;<br>• Costi di costruzione;<br>• Vincoli di tempo;<br>• Normative vigenti. |
| **Ogni tecnologia costruttiva deve avere i seguenti requisiti:** | • Sicurezza, stabilità e durata;<br>• Salubrità e comfort abitativo;<br>• Requisiti antisismici in relazione alle diverse zone del territorio;<br>• Isolamento termico, acustico e antincendio;<br>• Protezione dall'acqua e dall'umidità. |

## Sistema costruttivo in muratura portante o in muratura armata

È un sistema di costruzione tradizionale in cui i mattoni, debitamente ammorsati fra loro e incollati con malta cementizia, assolvono sia alla funzione portante che a quella di chiusura esterna. Per migliorare il comportamento strutturale in zona sismica è stata introdotta la variante della muratura armata nella quale ferri di armatura, inseriti nei corsi di malta o all'interno dei mattoni stessi, suppliscono alla mancanza di resistenza a trazione della muratura tradizionale. I solai sono normalmente realizzati o a soletta piena in cemento armato o in latero-cemento.




## Sistema costruttivo a telaio in cemento armato, in acciaio o in legno

Si tratta di un sistema in cui la funzione portante statica e sismica è assolta dallo scheletro composto dai pilastri verticali e dalle travi orizzontali. La struttura portante può essere realizzata in cemento armato, in carpenteria d'acciaio o in legno massiccio o lamellare. Le specchiature esterne fra le maglie dei telaio sono chiuse da tamponamenti realizzati con diversi materiali e con diverse modalità. I solai sono normalmente realizzati con modalità diverse in base al materiale strutturale scelto.



**Sede Vanoncini SpA. Costruzione in acciao. Vincitore CasaClima Awards 2011**

## Sistemi costruttivi in legno

Gli edifici in legno possono essere una valida alternativa alla tradizionale costruzione in muratura o in cemento armato. Un'attenta pianificazione può portare a numerosi vantaggi, come tempi di costruzione ridotti, sostenibilità ed efficienza energetica. Le case in legno aiutano a risparmiare energia, perché il legno è un eccellente materiale isolante naturale.
Le soluzioni costruttive con questo materiale stanno diventando sempre più innovative e permettono la costruzione di edifici anche di notevole altezza e dimensioni.



## ... oppure una casa prefabbricata

Se fino a pochi anni fa la casa prefabbricata era collegata all'idea di un edificio provvisorio, solo per situazioni di emergenza, a basso costo e di scarsa qualità, oggi la prefabbricazione gode di un crescente interesse da parte dei committenti, grazie ad uno sviluppo tecnologico continuo. Un altro aspetto a favore della crescente attenzione verso il concetto di prefabbricazione è il fattore tempo. Utilizzare pareti, solai, elementi di copertura prefabbricati, ossia eseguiti in fabbrica, lasciando al cantiere le sole fasi di assemblaggio e finitura, generalmente riduce i tempi di realizzazione e gli imprevisti rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali.

### COS'È UNA CASA PREFABBRICATA?

Ciò che caratterizza tutte le costruzioni prefabbricate, siano esse case unifamiliari o plurifamiliari, è la realizzazione in fabbrica degli elementi che andranno a costituire l'edificio.
I livelli di prefabbricazione possono essere diversi e questo può creare confusione sulla definizione di casa prefabbricata. In Italia, come in Europa, non esiste infatti una norma che identifichi cosa esattamente significhi questa definizione. Fa eccezione l'Austria dove con la legge ÖNORM B 2310 è stato definito il significato di casa prefabbricata ("Fertighaus"), indipendentemente dai materiali di cui è costituita (legno, acciaio, laterizio, calcestruzzo, ecc.). L'involucro poggia su un basamento già edificato, generalmente in cemento armato. Le strutture in elevazione sono costituite da pannelli o elementi di parete ad altezza di piano prefabbricati, così come da elementi di solaio e copertura prodotti in stabilimento e successivamente trasportati in cantiere per essere assemblati.



**Posizionamento di una parete a telaio in legno coibentata con isolamento insufflato in cantiere**



**Montaggio di pareti prefabbricate a telaio con cappotto in lana di roccia già posato**

In caso di particolari configurazioni, tetti e solai possono anche essere realizzati in cantiere. Nelle costruzioni in legno il livello di prefabbricazione delle pareti può andare dal solo pannello strutturale in X-LAM o elemento con struttura a telaio con già inserito l'isolamento termico nell'intercapedine, fino a elementi di parete coibentati, intonacati e con serramenti già inseriti.

Le offerte del mercato in ambito di prefabbricazione, soprattutto in Italia, si indirizzano verso l'individualità del progetto, in modo da soddisfare le diverse esigenze e i gusti dei committenti.
La casa prefabbricata può essere moderna o tradizionale, compatta o con volumi articolati, interamente intonacata o con rivestimenti diversi, con tetti a doppia falda, a falda unica o con tetto-verde.
Sempre più spesso la fornitura comprende anche sistemi di generazione dell'energia (ad es. impianto fotovoltaico o solare termico) integrati.

La personalizzazione della casa prefabbricata non solo risponde alle diverse esigenze dei committenti, ma permette anche di scegliere l'architettura che meglio si armonizza con il contesto in cui sarà inserita. Allo stesso tempo quasi tutte le aziende propongono sempre una serie di modelli standard da catalogo che consentono, generalmente, un risparmio sui costi e in ogni caso sono di aiuto per orientare la scelta dei committenti.

### CASA CHIAVI IN MANO: CHE SIGNIFICA?

In generale, il termine "chiavi in mano" si utilizza quando due parti concludono un contratto di vendita, di un prodotto o di un servizio, che comprende già tutte le spese accessorie.
Applicata al mondo dell'edilizia, l'espressione suggerisce l'idea che si tratti di una casa che al termine del contratto è pronta per l'uso, con tutto quello che serve per abitarla già compreso nel prezzo. Questa forma di contratto è molto utilizzata per le costruzioni in legno, ma sta diventando interessante anche per quelle tradizionali e oggetto di risanamento.

La scelta dell'abitazione e dei suoi elementi costruttivi avviene da parte del committente sulla base di modelli, di prototipi già realizzati o capitolati tecnici descrittivi predefiniti. Alcune aziende allestiscono delle esposizioni di prodotti nella propria azienda (ad es. finestre, rivestimenti, pavimenti, ecc.) in modo da rendere la scelta del committente più circostanziata. Altre offrono la possibilità di sviluppare un progetto fornito dal committente, ma a costi maggiorati.

I vantaggi nello scegliere la formula "chiavi in mano" sono:
- per il cliente la certezza del prezzo finale senza sorprese al momento della consegna, nessuna preoccupazione durante l'iter costruttivo e l'avere un unico referente per qualsiasi problema, anche dopo l'ultimazione dei lavori;
- per l'imprenditore la standardizzazione delle lavorazioni eseguite sempre dagli stessi artigiani, in subappalto o interni all'azienda, ottimizzando così i tempi e i costi di realizzazione.

Gli svantaggi per il cliente invece possono essere la limitata possibilità di personalizzare il progetto in corso d'opera e il rischio di pagare di più ed avere meno trasparenza rispetto a un contratto con prezzi unitari.

### CASA PREFABBRICATA E CERTIFICAZIONE CASACLIMA

L'esigenza di differenziarsi qualitativamente sul mercato, sia nel settore delle costruzioni a secco sia di quelle tradizionali, sta portando un numero crescente di aziende, fuori della provincia di Bolzano, ad offrire nella formula "chiavi in mano" anche la presa in carico della certificazione CasaClima. Per l'impresa è il modo per assicurare al committente un iter di certificazione di qualità del proprio immobile, neutrale, eseguito da ente terzo, basato su controlli in ufficio del progetto, verifiche in cantiere e verifica della documentazione finale. In questo modo la consegna della targhetta sarà la fase finale di un processo a conferma della qualità costruttiva, energetica e degli alti livelli di comfort raggiunti con conseguente aumento del valore dell'immobile.


Foto: Isospan

**Pareti modulari prefabbricate con sistema a blocchi cassero in legno mineralizzato**

La conoscenza dell'argomento in Italia è ancora piuttosto scarsa e di fatto il termine non è standardizzato: è possibile intendere nella formula "chiavi in mano" un ventaglio di possibilità comprese fra due estremi fra loro molto distanti. Da una parte, le imprese possono offrire solo la struttura vera e propria, cioè uno "scheletro" senza impianti, finiture e allacciamenti alle reti.
All'estremo opposto si propone un contratto per la costruzione di abitazioni che possono essere considerata complete, anche negli arredi di cucina e persino nelle aree esterne come il giardino, le sistemazioni a verde e i viali d'accesso. Tra i due estremi si collocano il resto degli scenari ipotizzabili, ad esempio con o senza impiantistica, con o senza finiture e così via.

# 9.2 LE PARETI

A seconda della loro **posizione** le pareti possono essere:

- **esterne**, se separano l'ambiente esterno dai vani abitati interni all'abitazione;
- **interne**, se separano i vani posti all'interno dell'abitazione.

A seconda della loro **funzione strutturale** le pareti possono essere:

- **portanti** (interne o esterne), se fanno parte della struttura resistente alle forze verticali (carichi) e orizzontali (vento e sisma);
- **non portanti** (interne o esterne) quando hanno l'esclusiva funzione di separare un vano da un altro o dall'ambiente esterno senza alcuna funzione statica.

A seconda della loro **caratteristica funzionale** le pareti possono essere:

- **di tamponamento**, quando sono esterne e garantiscono l'isolamento termico, acustico, la protezione dall'acqua, dal vento, dal fuoco e dalle intrusioni;
- **di divisione interna**, quando separano due vani interni. La stratigrafia delle pareti varia a seconda delle funzioni che deve svolgere. Può, ad esempio, separare un vano riscaldato da un vano non riscaldato, come tra cantina e abitazione oppure garage e uffici, ecc. In questo caso va garantito un buon isolamento termico. Stesso problema si ha con vani di due diverse proprietà oppure che hanno usi diversi (abitazione e negozio/ officina, oppure stanze d'albergo, ecc.) dove va spesso garantita oltre all'isolamento acustico anche la sicurezza.

## ATTENZIONE!



È importante domandare sempre di fronte a soluzioni che prevedono un prezzo inclusivo di tutti i servizi un'attenta descrizione di ogni voce possibilmente suffragata da certificazioni e documentazione per ogni prodotto e lavorazione. Sin da subito è importante verificare, ad esempio, se nel contratto è compresa la realizzazione della platea di fondazione o di eventuali scannafossi o locali interrati. In Italia generalmente queste lavorazioni sono considerate a parte. Se non sono indicate significa che il costo finale aumenterà notevolmente.

## ...LE PARETI ESTERNE DEVONO ISOLARE DAL CALDO E DAL FREDDO



Le pareti perimetrali esterne dell'edificio sono quelle che determinano la quantità di calore dispersa dall'abitazione in inverno e che surriscalda l'abitazione nelle afose giornate estive.

Pertanto, più una parete riesce a "interrompere" o "contenere" il flusso di calore tra interno ed esterno, più isola e più è in grado di ridurre la spesa energetica per il comfort invernale ed estivo.

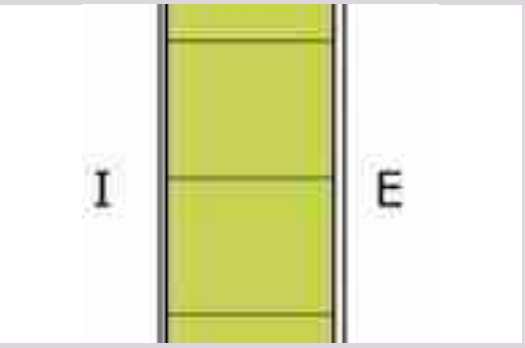
## Pareti in muratura

Le pareti esterne in muratura possono avere differenti stratigrafie. Si parla di parete:

- **monostrato**, quando tutte le funzioni (statica, termica, acustica, di tenuta all'acqua e di tenuta al vento) sono svolte da un unico strato funzionale;
- **multistrato**, quando la parete è composta da più strati ognuno dei quali assolve ad una specifica funzione. Esse si distinguono in:

  - parete con isolamento termico "a capotto": lo strato isolante è posato all'esterno della parete perimetrale;
  - parete con isolamento in intercapedine: l'isolante è posto nell'intercapedine tra due strati con funzione statica che compongono la parete;
  - parete con isolamento interno: l'isolante è posto sulla faccia interna della parete perimetrale.

### PARETE MONOSTRATO



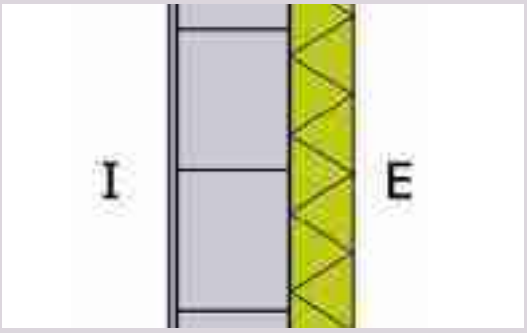

Nella realizzazione di una parete composta da un unico materiale la scelta di quest'ultimo è di fondamentale importanza, in quanto dovrà essere capace di soddisfare sia i requisiti di tamponamento esterno che quelli di protezione acustica e termica richiesti.

Una particolare attenzione va posta in prossimità di pilastri e del cordolo perimetrale per evitare la formazione di ponti termici.

La parete monostrato può essere realizzata con mattoni, blocchi di laterizio termico, blocchi di laterizio rettificati riempiti di materiale isolante o blocchi in CAA - calcestruzzo aerato autoclavato.

Questo sistema di costruzione ha il vantaggio di non avere problemi di formazione di condensa interstiziale dovuta alla diffusione del vapore, in quanto non sono presenti interfacce tra diversi materiali.

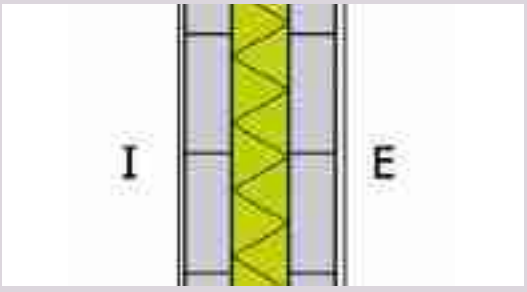
### PARETE CON ISOLAMENTO TERMICO ESTERNO



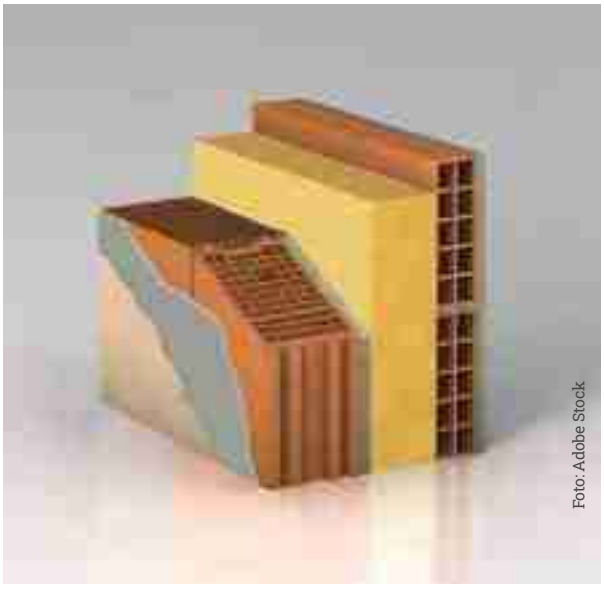

Una parete con isolamento esterno (parete con isolamento a cappotto) è composta essenzialmente da due strati funzionali: il primo, lo strato portante o di tamponamento (realizzato in laterizio, cemento armato, calcestruzzo aerato autoclavato, in pannelli X-LAM, con parete in legno MHM), è posizionato sul lato interno, mentre il secondo, l'isolamento termico, è posizionato sul lato esterno e assolve alla funzione di garantire la protezione termica delll'edificio.
Per evitare eventuali ponti termici, occorre che lo strato esterno di isolamento sia continuo ed è necessario risvoltare adeguatamente l'isolante in corrispondenza di tutte le discontinuità, come ad es. l'imbotte delle finestre.

**Nota:** nella struttura in legno con tipologia "a telaio" lo strato portante è costituito da montanti in legno con funzione statica controventati da pannelli in legno o OSB. Tra i montanti si interpone il materiale isolante e all'esterno è posato il cappotto termico con ulteriore funzione isolante.

### PARETE CON ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE

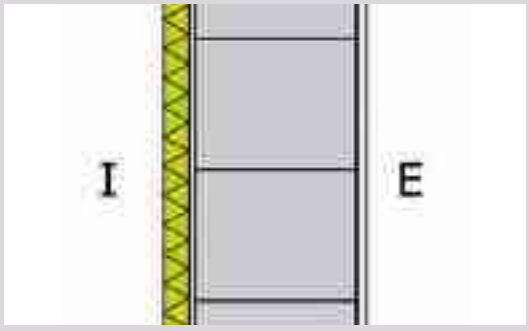



La parete con isolamento in intercapedine si compone principalmente di tre strati: due pareti realizzate in cemento armato, laterizio o calcestruzzo cellulare autoclavato, separate da un'intercapedine d'aria al cui interno può essere inserito o insufflato uno strato di isolamento termico.




**Isolamento in intercapedine**

### PARETE CON ISOLAMENTO TERMICO INTERNO




La parete con isolamento termico interno si utilizza spesso in casi di risanamento termico qualora non si possa intervenire dall'esterno. Questo intervento prevede un'attenta progettazione per ogni nodo costruttivo e l'esecuzione con materiali adeguati per evitare danni alla struttura.

Si tratta infatti di una soluzione che richiede particolare attenzione:

- alla risoluzione dei ponti termici (collegamento parete esterna-solaio, parete esterna-divisori interni, ecc.);
- alle connessioni con altri elementi strutturali (finestre, solaio, tetto);
- alla formazione di condensa interstiziale dovuta alla migrazione di umidità.

**Nota:** nelle pareti multistrato il progetto deve prendere in considerazione il comportamento termo-igrometrico dell'intera stratigrafia e la scelta dei materiali e degli spessori di ogni singolo strato deve essere fatta con scrupolo e con attenzione.

## I materiali per le pareti

Sono moltissimi i prodotti in commercio utilizzati nelle stratigrafie delle pareti in muratura. Nei paragrafi successivi si riportano i materiali più comuni.

### MATTONI E BLOCCHI IN LATERIZIO




**Muratura con blocchi di laterizio porizzato**

Gli elementi in laterizio sono prodotti dalla cottura dell'argilla pressata e opportunamente lavorata. Sono spesso alleggeriti in pasta, prima della cottura, con materiali che consentono di aumentare la percentuale di aria ferma all'interno del materiale stesso al fine di migliorarne le proprietà isolanti (laterizi porizzati). In base alla percentuale di foratura gli elementi in laterizio si definiscono mattoni pieni, semipieni e forati.
Il mattone pieno o semipieno è utilizzato soprattutto con funzione statica portante.
Oggi quasi tutti mattoni in laterizio utilizzati nelle costruzioni sono porizzati e di tipo rettificato (con facce d'appoggio perfettamente planari e parallele), questo consente di diminuire notevolmente la discontinuità termica dovuta ai giunti di malta tradizionale in calce e cemento, utilizzando al posto di quest'ultima colle poste in strati più sottili e più performanti dal punto di vista termico.
La conduttività termica del laterizio può variare molto anche a seconda della densità. Con la riduzione della densità si riducono generalmente anche la resistenza statica e il potere fonoassorbente del materiale.

### BLOCCHI IN CAA- CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO (O CALCESTRUZZO CELLULARE)



**Muratura con blocchi in CAA Ytong**

Il CAA-calcestruzzo aerato autoclavato (o calcestruzzo cellulare) è un materiale costituito da sabbia, sabbia silicea, cemento e acqua, miscelati e lasciati maturare. La reazione che ha luogo in fase di maturazione produce delle microbolle d'aria che restano imprigionate nel materiale. Si tratta di un materiale leggero, resistente, isolante e facile da lavorare.
I blocchi in CAA sono utilizzati nello strato funzionale portante accoppiato, spesso, a pannelli di silicato di calcio con funzione isolante.

**BLOCCHI IN ARGILLA ESPANSA**



Foto: Leca Sistemi

I blocchi in argilla espansa sono ottenuti da un conglomerato cementizio alleggerito con sfere di argilla espansa. Per la loro capacità di assorbire poco l'acqua, si prestano anche per murature facciavista e in luoghi umidi.

**BLOCCHI IN CALCESTRUZZO**



Foto: Pixelrobot / Adobe Stock

I blocchi in calcestruzzo sono formati da un impasto di cemento, sabbia, ghiaia, additivi ed acqua.
Come i blocchi in laterizio, possono essere integrati con armatura in acciaio. I blocchi in calcestruzzo possono essere utilizzati per raggiungere alte prestazioni statiche e acustiche come anche in strutture che richiedano protezione contro l'umidità e il fuoco. Hanno buone performace anche negli interventi in zone sismica.

**SISTEMA A CASSERO**

Il sistema costruttivo a blocchi cassero permette la realizzazione di muri in cemento armato senza l'ausilio di casseforme. Il calcestruzzo viene versato direttamente nell'intercapedine dei blocchi, dopo che questi sono stati posati a secco e dopo l'inserimento dell'armatura.

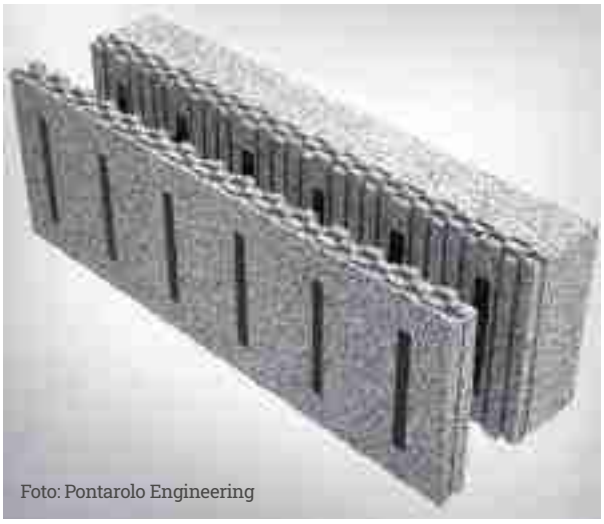


Foto: Pontarolo Engineering

**Blocchi cassero in polistirene espanso (EPS) con sistema ad incastro**

I blocchi cassero possono essere realizzati in legno-cemento mineralizzato, in cemento vibro compresso, in polistirene espanso (EPS) con sistema ad incastro. Quest'ultimo sistema si basa su degli elementi che, mutuamente e velocemente si collegano tra loro e realizzano una casseratura in polistirene atta a ricevere il getto di calcestruzzo e a portarlo a maturazione.
Sul mercato sono anche presenti blocchi cassero con interposto all'interno del blocco uno strato isolante, che può essere in polistirene (EPS bianco), polistirene con grafite (EPS grigio), poliuretano (PUR), fibra di legno (WF), al fine di migliorare le caratteristiche termoisolanti. Il sistema può essere adatto per zone sismiche o dove si richiede un elevato isolamento acustico.



Foto: Isospan

**Cassero in legno mineralizzato con isolante in fibra di legno**

## Elementi prefabbricati

La prefabbricazione dei componenti edilizi svolge un ruolo importante nell'industrializzazione del processo edilizio attraverso un processo di razionalizzazione delle fasi costruttive e di gestione che consente di realizzare elementi prefabbricati capaci di soddisfare le più svariate esigente in ambito edilizio.
La prefabbricazione degli elementi dell'involucro, come pareti e solai, sta riscuotendo un interesse crescente nel settore delle costrizioni di qualità in virtù delle caratteristiche del prodotto e del rapido montaggio degli elementi di grandi dimensioni.

Per le ditte esecutrici i principali vantaggi nell'utilizzare i sistemi prefabbricati sono:

- l'eliminazione dei casseri/pannelli di contenimento del getto delle pareti tradizionali, che si traduce in una diminuzione dei costi fissi legati all'utilizzo dei casseri stessi (movimentazione, messa in opera, pulizia e manutenzioni varie);
- minori rischi per la manodopera in cantiere poiché la maggior parte del processo costruttivo si svolge in fabbrica;
- la maggiore velocità di posa in opera rispetto al metodo tradizionale, con una riduzione dei costi di manodopera e dei tempi di consegna;
- la migliore organizzazione del cantiere. La consegna dei manufatti prefabbricati avviene al momento del loro effettivo impiego permettendo un coordinamento più semplice del cantiere;
- la possibilità di realizzare forometrie: (per esempio nelle finestre, nelle porte, nei fori per eventuale passaggio delle tubazioni, ecc.) in fase di produzione in stabilimento, senza ulteriori operazioni di casseratura in opera da parte dell'impresa costruttrice;
- la possibilità di prevede gli alloggiamenti impiantistici già in fase di prefabbricazione.

Gli elementi sono realizzati secondo le specifiche esigenze di ciascun progetto e consentono una notevole versatilità geometrica nonché un vasto campo di impiego in tipologie come:

- capannoni commerciali e industriali;
- strutture abitative a terziario;
- strutture abitative, alberghiere e agricole.

Il committente, che si affida nella costruzione a questa tecnologia costruttiva a elementi prefabbricati ha la garanzia di avere tempi di costruzione certi e allo stesso tempo la sicurezza che la qualità costruttiva non possa essere ridotta da inconvenienti in cantiere;
Nella fase progettuale il cliente ed il progettista sono gerneralmente affiancati da tecnici delle diverse aziende che offrono servizi di consulenza durante la fase di progettazione e di sviluppo del progetto.

### PARETI PREFABBRICATE IN CEMENTO

Le pareti prefabbricate in calcestruzzo sono composte da due lastre in cemento armato, con isolamento termico interno, collegate tra loro da tralicci elettrosaldati.
Lo spessore dell'isolante termico è in funzione del livello di trasmittanza termica richiesto. L'armatura è integrata all'interno delle lastre secondo il progetto strutturale. In alcuni prodotti il collegamento tra le lastre è realizzato tramite connettori in fibra di vetro che impediscono le dispersioni termiche tra le due facce in calcestruzzo. Nella lastra interna vengono integrati dei tralicci elettrosaldati che garantiscono l'irrigidimento in fase di montaggio. Inoltre, l'impiantistica può essere integrata direttamente negli elementi prefabbricati in calcestruzzo, aumentando così il grado di prefabbricazione, standardizzando la qualità, rendendo la fase di costruzione più rapida e calcolabile. Con il montaggio degli elementi in cantiere e la maturazione del getto di completamento del nucleo si ottiene un sistema parete strutturalmente monolitico e coibentato.
La superficie esterna può essere modellata a seconda delle esigenze del committente e si possono ottenere superfici spazzolate, bocciardate o levigate.




**Pareti prefabbricate in stabilimento, composte da due lastre in cemento armato**

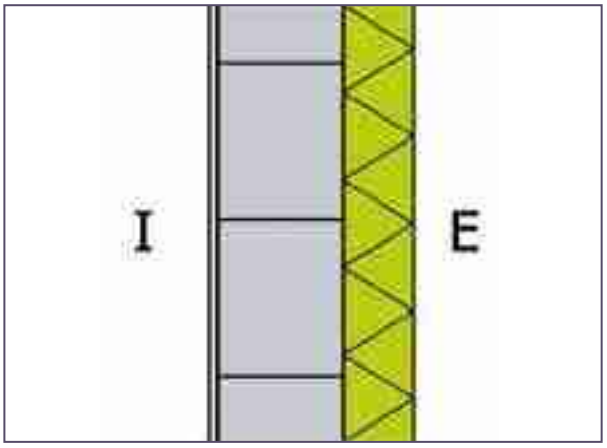
### PARETI PREFABBRICATE IN LEGNO-CEMENTO

Dall'evoluzione del sistema a blocchi cassero in legno cemento si passa a intere pareti prefabbricate su misura in stabilimento in base al progetto esecutivo dell'edificio da realizzare.
I pannelli in legno-cemento mineralizzato con isolante in fibra di legno forniscono buone prestazioni per l'isolamento acustico, l'accumulo termico, l'isolamento termico e la diffusione del vapore. Inoltre, hanno una buona resistenza al fuoco e risultano efficaci contro le azioni sismiche.
La messa in opera dei singoli moduli con la gru di cantiere può permette un risparmio economico e di tempo in considerazione del fatto che i moduli vengono posizionati in modo rapido grazie alla loro leggerezza.

# 9.3 SISTEMI DI FACCIATA

## Sistema di isolamento termico a cappotto

Isolare una parete con un cappotto termico significa applicare pannelli di materiale isolante all'esterno degli elementi verticali dell'edificio, creando così uno strato omogeneo e continuo a protezione termica dell'intero involucro e permettendo di risolvere più facilmente il problema dei ponti termici.
L'isolante può essere rifinito con intonaco o con elementi di rivestimento, a seconda dell'aspetto che si vuole conferire all'edificio.



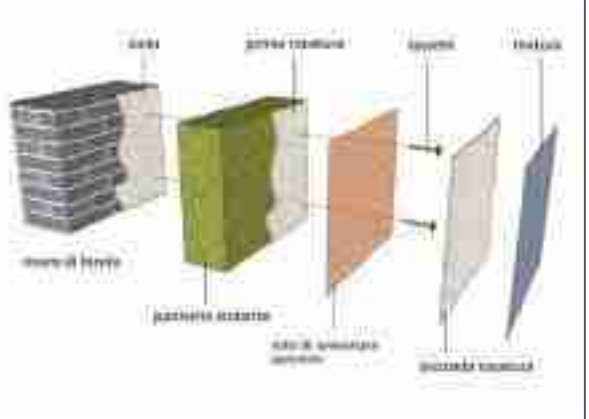

**CERTIFICAZIONE DI CAPPOTTO TERMICO**

Come consigliato da CasaClima e dai più importanti porduttori di sistemi a cappotto per fare un intervento a regola d'arte si devono seguire alcune regole:

- Scegliere esclusivamente sistemi a cappotto forniti e certificati come kit dai produttori, dotati di certificato ETA secondo ETAG 004 o EAD 040083-00-0404 per il cappotto termico e di marcatura CE di sistema per il sistema a cappotto.
- Avvalersi di progettisti esperti in materia di cappotto termico che conoscano e seguano la norma UNI/TR 11715:2018.
- Avvalersi di posatori specializzati ed esperti, le cui conoscenze, abilità e competenze siano certificate secondo la norma UNI 11716:2018.

L'isolamento esterno a cappotto può essere applicato a qualunque tipo di superficie esterna per migliorare le prestazioni energetiche del fabbricato.

**I componenti del cappotto termico**



**Il cappotto termico va inteso come un sistema complesso di componenti la cui compatibilità reciproca è stata testata ed è garantita dal fornitore del sistema stesso.**

Un sistema di isolamento a cappotto è costituito dai seguenti strati funzionali a partire dalla struttura di supporto:
- collante;
- pannelli isolanti;
- eventuali tasselli do fissaggio;
- rasatura con rete di armatura in fibra di vetro;
- rivestimento di finitura esterno;
- gli accessori per il cappotto termico

È possibile applicare il cappotto su diverse tipologie di supporto:
- mattoni pieni e seimipieni o blocchi porizzati in laterizio;
- blocchi pesanti e leggeri in calcestruzzo;
- calcestruzzo normale e alveolare;
- pareti in legno o in legno-cemento;
- intonaci nuovi o esistenti purché perfettamente aderenti e resistenti.

Il cappotto termico va applicato su superfici prive di umidità e complanari.Successivamente va steso il collante e quindi applicati i pannelli. Una volta asciugatosi il collante, andranno inseriti i tasselli come ausilio all'incollaggio (se previsto dal sistema). Viene infine steso lo strato finale di rasatura dato a due mani che incorpora una rete in fibra di vetro. Infine, viene data la finitura del colore scelto.
Il materiale isolante da utilizzare può essere sia di origine naturale che sintetica. I più diffusi sul mercato sono i pannelli in polistirene espanso sinterizzato (EPS, EPS grafitato), poliuretano, lana di roccia, sughero, silicato di calcio, fibra di legno, ecc.
Nella scelta del materiale isolante si deve considerare che, a seconda delle zone climatiche dell'edificio, oltre alla necessità di difendersi dal freddo, vi può essere anche quella di proteggersi dal caldo estivo. Negli ultimi anni, in molte zone italiane, la spesa per il condizionamento estivo ha di fatto superato quella del riscaldamento.

I parametri da valutare nella scelta di un materiale isolante sono:

- **in inverno**: la conducibilità termica λ, ovvero la tendenza del materiale a farsi attraversare dal calore. L'intera stratigrafia sarà caratterizzata dalla trasmittanza U che indica la facilità di 1 m² di superfcie a farsi attraversare dal calore, per cui se una parete ha una trasmittanza U bassa la sua prestazione termica sarà migliore in quanto essa sarà attraversata da una minore quantità di calore.
- **in estate**: lo sfasamento ψ e il fattore di attenuazione fa. Lo sfasamento rappresenta il ritardo di tempo che intercorre tra l'impatto dell'onda termica sulla superficie esterna della parete perimetrale ed il suo arrivo, con l'intensità smorzata dal fattore di attenuazione, sulla sua faccia interna.

**La scelta finale del colore** della superficie esterna va fatta facendo alcune considerazioni, non solo di carattere estetico. Durante i mesi estivi, infatti, la superficie delle pareti è sottoposta alla presenza di forti sbalzi termici che possono determinare un prematuro deterioramento del rivestimento esterno.
La normativa di riferimento in materia, UNI/TR 11715:2018 specifica che la tinta della finitura esterna deve avere l'indice di riflessione Y superiore a 20. Per Y si intende il valore percentuale che indica il rapporto tra la quantità di radiazione luminosa riflessa e quella incidente.
Una superficie che ha un colore con un valore di riflessione minore a 20 assorbe troppa energia e, in presenza di un sistema a cappotto che limita fortemente la trasmissione del calore, porta allo sviluppo di un eccessivo surriscaldamento delle facciate. Una situazione di questo tipo potrebbe favorire l'invecchiamento precoce della tinta.
Fino a poco tempo fa la soluzione a questo problema era quella di evitare i colori chiari nella finitura. In questi ultimi anni la ricerca tecnologica ha aperto nuove strade, con l'impiego di cosiddetti "pigmenti freddi" in grado di aumentare sensibilmente i valori dell'indice di riflessione IR, anche in presenza di finiture di colore chiaro.

## ATTENZIONE!



È un grave errore utilizzare materiali isolanti diversi sulla medesima parete. Prodotti diversi hanno, infatti, un diverso comportamento termico (diversi valori di conducibilità termica) e tensionale (differenti valori del coefficiente di dilatazione termica) che causano prestazioni e durata ridotte.

In cantiere tutti i materiali del sistema di isolamento a cappotto devono essere stoccati in luoghi adeguatamente riparati dalle piogge e dal sole per conservare le loro caratteristiche.

### VANTAGGI

- Si realizza uno strato continuo e uniforme che protegge l'edificio dagli agenti atmosferici, isolando anche eventuali ponti termici. L'intervento migliora quindi il comfort termico interno.
- Si proteggono le pareti esterne dagli agenti atmosferici e dalle infiltrazioni di umidità, causa di fenomeni di condensa, muffe e deterioramento dei materiali edilizi.
- La realizzazione contemporanea dell'isolamento e della finitura esterna della facciata consente di diminuire sensibilmente i costi di cantiere.
- È possibile realizzare questo intervento senza eccessivi disagi per i residenti dell'edificio, poiché si interviene solamente dall'esterno, come per un normale intervento di manutenzione della facciata.

### SVANTAGGI

Gli svantaggi dell'isolamento a cappotto sono pochi. Tra essi si segnalano:

- Modifica dei prospetti esterni dell'edificio.
- Necessità di installare un ponteggio per la posa del cappotto esterno.

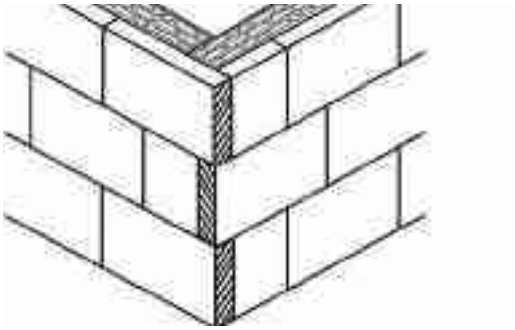
## APPLICAZIONE DEL SISTEMA A CAPPOTTO

L'isolamento a cappotto deve essere considerato un vero e proprio sistema con le proprie e regole di assemblaggio e messa in opera a prescindere dal tipo materiale isolante scelto. Fondamentale per la durata e la funzionalità del cappotto termico è prestare attenzione alla posa del sistema a cappotto, all'incollaggio dei pannelli e alla tassellatura.
**L'incollaggio** può essere eseguito secondo diverse modalità a seconda del tipo di pannello isolante. I pannelli devono essere tassellati e fissati meccanicamente al supporto, che naturalmente deve essere idoneo e adeguatamente preparato. I pannelli devono sempre essere posati sfalsati, essere perfettamente accostati e non devono essere visibili fughe. Eventuali fessure tra i pannelli devono essere possibilmente riempite con lo stesso materiale isolante del pannello e solo in via eccezionale possono essere riempite con schiume poliuretaniche per piccoli spessori.





**Esempi di incollaggio**



**In corrispondenza degli spigoli dell'edificio i pannelli devono sempre essere posati sfalsati**



**Isolamenmto a cappotto in lana di roccia**

## DURATA DI UN CAPPOTTO TERMICO!



La vita utile di un cappotto termico deve essere di almeno di 40 anni.

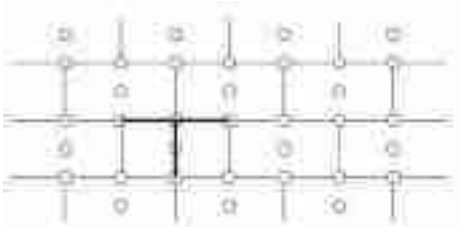
Cappotti realizzati negli anni '80 sono ancora intatti. Con la tecnologia in continuo sviluppo e i nuovi materiali sempre più performanti sul mercato si potrà anche andare oltre.

Resta inteso che la vita utile è anche strettamente legata alla coretta posa.

Gravi errori di esecuzione uniti a una scarsa manutenzione possono provocare il degrado del sistema che se è visibile all'esterno può essere un primo campanello d'allarme.

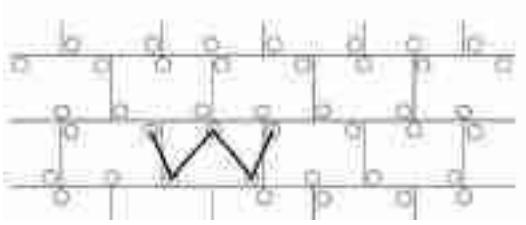
La tassellatura, anche se non obbligatoria in alcuni casi è sempre consigliata come sopra determinati spessori. Il **numero dei tasselli** varia a **seconda dell'altezza dell'edificio** e della sua **esposizione al vento.** In ogni caso bisogna assicurare uno schema di tassellatura idoneo in base al supporto e al materiale isolante utilizzato.

**Esempio di Tassellatura a T**



Consigliata per l'applicazione dei pannelli in EPS e in PU

**Esempio di Tassellatura a W**



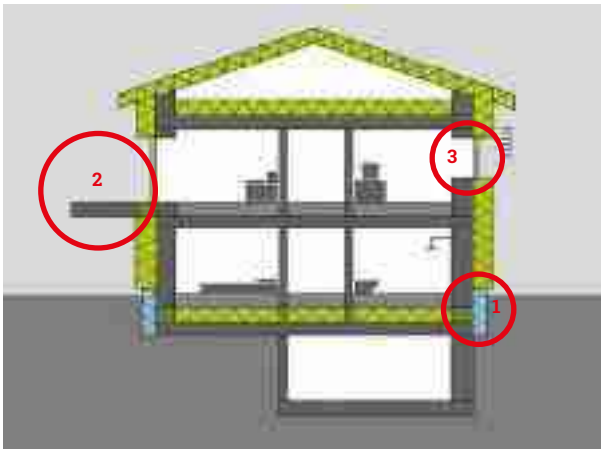
Consigliata per l'applicazione dei pannelli in fibra minerale



**Rigonfiamento di un isolamento a cappotto mal realizzato**

## Nodi costruttivi critici

Nella realizzazione di un isolamento termico a cappotto bisogna fare particolare attenzione ad alcuni punti definiti "critici", che determineranno in maniera significativa l'esecuzione a regola d'arte del sistema.




### 1) NODO CONTRO TERRA

Tra questi punti critici vi è l'attacco a terra o zoccolatura, ovvero in quella parte della facciata direttamente a contatto con il piano di calpestio. In un sistema a cappotto termico questo strato ha il compito di protegge la parte inferiore della facciata dalle aggressioni degli agenti atmosferici e dai danneggiamenti dovuti a urti accidentali.



Per assolvere in maniera corretta la sua funzione questa superficie deve avere dei precisi requisiti:

- avere un'altezza minima di 30 cm;
- il materiale utilizzato non deve trasmettere l'umidità proveniente dal piano di calpestio,
- non deve, inoltre assorbire l'umidità per capillarità e allo stesso tempo deve essere traspirante
- possedere una buona resistenza meccanica.

La base di un corretto attacco a terra è l'impermeabilizzazione del giunto pavimento - parete al di sopra del getto cementizio, dove verrà realizzato il marciapiede. In alternativa all'impermeabilizzazione del giunto si può posizionare un profilo in alluminio che permette di ottenere un raccordo chiuso tra facciata e zoccolatura. Esso va fissato meccanicamente al supporto murario e deve essere a dimensionato sullo spessore del pannello isolante.

Per realizzare un corretto attacco a terra è sempre opportuno seguire le indicazioni di posa fornite dai produttori del sistema a cappotto che si andrà ad eseguire.

**NOTA!**



L'acqua deve essere sempre allontanata dalla base della facciata con provvedimenti costruttivi come, ad esempio, l'acqua piovana con un letto drenante di ghiaia oppure l'umidità attraverso uno strato che blocchi la risalita capillare.

### 2) BALCONE

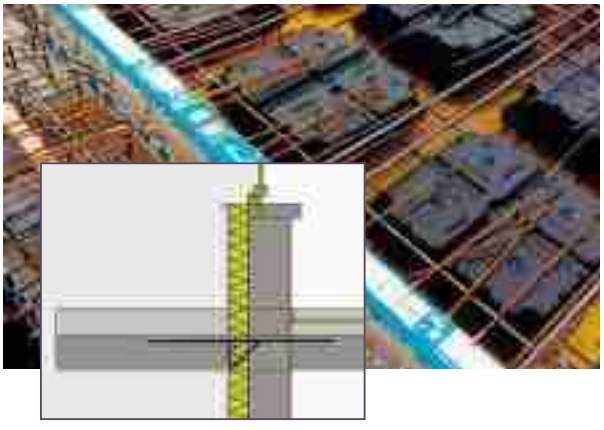
**1. Creare una struttura autoportante**

Il balcone in questo caso è appoggiato al suolo con strutture indipendenti.



**2. Utilizzare disgiuntori termici strutturali**

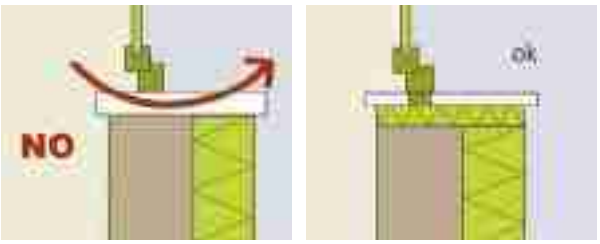
Tra il solaio del balcone e quello dell'edifico viene inserito un elemento che permette di interrompere la conducibilità termica tra due parti senza compromettere quella strutturale.



**3. Coibentare le superfici dell'aggetto con pannelli isolanti**



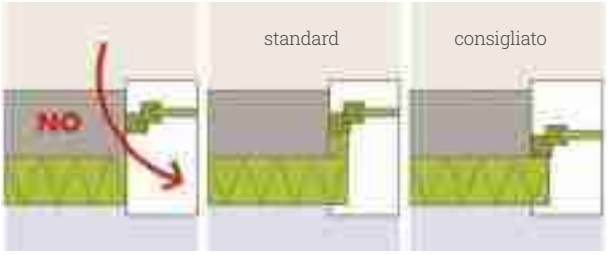
La posizione consigliata per minimizzare il ponte termico associato ai serramenti è quello di posizionarli in corrispondenza del cappotto termico, senza la necessità di risvoltare la coibentazione nell'imbotte.
In alternativa, nel caso l'infisso sia a filo interno o arretrato rispetto al filo interno del cappotto è possibile prevedere un risvolto di coibentazione sulle spallette.




**Davanzale (sezione verticale)**

**3) SERRAMENTI**

La connessione fra serramento e parete costituisce un punto delicato sia per la formazione di ponti termici sia perché è una zona da curare con particolare attenzione per avere una buona tenuta all'aria. È necessario, pertanto, prevedere il risvolto della coibentazione in corrispondenza delle spallette del foro finestra e sotto al davanzale.




**Spalletta (sezione orizzontale)**



**Coibebtazione delle spallette delle finestre in un anuova costruzione**

In corrispondenza del davanzale è necessario prevedere un sottobancale isolato.



**Davanzale isolato**

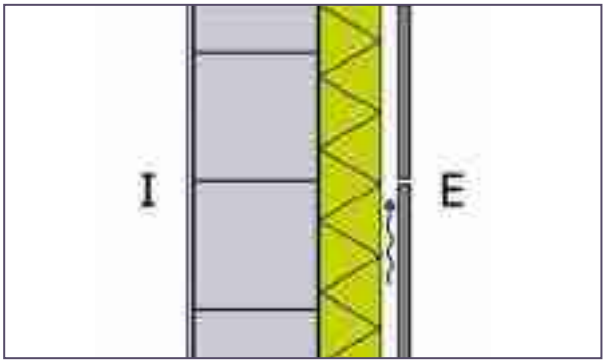
## NOTA!



L'Agenzia CasaClima per facilitare il lavoro dei tecnici ha predisposto un "Catalogo CasaClima dei nodi costruttivi" e un catalogo "Analisi-FEN nodi costruttivi esistenti" (analisi della temperatura minima superficiale) per le riqualificazioni. Al suo interno si trovano tutte le soluzioni in funzione dei diversi materiali di costruzione dell'involucro e delle diverse soluzioni tecnologiche.

## Facciata ventilata

La facciata ventilata può essere un interessante completamento di un isolamento termico esterno.
È un sistema caratterizzato dalla formazione di un'intercapedine d'aria, aperta alle estremità inferiore e superiore, posta fra il pannello isolante e la finitura di facciata realizzata esternamente. Negli ultimi anni sono sempre più frequenti le applicazioni anche in caso di ristrutturazione di edifici esistenti, sia per ricostituire l'integrità statica della facciata che per aumentare l'efficienza energetica dell'involucro.




Una facciata ventilata è così composta:

- struttura di ancoraggio alla struttura portante con dispositivi di fissaggio;
- pannelli di isolamento termico;
- intercapedine ventilata;
- rivestimento esterno.

La struttura di ancoraggio collega il rivestimento esterno alla struttura muraria portante ed è generalmente composta da profili in legno, in acciaio o in alluminio. La struttura che la sostiene e la ancora alla parete deve essere in grado di assicurare la regolarità del rivestimento superficiale. Grande attenzione deve essere posta nell'ancoraggio degli elementi di fissaggio alla struttura portante evitando ponti termici.
I pannelli di materiale isolante possono essere costituiti da lana minerale, fibra di legno, polistirene, poliuretano, ecc.

I materiali di rivestimento utilizzati possono essere diversi: lastre in metallo (alluminio, rame, ecc.), doghe in legno, in fibrocemento, in materiale ceramico, in vetro-cemento, in materiali naturali come la pietra ma anche pannelli in laminato plastico a base di resine.
L'intercapedine d'aria interposta tra lo strato isolante e il rivestimento svolge la funzione di ventilazione sfruttando il cosiddetto "effetto camino". In questo modo è in grado di favorire lo dell'umidità che potrebbe formarsi. In estate, inoltre, è in grado di ridurre l'effetto dell'irraggiamento solare, allontanando dalla superficie dell'isolante il calore del rivestimento. Per il corretto funzionamento della facciata ventilata è importante, inoltre, che non ci sia nessun ostacolo trasversale al flusso d'aria nella camera di ventilazione e che la dimensione dell'intercapedine sia correttamente dimensionata per garantire il funzionamento l'effetto camino.

**VANTAGGI**

I vantaggi che si ottengono con l'intervento di realizzazione della parete ventilata sono più o meno gli stessi che si hanno per l'isolamento a cappotto, cioè:

- miglioramento dell'isolamento termico e acustico degli ambienti interni;
- mitigazione dei ponti termici;
- protezione delle pareti dagli agenti atmosferici e dalle infiltrazioni di umidità.

È da considerare inoltre che:

- è possibile realizzare questo intervento senza disagi per i residenti dell'edificio, poiché si interviene solamente dall'esterno, come nei casi di manutenzione della facciata;
- è particolarmente efficace nel ridurre problemi di surriscaldamento delle pareti e nell'allontanamento dell'umidità;
- per la maggior parte dei sistemi a fine ciclo di vita sono possibili lo smontaggio e il riciclo.

**SVANTAGGI**

Lo svantaggio della parete ventilata sono i costi della struttura che risultano essere maggiori, a parità di prestazioni termiche, rispetto ad un isolamento a cappotto. In ogni caso i maggiori costi sono in parte ammortizzati dalla durata di vita, che in generale è maggiore rispetto ad un cappotto termico.

## Intonaco isolante




**Intonaco termoisolante di sughero e calce**

L'intonaco termoisolante rappresenta un'alternativa all'isolamento a cappotto solo qualora la sua applicazione non sia possibile per motivi di caratteri estetico e tecnologico della facciata.

L'intonaco termoisolante si presenta come una malta premiscelata composta da:

- leganti idraulici, gli stessi dei normali intonaci da esterni, come cemento e calce;
- inerti leggeri a cui vengono aggiunti materiali isolanti con speciali resine additivanti per migliorarne le proprietà termiche.

Esistono in commercio formulazioni diverse in base al tipo di isolante aggiunto: sughero, perlite, vermiculite, silicati oppure vetro espanso, polistirolo, con aerogel per i diversi tipi di utilizzo. Il rivestimento può essere applicato anche sulle pareti interne qualora non sia possibile farlo esternamente. Particolarmente utilizzati a questo scopo sono i termointonaci, che utilizzano calce idraulica naturale, in totale assenza di cemento come legante, per aumentare le prestazioni igroscopiche. Risulta comunque necessario applicare strati di intonaco di circa 4-6 cm per l'esterno e 1,5-2 cm per l'interno. Il lavoro può essere effettuato soltanto da un professionista esperto ed è consigliabile dunque richiedere sempre un preventivo ad un'impresa specializzata.

## VANTAGGI

I vantaggi dell'intonaco termoisolante sono:

- aumento dell'isolamento termico e protezione delle pareti dagli agenti atmosferici e dalle infiltrazioni di umidità;
- ottimizzazione dei materiali tradizionali;
- non alterazione del comportamento igrometrico delle murature, riducendo il rischio di formazione di condensa interstiziale;
- rapidità, facilità di posa e costi contenuti rispetto ad altre tecnologie di isolamento;
- una buona riduzione dei ponti termici.

## SVANTAGGI

Lo svantaggio dell'intonaco termoisolante è il fatto di garantire un isolamento termico inferiore rispetto ad altri sistemi, in particolare rispetto all'isolamento a cappotto, a causa della maggiore conducibilità termica dei materiali impiegati e del ridotto spessore con cui viene applicato.

ISO SPAN Naturbaustoffe
www.isospan.eu

green CODE®

PROGRESS

IL SOLAIO GREEN CODE

# AKUSTIKKLIMADECKE®

# RISCALDA IN INVERNO, RAFFRESCA IN ESTATE, E OFFRE UNA IDEALE ACUSTICA DELL'AMBIENTE



**PROGRESS S.p.A.** · Via Julius Durst 100 · I-39042 Bressanone (BZ) · Tel. +39 0472 823 111

info@progress.cc · www.progress.cc

RUBNER
haus

# SPAZIO DI VITA.
# ESPRESSIONE DEL TUO MONDO.











Photos: © Alberto Franceschi photography

**Rubner Haus,** Zona Artigianale 4, 39030 Chienes, T 0474 563333, E haus@rubner.com, W **rubner.com/haus**

# 10
# COSTRUIRE CON IL LEGNO


**10.1 IL LEGNO, UN MATERIALE SOSTENIBILE**
Scegliere la specie giusta
La provenienza del legname
Perché scegliere una casa in legno

**10.2 REQUISITI DI QUALITÀ DELLE COSTRUZIONI IN LEGNO**
Protezione dall'umidità
Protezione antincendio
Protezione acustica
Protezione termica estiva

**10.3 SISTEMI COSTRUTTIVI IN LEGNO**
Struttura a telaio
Struttura massiccia in pannelli X-LAM
Struttura in legno massiccio

**10.4 PARETI IN LEGNO**
Legno massiccio strutturale
Legno lamellare
Pannelli di rivestimento e irrigidimento
Compensati di piallacci
Pannelli OSB
Pannelli in legno mineralizzato

**10.5 ATTENZIONE AI DETTAGLI**
Attacco a terra
Collegamenti nelle costruzioni in legno
Nodo tetto-parete

**10.6 UN ESEMPIO DI SUCCESSO**
Cross Light House




# 10.1 IL LEGNO, UN MATERIALE SOSTENIBILE

Con il crescente interesse verso i temi dell'ecologia e della sostenibilità, il legno da costruzione sta velocemente conquistando o, in certe aree, riconquistando una importante fetta del mercato edilizio.

Se in certe zone d'Italia, il legno veniva considerato demodè ed era stato superato all'inizio del secolo scorso con altre tecnologie come il cemento armato, nelle comunità montane il legno ha sempre mantenuto una sua realtà sia in termini economici che di filiera produttiva. In Alto Adige è un materiale facilmente reperibile e circa l'80% di tutte le strutture dei tetti è costruita in legno, percentuale che si abbassa fino all'8-9% in termini di nuove costruzioni residenziali. Tale dato, se confrontato con la quota di mercato del legno pari al 24% della confinante Austria, rende l'idea del potenziale di crescita.




**Hotel Briol Einäugl (BZ)**

Il legno, assieme alla pietra, è uno dei materiali da costruzione più antichi della storia dell'uomo. Se ben coltivato e utilizzato può rappresentare una risorsa inesauribile. In termini di impatto ambientale legato alle emissioni di $CO_2$ il legno può vantare un basso valore di "energia grigia", che rappresenta la quantità di energia necessaria per produrre, trasportare fino al luogo di utilizzo e smaltire un prodotto o un materiale. Infatti, il legno, proveniente dagli alberi, può essere visto come un serbatoio naturale di stoccaggio dell'anidride carbonica. Infatti, ogni albero, attraverso la fotosintesi, assorbe l'anidride carbonica e trasforma il carbonio in legno. Un m di legno lega circa una tonnellata di $CO_2$ che viene così sottratta all'atmosfera. Per mantenere basso il livello di "energia grigia" che possiede è però necessario approvvigionarsi da foreste vicine in modo che l'impatto energetico dei trasporti non vada ad incidere negativamente sul bilancio totale.

## Scegliere la specie giusta

Le specie legnose conosciute sono circa 30.000 di cui solo alcune centinaia sono utilizzate per il commercio e l'utilizzo in ambito edile.

I fattori che rendono adatte alcune specie ad essere utilizzate a fini strutturali sono essenzialmente legati alle specifiche caratteristiche meccaniche di resistenza, alla reperibilità, alla convenienza economica e all'estetica, ma anche le tradizioni e la cultura tipica del luogo giocano un ruolo importante.

Le più comuni specie legnose utilizzate per scopi strutturali sono:

- Conifere: abete rosso, il più utilizzato nelle costruzioni, abete bianco, larice, douglasia, pino silvestre, cipresso;
- Latifoglie: pioppo, castagno, quercia, faggio, olmo, ontano, robinia.




**Cirna Gentle Luxury Lodges**




**CiAsa Aqua Bad – Pedevilla Architekten**

## La provenienza del legname

Il legno può essere una scelta ecosostenibile solo se il suo uso non arreca danni in termini ambientali e sociali. Per questo deve essere utilizzato solo legno proveniente da foreste gestite con rispetto e competenza, regolarmente sfoltite e riforestate. I due sistemi di certificazione diventati oggi degli standard riconosciuti a livello internazionale sono:

- PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification;
- FSC – Forest Stewardship Council.

Punti centrali per la trasparenza e la credibilità dell'intera filiera sono l'identificazione e la tracciabilità dei legnami coltivati in modo sostenibile. Ad oggi solo il 10% della superficie mondiale forestale è certificata PEFC o FSC. Dal 2004 esiste in Alto Adige il Gruppo PEFC Südtiroler Bauernbund, che riunisce la maggior parte dei proprietari forestali a livello provinciale.



Foto: Adobe Stock

### CASACLIMA NATURE E LEGNO



Nel protocollo di certificazione CasaClima Nature vengono premiati con l'attribuzione di "bonuspoints" quegli edifici che utilizzano legno certificato FSC/PEFC o prodotto entro 500 km di distanza dal cantiere (luogo di abbattimento degli alberi, lavorazione e fornitura). Negli edifici certificati CasaClima Nature inoltre non è ammesso l'utilizzo in tutto l'edificio (ambienti riscaldati e non riscaldati, incluse finiture interne e sistemazioni esterne) di legno tropicale privo di certificazione FSC o PEFC.

## Perché scegliere una casa in legno

I vantaggi di scegliere una costruzione in legno sono numerosi:

- **Il legno è un materiale resistente e allo stesso tempo leggero.** Il legno ha un ottimo rapporto tra resistenza e peso e ha un comportamento efficiente se sottoposto a carichi di trazione e flessione. Le sue caratteristiche meccaniche lo rendono adatto per costruzioni in zone a rischio sismico. In caso di terremoto le strutture in legno sono sottoposte a forze orizzontali minori proprio perché più leggere. Inoltre, il legno è un materiale elastico in grado di assorbire, almeno in parte, l'onda sismica e sopporta bene lievi deformazioni. Queste sue caratteristiche strutturali lo rendono particolarmente adatto anche in caso di interventi di sopraelevazioni, contribuendo a ridurre i sovraccarichi sulla struttura esistente.



- **Ha ottime caratteristiche termiche e isolanti.** Il legno, grazie alla struttura fibrosa, è in grado, di trattenere le particelle d'aria ferma e ha una conducibilità termica (la grandezza che misura l'attitudine di un materiale a trasmettere calore) a parità di spessore di circa la metà di quella di un normale laterizio forato e circa un decimo rispetto al calcestruzzo. Questo è sicuramente di aiuto nel minimizzare i ponti termici della costruzione e il rischio di formazione di condensa superficiale.

- **Alto grado di prefabbricazione dei componenti edilizi in legno.** La prefabbricazione nelle costruzioni in legno non è orientata alla standardizzazione del prodotto finale, che può sempre essere realizzato secondo i desideri di ogni committente, ma semplicemente ad una razionalizzazione dell'intero processo di produzione e di montaggio. Una maggiore digitalizzazione della produzione va a vantaggio di una più alta precisione e qualità nell'esecuzione. Quasi tutti i sistemi, infatti, utilizzano elementi che vengono realizzati in fabbrica o in falegnameria e successivamente montati in cantiere in maniera veloce e semplificata. Si riduco-

no così i tempi di costruzione poiché le strutture sono montate a terra, sollevate e posate con gru. Per godere di questi vantaggi è comunque molto importante che la costruzione sia definita in modo preciso attraverso un'accurata fase di progettazione preliminare, definitiva e di dettaglio e che sia seguita da tecnici competenti.

- **Sistema costruttivo a secco.** La messa in opera degli elementi di parete e di solaio avviene sempre a secco. Si riducono i tempi di realizzazione non dovendo prevedere tempi di asciugatura dei componenti edilizi. Inoltre, una costruzione completamente a secco permette di non dover trattare il legno, quantomeno internamente, con sostanze chimiche protettive quindi di garantire un ambiente interno più salubre.

- **Adatto a ristrutturazione pesanti in caso di manutenzione.** A seguito di lavori di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, le strutture in legno esposte agli agenti atmosferici e le connessioni danneggiate possono essere sostituite con ottimi risultati.

# 10.2 REQUISITI DI QUALITÀ DELLE COSTRUZIONI IN LEGNO

Con i dovuti accorgimenti il legno è un materiale duraturo. Una costruzione in legno può avere la stessa longevità di una realizzata con tecniche tradizionali. Ne sono un esempio le pagode giapponesi che resistono da 1400 anni a terremoti forti e frequenti. La durabilità di queste costruzioni è legata alle caratteristiche naturali delle specie utilizzate, al tipo di taglio e a fattori come la zona climatica, la destinazione d'uso, le caratteristiche compositive del progetto, la precisione nella messa in opera e come la manutenzione nel corso degli anni.

## Protezione dall'umidità

Il principale nemico delle costruzioni in legno è l'acqua e se si vuole che queste siano durature è fondamentale mantenere le strutture asciutte nel tempo. Il legno utilizzato deve avere un contenuto d'umidità ridotto e quindi deve essere ben essiccato. Eventuali problematiche relative all'umidità devono essere velocemente risolte. In particolare, è rischiosa l'umidità che può formarsi per condensazione del vapore all'interno del pacchetto costruttivo (condensa interstiziale).

Per evitare che ciò avvenga è opportuno che:

- l'edificio abbia un'ottima tenuta all'aria e al vento per evitare il trasporto di aria umida per convezione (trasporto di umidità tramite i flussi di aria);
- le strutture siano aperte alla diffusione del vapore in modo da permettere lo smaltimento di eventuale umidità presente all'interno degli elementi costruttivi nel tempo;
- gli edifici e le strutture in legno siano protetti dalle intemperie anche durante la fase di cantiere. Per non avere problemi nel tempo dopo un violento acquazzone la costruzione deve avere la possibilità di asciugarsi completamente e di non trattenere accumuli d'acqua nelle zone di contatto con la fondazione e nei nodi costruttivi.

Esistono sistemi che permettono di monitorare costantemente lo stato di salute delle strutture in legno con specifici sensori, posizionati nei punti critici della struttura lignea, in grado di comunicare la percentuale umidità del legno nell'attacco a terra, sulle coperture, sui terrazzi e nei bagni (esempio sotto le docce). In caso di superamento della soglia di sicurezza, questi sistemi allertano il responsabile della struttura, al fine che possa controllare e intervenire tempestivamente, tutelando così l'investimento del Committente.




**Sensori collegati a sonde di umidità e temperatura**

## Protezione antincendio

Il legno è da sempre tra i combustibili più utilizzati in natura, ma questo non significa che le strutture in legno siano più a rischio di incendio e le probabilità che l'incendio accada proprio in un edificio in legno sono le stesse di qualsiasi altra costruzione. Se si guarda alle cause più comuni di incendio negli edifici o negli appartamenti



**Resistenza al fuoco del legno**

esse sono perlopiù da ricercare nella presenza di impianti elettrici obsoleti, di fornelli lasciati accesi, di mozziconi di sigaretta spenti male, ecc. Il problema, a prescindere dalle cause, è la rapida estensione del fuoco a tutto l'arredo intorno. Le strutture in legno difficilmente sono coinvolte nell'immediato, poiché necessitano di temperature molto elevate e sono generalmente protette dagli strati di finitura interna. Ad esempio, negli edifici in legno con struttura a telaio, l'ossatura dell'edificio si trova all'interno di un pacchetto di materiali le cui superfici sono intonacate o rivestite da lastre in fibrogesso e questo rappresenta di per sé già una buona protezione.

Il legno ha una buona resistenza al fuoco, come le sue caratteristiche fisico-meccaniche testimoniano. Esso è infatti:

- un cattivo conduttore di calore per cui è in grado di proteggere gli impianti inseriti nelle murature lignee;
- ha una ridotta deformabilità termica, per cui, se esposto al fuoco, la struttura lignea si deforma molto poco e le connessioni tra le diverse membrature restano stabili;
- non emette emissioni nocive e se non è trattato con impregnanti chimici non sviluppa esalazioni tossiche durante la combustione.

Quando si parla del comportamento al fuoco del legno (sia lamellare che massiccio) è opportuno considerare due importanti parametri:

- la reazione al fuoco, che esprime il grado di partecipazione all'incendio. Secondo le classi previste dalla normativa italiana, il legno si colloca tra la classe 3 e la classe 5 (la più alta) in funzione della specie legnosa;
- la resistenza al fuoco, che esprime la capacità del materiale a conservare la resistenza meccanica R, la tenuta a fiamme, vapore o gas caldi E, e l'isolamento termico I per un determinato periodo di tempo.

La resistenza al fuoco del legno è legata essenzialmente al modo in cui avviene la combustione di questo materiale. Essa inizia interessando l'elemento ligneo dalla superficie esterna esposta al calore per poi propagarsi successivamente sempre più in profondità. In realtà il legno resiste piuttosto bene al fuoco, e impiega del tempo per bruciare in modo significativo. Sottoposto a fiamma diretta inizia a bruciare e raggiunti i 240-300 °C ha inizio il processo di carbonizzazione dello strato più esterno del materiale che rallenta il progredire della combustione e preserva, isolandole, le parti del legno non ancora investite dal fuoco. Il collasso della struttura avviene per la progressiva riduzione della sezione e non per un degrado delle caratteristiche meccaniche del materiale, come invece accade nel caso di strutture in acciaio o in calcestruzzo. Prendendo come esempio una copertura in legno in abete lamellare, dopo un'ora di esposizione all'incendio, la sezione di una trave si riduce su ogni lato esposto al fuoco di soli 42 mm.

### UNA PARETE REI 90



Se una parete è certificata con la sigla REI 90, deve essere in grado, per almeno un tempo di 90 minuti, di rimanere integra, di non lasciar passare né produrre fiamme e vapori e di limitare la trasmissione del calore sul lato non esposto entro livelli predefiniti.

## Protezione acustica

Il legno è un ottimo conduttore del suono, come dimostrano gli strumenti musicali, e ciò rende la protezione dal rumore una sfida per l'acustica architettonica. Pertanto, prima di ogni intervento, già in fase di progettazione dell'edificio è bene analizzare il livello di rumore nell'ambiente circostante per definire il livello di comfort acustico desiderato. Molto più difficile trovare delle situazioni soddisfacenti a lavori ultimati.



**Misurazione acustica**

Una corretta progettazione acustica dovrebbe tenere conto di tre aspetti:

- **Protezione contro il rumore aereo,** causato dalle onde sonore provenienti dall'esterno che si trasmettono attraverso i componenti edilizi (pareti, coperture, ecc.). Laddove vi sia l'esigenza di evitare che penetrino rumori provenienti dall'esterno è opportuno creare delle stratigrafie con materiali fibrosi in grado di smorazare le onde di pressione e fare molta attenzione alla corretta composizione degli strati dell'elemento costruttivo.
- **Protezione contro i rumori impattivi,** provenienti per lo più dall'interno dell'abitazione o da altre unità attigue e che si propagano facilmente, sotto forma di vibrazione, in un materiale elastico e leggero come il legno. In particolare è necessario porre attenzione ai rumori impattivi alle basse frequenze. Sono causati dal calpestio sulla superficie o dallo spostamento di mobili e oggetti che vanno ad impattare sui piani sottostanti. In questo caso per migliorare l'isolamento acustico è necessario incrementare la massa dei solai con l'inserimento di materassini anticalpestio sotto il massetto.
- **Protezione contro i ponti acustici,** attraverso i quali il rumore, ovvero il flusso di onde acustiche, può passare fra un vano all'altro se non vengono posizionati dei sistemi di assorbimento delle onde acustiche. I giunti strutturali, le connessioni metalliche e i passaggi impiantistici e in generale tutto ciò che si configura come un'interruzione alla continuità dei materiali deve essere progettata in modo accurato e posato con estrema attenzione.

Pertanto, per raggiungere un buon comfort acustico della propria abitazione è necessario effettuare un'adeguata scelta dei materiali e realizzare una corretta posa in opera di tutti i componenti curata con estrema precisione per evitare la formazione di ponti acustici. Per questo motivo è quanto mai indispensabile rivolgersi a tecnici specializzati.

### TENUTA ALL'ARIA E AL RUMORE



Una buona tenuta all'aria dell'edificio garantisce non solo il comfort termico, ma anche quello acustico in quanto contribuisce a ridurre il passaggio di rumore tra gli ambienti. In generale dove non passa l'aria non passa neanche il rumore.

## Protezione termica estiva

Negli edifici in legno per limitare il surriscaldamento è sempre consigliabile utilizzare materiali isolanti ad elevata capacità termica in grado di assicurare un buon sfasamento e un'adeguata attenuazione dell'onda termica entrante. Le strutture massicce, più pesanti, sono più vantaggiose nel limitare la penetrazione del calore all'interno degli ambienti. Per smaltire il calore in eccesso può essere efficace un'intercapedine ventilata (sistema di facciata o copertura ventilata).

Per incrementare la capacità di accumulo termico delle pareti è consigliato utilizzare, per le finiture delle pareti interne, intonaci d'argilla o lastre in fibrogesso e inserire nei solai e nelle coperture masse aggiuntive in grado di accumulare il calore che verrà poi smaltito nelle ore serali o notturne grazie ad un'adeguata ventilazione.

# 10.3 SISTEMI COSTRUTTIVI IN LEGNO

I sistemi costruttivi in legno più diffusi si possono riassumere in tre tipologie:

- Struttura a telaio;
- Struttura in CLT (Cross Laminated Timber) detto X-LAM;
- Struttura a elementi massicci.

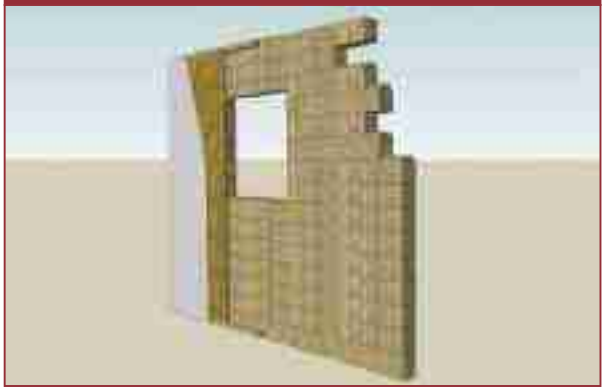
**Struttura a telaio**



**Struttura in CLT**



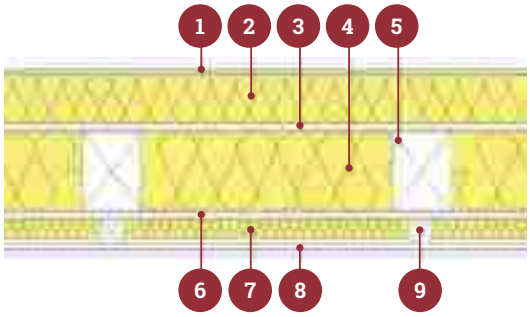
**Struttura in legno massiccio**



## Struttura a telaio

Il sistema costruttivo "a telaio" in legno prevede la combinazione di una maglia strutturale costituita da pilastri verticali, posti a un passo ridotto, e collegati fra loro da pannelli di controvento in legno (assito o pannelli in OSB) e da travi orizzontali in legno.
L'intercapedine presente nelle pareti portanti fra i due pannelli di controvento viene poi costipata con materiale isolante.
Sul lato esterno viene posto un cappotto termico e sul lato interno viene predisposta una controparete attrezzata per alloggiare gli impianti. I solai vengono normalmente realizzati con travetti e assito o con pannelli in CLT.

**Struttura a telaio**

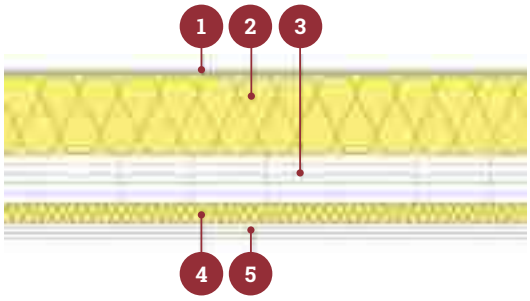



1. Rasatura minerale
2. Coibentazione esterna a cappotto
3. Pannello OSB o tavolato in legno
4. Isolamento termico a bassa densità
5. Montante strutturale in legno
6. Pannello OSB
7. Intercapedine impianti con interposto isolamento termico a bassa densità
8. Doppia lastra in cartongesso o fibrogesso
9. Listello in legno

## Struttura massiccia in pannelli CLT (CrossLam o X-LAM)

Il sistema costruttivo in legno "a struttura massiccia" riprende il concetto di "muratura portante", sostituendo il laterizio con pannelli in CLT. I pannelli assumono quindi la funzione statica, di controvento sismico e di chiusura verso l'esterno. I pannelli in CLT sono composti da più strati incrociati (generalmente 5 strati) composti da lamelle in legno massiccio incollate tra di loro. Gli strati sono poi assemblati e incollati con l'accortezza di ruotare ogni strato di 90° rispetto a quello adiacente. Sul lato esterno viene posto un cappotto termico e sul lato interno viene predisposta una controparete attrezzata per alloggiare gli impianti. I solai vengono normalmente realizzati con travetti e assito o con pannelli CLT.

**Struttura in pannelli CLT**




1. Rasatura minerale
2. Coibentazione esterna a cappotto
3. Pannello CLT
4. Intercapedine impianti con interposto isolamento termico a bassa densità
5. Doppia lastra in cartongesso o fibrogesso

## Struttura con panelli MHM

Il pannello MHM è costituito dall'assemblaggio ad incrocio ortogonale di tavole, anticipatamente piallate, sagomate e scanalate, fissate con chiodi rigati in alluminio.

Si tratta di un sistema costruttivo che, a differenza del metodo CLT, non prevede l'impiego di colle.

Gli spessori delle pareti possono essere scelti tra varie misure, fino ad un massimo di 34 cm, a seconda dei criteri voluti in tema di stabilità, massa e inerzia termica, isolamento termico e isolamento acustico.
Altra caratteristica fondamentale del metodo MHM è la totale assenza di vuoti nell'intelaiato, che distingue questa parete massiccia da quella "a telaio" e la rende un vero e proprio "muro di legno".

**FORMALDEIDE**



Per l'impiego dei pannelli a base lignea in ambienti chiusi deve essere posta attenzione alle possibili emissioni di formaldeide in particolare per i prodotti contenenti prodotti a base di resine fenoliche e melaminiche, ma soprattutto ureiche come i collanti.

È necessario far riferimento alla classe di emissione dichiarata nel certificato di prodotto che per l'uso dei pannelli in ambienti interni deve essere E1 (emissioni di formaldeide <0,1 ppm) o E2, limite raccomandato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità per gli ambienti di vita o di soggiorno.

# 10.4 PARETI IN LEGNO

Il legno nelle costruzioni può trovarsi sotto forma di:

- elementi lineari (travi, listelli, assi, ecc.);
- elementi piani o pannelli.

## Legno massiccio strutturale

La struttura in legno massiccio, chiamata anche Blockhaus, è caratterizzata da elementi lignei orizzonta li faccia a vista sovrapposti uno sull'altro e maschiati a pettine alle estremità. È un sistema costruttivo in legno massiccio privo di collegamenti metallici.



**Struttura a Blockhaus di un vecchio maso di montagna in Val Passiria (BZ) certificato CasaClima**

L'isolamento termico è posto all'interno, in un'intercapedine utilizzata anche per alloggiare gli impianti. I solai sono normalmente realizzati o con travetti e assito o con pannelli in CLT.
Le specie arboree più utilizzate per ricavare il legno da costruzione sono le conifere: abete rosso e bianco, larice, pino, douglasia. Il legno massiccio mantiene tutte le caratteristiche proprie del materiale di origine, soprattutto le proprietà strutturali.
Fondamentale per l'impiego del legno massiccio in ambienti interni è l'umidità del materiale al momento della posa in opera, poiché il legno è un materiale igroscopico che tende a cedere ed assorbire umidità.
È necessario assicurarsi che il legno sia messo in opera ben stagionato, per evitare problemi di rigonfiamento e ritiro con eventuali quadri fessurativi o il distacco di elementi ancorati ad esso.

## Legno lamellare (CLT o X-LAM)

I prodotti in legno lamellare si ottengono per incollaggio di lamelle da 32 a 40 mm di spessore in direzione parallela alla fibratura. Il legno più frequentemente utilizzato per questo tipo di prodotto è il legno di conifera.
Il legno lamellare risulta più omogeneo e quindi più resistente rispetto al legno massiccio perché formato da piccoli elementi già selezionati ed essiccati. A parità di resistenza meccanica si utilizza meno materiale legno che per un elemento massiccio.

## Pannelli di rivestimento ed irrigidimento

Per il rivestimento e l'irrigidimento delle strutture in legno sono ormai diffusamente impiegati pannelli ricavati da sottoprodotti della lavorazione del legno (trucioli, fibre, fogli di legno, ecc.), pressati ed incollati con resine sintetiche o legati mediante adesivi minerali (cemento, magnesite o gesso).

## Compensati di piallacci

Sono pannelli ottenuti dall'incollaggio a strati incrociati di fogli di legno sfogliati (piallacci). Il legno utilizzato è generalmente pino, abete, douglasia, faggio, ecc.
Nelle costruzioni in legno sono utilizzati come elementi strutturali e di irrigidimento/rivestimento nelle strutture a telaio in legno, soprattutto dove il rivestimento deve rimanere a vista.

## Pannelli OSB (Oriented Strand Board)

I pannelli OSB sono formati da 3 strati incrociati di trucioli piatti (strands) tenuti insieme da una resina sintetica e pressati successivamente fino a formare diversi strati, con una superficie liscia.
I legni maggiormente utilizzati sono pino, pino marittimo, douglasia, ontano e pioppo.

**PANNELLI TRUCIOLARI**

I pannelli truciolari sono ottenuti da trucioli (legno di conifera e di latifoglie) di piccole dimensioni pressati ed incollati con resine sintetiche.

**PANNELLI DI FIBRA DI LEGNO DURI (HDF) O MEDIODURI (MDF)**

I pannelli HDF o MDF provengono dalla lavorazione degli scarti del legno a cui sono aggiunti resine e collanti. Si utilizzano soprattutto gli scarti di legno di conifera, perché meno pregiato e con presenza maggiore di resina naturale. I collanti possono essere naturali o chimici: i collanti naturali hanno meno adesione, ma non emettono formaldeide. La diversa densità determina la resistenza del materiale alla compressione, all'umidità, all'applicazione dei carichi e alla conduzione termica.

## Pannelli in legno mineralizzato

Sono costituiti da fibre di legno, macinate e impregnate con cemento, magnesite o altri materiali per determinarne la mineralizzazione, che apporta alle fibre compattezza strutturale.
Il legno mineralizzato ha una discreta capacità di accumulo termico, ottime capacità di isolamento acustico e un buon grado di protezione contro il fuoco.




**Pannello OSB**




**Pannello HFH**



**Pannello truciolare grezzo**

# 10.5 ATTENZIONE AI DETTAGLI

Per avere un edificio in legno resistente e duraturo nel tempo, come per ogni altro sistema costruttivo, la progettazione e l'esecuzione devono essere curati nei minimi dettagli. Il posizionamento degli elementi lignei rispetto al terreno o ove sia presente acqua, la scelta dei materiali e la definizione dei dettagli sono aspetti fondamentali che devono essere presi in considerazione già in fase di progetto e sin dall'inizio del lavoro.

Deve essere inoltre definita una corretta manutenzione dell'involucro edilizio nel tempo che consenta di mantenere efficaci le protezioni e gli accorgimenti previsti in fase di progetto e di identificare eventuali criticità già nelle fasi iniziali.




**Elementi di collegamento**

**NOTA**



Dal punto di vista normativo in Italia non esistono indicazioni tecniche specifiche sulle precauzioni da adottare per assicurare la durabilità delle costruzioni in legno, per cui tutti i più importanti enti del settore fanno riferimento alla norma tedesca DIN 68800.

Anche in considerazione di questa lacuna normativa l'Agenzia CasaClima ha recentemente pubblicato il nuovo "Catalogo CasaClima 2021", scaricabile dal sito, dove vengono illustrati i principali dettagli esecutivi declinati in otto diverse tecnologie costruttive e risolti da un punto di vista termico. Questa raccolta, che include anche le tipologie costruttive a telaio e in X-LAM, descrive con precisione anche come deve essere realizzato realizzato un corretto attacco a terra. Nello specifico questo strumento vuole essere, per i tecnici, un supporto alla progettazione fornendo un abaco di soluzioni progettuali corrette per risolvere i ponti termici e ridurre in modo significativo il lavoro per le verifiche di tali criticità.

## Attacco a terra

Uno degli aspetti più importanti da curare nelle costruzioni in legno è l'attacco a terra, ovvero il punto di connessione tra la struttura in legno dell'edificio e la fondazione. L'acqua e l'umidità, infatti, sono due elementi che vanno allontanati il più velocemente possibile dagli edifici in legno per evitare possibili problemi di marcescenza degli elementi.

Una corretta realizzazione dell'attacco a terra oltre a svolgere una funzione portante deve anche:

- preservare la base della parete dalle infiltrazioni d'acqua causate da possibili fenomeni locali come la risalita capillare attraverso il contatto diretto con la platea o con il piede di fondazione in cemento armato;
- impedire eventuali infiltrazioni causate dal marciapiede esterno;
- impedire la formazione di condensa interstiziale.

Questi sono temi che devono essere affrontati a prescindere dalla tipologia costruttiva utilizzata, ma che rivestono particolare importanza per gli edifici in legno, siano essi realizzati con struttura in X-LAM, a telaio o altro.

Le regole per la corretta progettazione dell'attacco a terra prevedono che:

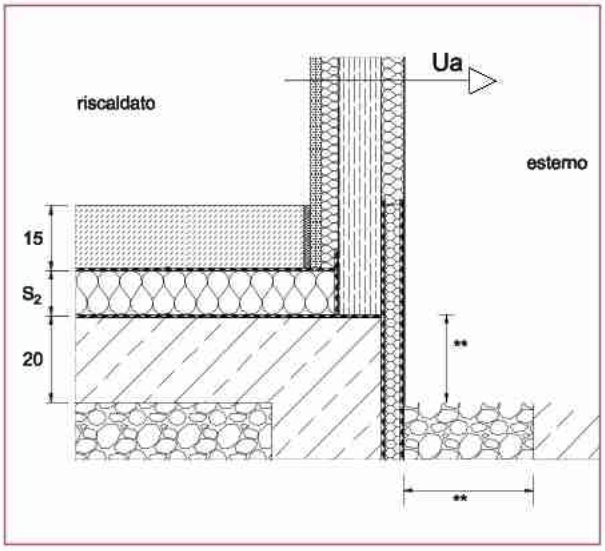
- il punto di appoggio della struttura in legno sia sempre posto ad una quota più alta rispetto a quella del piano esterno di scorrimento dell'acqua e che l'edificio in legno abbia marciapiedi progettati tenendo conto di questa necessità primaria;
- si realizzi, ad esempio, una trincea perimetrale drenante, dove si potrà predisporre un percorso così detto galleggiante, cioè sollevato dal terreno e dove l'acqua piovana possa filtrare;
- si realizzi un cordolo rialzato in cemento armato o in altro materiale, dove ancorare l'attacco della parete portante in legno ad una quota superiore almeno 30 cm rispetto ad un eventuale pavimento impermeabilizzato.



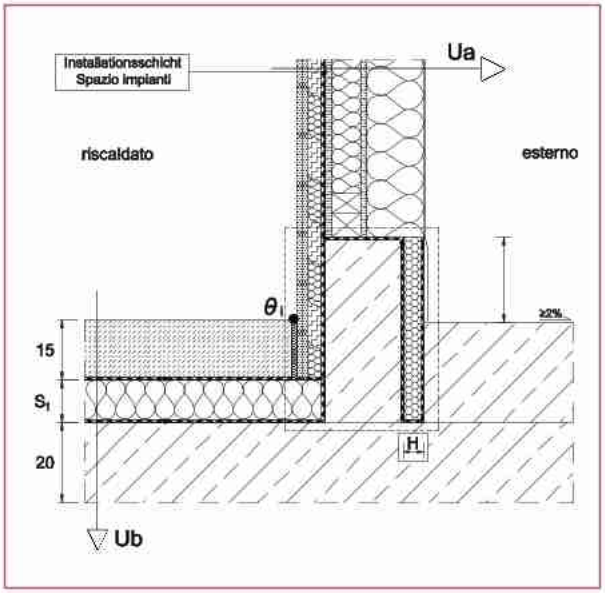

**Attacco a terra con hold down**

**ATTENZIONE ANCHE ALLA CORRETTA PROGETTAZIONE DELLE TERRAZZE**

Sarebbe buona prassi procedere svincolando la struttura primaria dell'edificio da tutte le parti aggettanti. In questo modo sarà possibile, in caso di problemi, una più facile e veloce sostituzione degli elementi ed un ripristino più economico. In alternativa è possibile garantire la protezione all'acqua dei terrazzi con membrane sintetiche di nuova generazione. Anche in questo caso sarebbe preferibile l'utilizzo di pavimentazioni galleggianti, così da poter ripristinare le protezioni all'acqua a seconda delle necessità.




**Struttura in legno massiccio - Attacco a terra**
**Catalogo dei nodi costruttivi CasaClima**




**Struttura a telaio in legno - Attacco a terra**

## Collegamenti nelle costruzioni in legno

Le pareti in legno sono collegate alla fondazione attraverso dei dispositivi di fissaggio per contrastare l'effetto delle azioni orizzontali sull'edificio quali vento e sisma. Generalmente i dispositivi di fissaggio sono costituiti da elementi a piastra metallica di forma allungata denominati hold-down che sono in grado di assorbire le forze di trazione ribaltanti la parete e da piastre angolari di forma più compatta in grado di trasferire le sollecitazioni di traslazione orizzontale.

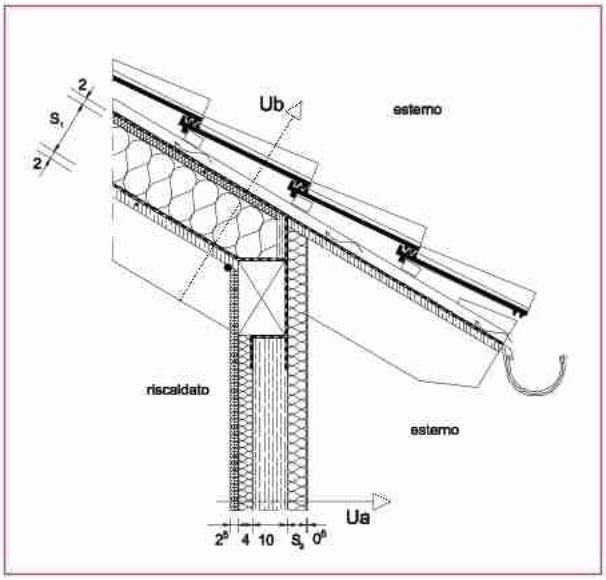



**Connessione parete-solaio in legno**

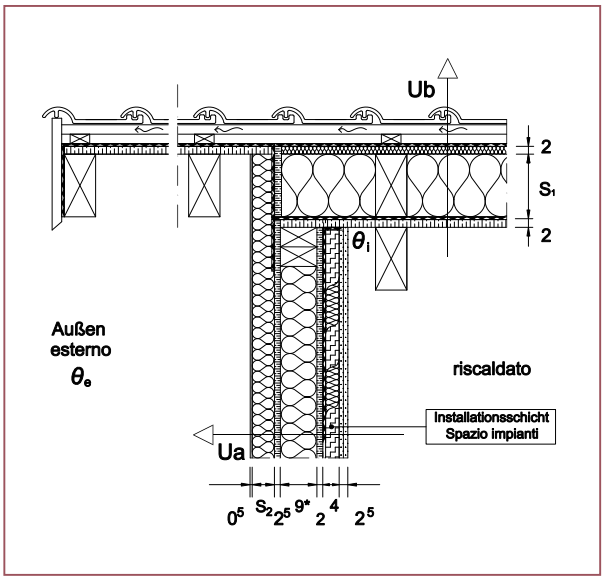
Il montaggio di edifici in legno prevede una sequenza di installazione realizzata attraverso giunzioni metalliche, incollaggi e chiodature.

### NODO TETTO-PARETE

Per il punto di connessione tra parete e copertura è necessario fare estrema attenzione ad utilizzare alcuni accorgimenti affinché siano garantite la continuità dello strato isolante e la tenuta all'aria. Sono pertanto da evitare possibili punti di discontinuità come travi strutturali passanti che vanno a costutuire lo sporto di gronda del tetto e quindi interrompono lo strato di isolamento e le guaine di tenuta all'aria. Sono da preferire dei falsi puntoni, definite cosi travi in semplice appoggio al di sopra della vera struttura del tetto isolata e a tenuta all'aria.




**Struttura in legno massiccio - Attacco parete-tetto**




Struttura a telaio in legno - Sezione copertura



Falsi puntoni



Foto: Würth

Collegamenti in una costruzione in legno

# 10.5 UN ESEMPIO DI SUCCESSO

## CasaClima Gold Nature


Foto: C. Bellocchio


Foto: C. Bellocchio


Foto: C. Bellocchio


Foto: C. Bellocchio


Foto: C. Bellocchio

## LA SCHEDA

| | |
|---|---|
| **Luogo** | Mulazzano (Lodi) |
| **Categoria edificio** | Unita residenziale a 4 piani 16 appartamenti |
| **Classe energetica** | CasaClima Gold Nature |
| **Struttura** | Cross laminated timber-CLT |
| **Piano interrato:** | 840 m² |
| **Piano Tipo:** | 490 m² |
| **Tempi di realizzazione:** | 18 mesi |
| **Costo al m²** | 1500 € |
| **Consulente energetico** | Dott. Claudio Bellocchio |
| **Developer immobiliare:** | Gardenia srl |
| **Ingegnerizzazione e Project Management** | NextWood srl – Dr. Claudio Bellocchio |

## L'idea progettuale

Nella concezione dei progettisti sono due le macrocategorie di bisogni che Cross Light House cerca di soddisfare: **Natural** e **Digital Lifestyle.** Due anime simbiotiche.

Il **Digital Lifestyle** ha a che fare con la volontà di creare nelle nuove abitazioni la possibilità di svolgere più funzioni, attrezzandole in maniera opportuna, non soltanto per una gestione smart del comfort e dei consumi energetici, ma anche per le esigenze lavorative. Lo smart working sarà una modalità di lavoro sempre più frequente e ogni casa dovrà dotarsi di spazi adeguati oltre che di infrastrutture a supporto di tale attività.

Il **Natural Lifestyle** ha invece a che fare con la volontà di creare ambienti di vita migliori per tutti, attraverso una progettazione salubre e confortevole degli spazi. Una progettazione che utilizza la luce del giorno e l'aria fresca e pulita come parametri per una elevata qualità dell'abitare.

Per raggiungere questi target si è scelto di seguire l'iter di certificazione CasaClima Gold Nature.

## L'edificio

Fatte queste premesse, la scelta del legno come sistema costruttivo è stata una conseguenza logica. Grazie alle caratteristiche proprie di questo materiale si sono potuti raggiungere, in tempi contenuti, elevati livelli comfort indoor ottenendo ottimi risultati anche dal punto di vista della sicurezza sismica e del risparmio energetico. All'interno degli appartamenti i solai e alcune pareti in legno sono stati lasciati a vista per comunicare agli occupanti di questi ambienti il "mood" sostenibile e confortevole degli appartamenti.

### SISTEMA COSTRUTTIVO

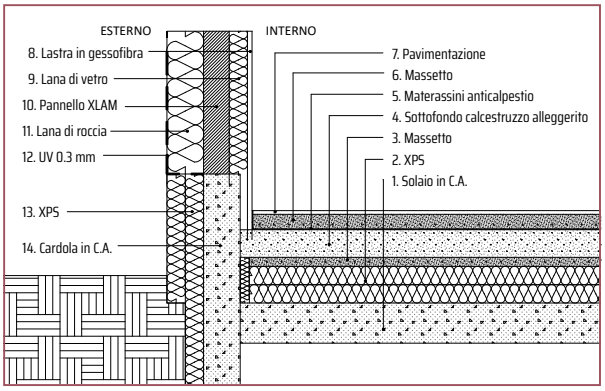
Il sistema costruttivo utilizzato è il Cross Laminated Timber (CLT) ovvero legno lamellare incrociato, meglio conosciuto come X-LAM. Si tratta di un innovativo materiale da costruzione che fa parte della famiglia dei "legni ingegnerizzati": è costituito da legno lamellare disposto a strati incrociati, di solito in numero dispari, che vengono incollati e pressati fino a formare un unico elemento ligneo, con capacità di carico eccezionali per ogni direzione in cui esso agisce.
Il legno è protagonista di tutta la struttura che emerge dal terreno, sia per i 4 piani in elevazione a struttura CLT (700 $m^3$ di legno certificato PEFC), sia per il rivestimento dell'edificio, di cui costituisce una seconda pelle: tutto il lato nord e parte dei prospetti ovest ed est sono stati rivestiti con legno termotrattato FSC.







**Fasi di costruzione dell'edificio**




**Attacco a terra della struttura in legno**




**Isolamento contropareti in lana di vetro**







**Coibentazione della copertura con fibra di legno**

Il solaio rivolto verso il è in calcestruzzo, mentre i solai di interpiano sono in X-LAM. Le pareti esterne sono anch'esse in X-LAM, coibentate esternamente con 20 cm lana di roccia e 10 cm di lana di vetro per la controparte interna.

La struttura di legno della copertura è isolata con fibra di legno e protetta da una guaina termoplastica polimerica. Il comfort luminoso è assicurato da serramenti a triplo vetro e con il sigillo qualità CasaClima, mentre la protezione solare è affidata ai brise-soleil e alle tende esterne.
Estrema cura è stata posta alla tenuta all'aria (il valore del Blower Door Test n50 medio = 0,52 $h^{-1}$) e all'eliminazione dei ponti termici.

**Il sistema impiantistico** è decentralizzato: il cuore di ogni appartamento è rappresentato da una ventilazione meccanica controllata, pretemperata da un circuito geotermico di superficie.
La climatizzazione è affidata a uno split zonificato a espansione diretta, mentre una pompa di calore termodinamica provvede a produrre l'acqua calda a uso domestico. Ogni alloggio ha un impianto fotovoltaico di circa 5 kW.

Ottimi i dati misurati sull'**isolamento acustico** R'w 60 rumore di calpestio di L'nw medio di dB 52.




**Isolamento involucro in lana di roccia**




**Canalizzazioni interne dell'impianto ad aria**

# MyMeter®

## SISTEMA DI MONITORAGGIO PERMANENTE DELL'UMIDITÀ DEGLI EDIFICI IN LEGNO



### UTILIZZABILE PER

✓ 1 1 1 1 1

✓ 1 1 1 1 1

✓ 1 1 1 1 1 1

1 1 1 1

### IDEALE PER MONITORARE

✓ singole unità abitative

✓ 1 1 1 1

✓ ,1 1 1 1 1

✓ 1 1 1

wood control®

**www.woodcontrol.eu**

**GUARDA IL VIDEO**
**scopri come funziona MyMeter®**

Wolf Haus energiaPIÙ



© 2019 - Luca Mercury Communications

# Una casa Wolf Haus produce **più energia** di quella che consuma

La ricerca del risparmio energetico e del benessere abitativo sono da sempre i nostri progetti più ambiti, resi vincenti grazie all'innovativa tecnologia abitativa **Wolf Haus Energia Più:** l'unico modo **per produrre su base annua più energia di quella che la tua casa consuma per soddisfare il fabbisogno energetico primario** (riscaldamento, raffrescamento ed acqua calda sanitaria). Tutto ciò è possibile sfruttando le altissime performance di isolamento termico del nostro involucro in legno, con stratigrafie appositamente progettate, e l'energia rinnovabile prodotta dall'impianto fotovoltaico. Si possono scegliere varie tipologie impiantistiche personalizzate (sistema radiante o ad aria) anche abbinate al ricambio ed il filtraggio dell'aria senza dispersioni.
Grazie all'avanzata attività di monitoraggio su case realizzate in varie zone climatiche, da oltre 10 anni abbiamo conferma del vantaggioso effetto combinato tra risparmio energetico e confort abitativo realmente misurato.
**Scegli di vivere meglio con una Wolf Haus!**





WOLF HAUS®

Scopri di più su:
WOLFHAUS.it
**T.** +39 0472 064000 - info@wolfhaus.it

**Vivi le finestre in modo nuovo.**
Ti aspettiamo in uno Studio Finstral, anche online.







**Incontrare la bellezza.**
**Scoprire il benessere.**
**Scegliere la sostenibilità.**

Vivi le finestre in modo nuovo in uno Studio: scegli tra visita individuale o videoconsulenza. Inizia la tua visita su finstral.com/studio

FINSTRAL

# 11
# IL SISTEMA SERRAMENTO INVOLUCRO


**11.1 LA FINESTRA, UN ELEMENTO DELL'INVOLUCRO**

**11.2 ALLA RICERCA DELLA FINESTRA GIUSTA**

La scelta del telaio della finestra

Tecnologia del vetro

Focus: le finestre nella direttiva tecnica CasaClima

Isolamento acustico

Caratteristiche prestazionali dei serramenti: prove ambientali acqua-aria-vento

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) e la marcatura CE

**11.3 PROTEZIONE SOLARE: CHIUSURE OSCURANTI E SCHERMATURE SOLARI**

Sistemi esterni

Sistemi integrati

Sistemi interni

**11.4 POSA DEL SERRAMENTO**

Il piano di posa del serramento

Coibentazione dell'imbotte della finestra

Elementi di posa

Accessori per la tenuta all'aria e al vento

**11.5 I COMPONENTI AUSILIARI DEL SISTEMA FINESTRA**

Cassonetto

Il monoblocco

VMC integrata nel foro finestra

**11.6 IL SIGILLO FINESTRAQUALITÀ CASACLIMA**

**11.7 PORTE**

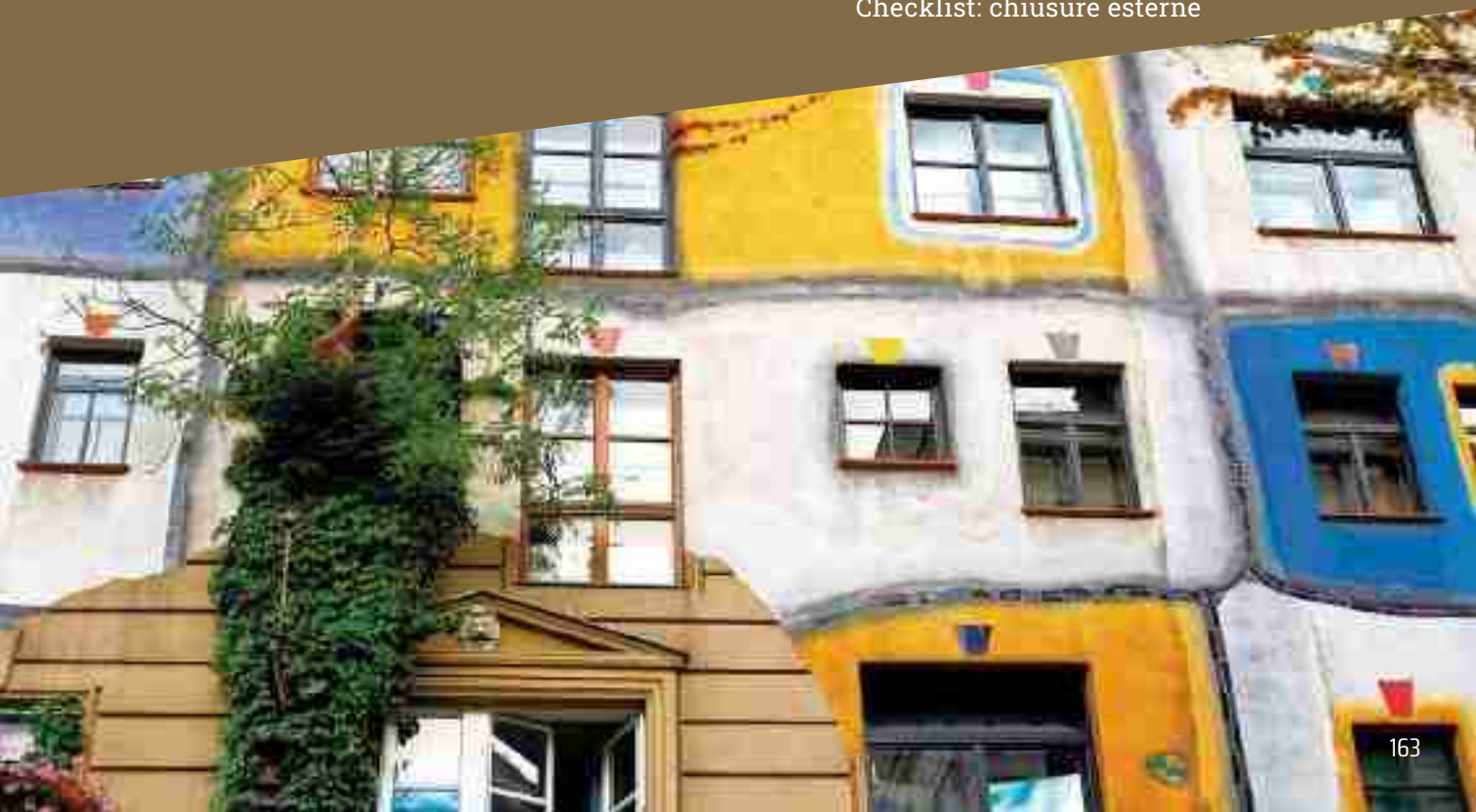
Porte esterne

Focus: portone garage, efficienza ancor prima dell'ingresso

**11.8 IL SIGILLO PORTAQUALITÀ CASACLIMA**

**11.9 CHECKLIST**

Checklist: chiusure esterne

# 11.1 LA FINESTRA, UN ELEMENTO DELL'INVOLUCRO

La scelta giusta delle finestre e un'istallazione professionale e a regola d'arte sono fra i requisiti più importanti per la costruzione e la ristrutturazione di edifici ad alta efficienza energetica, dal momento che il comfort nell'abitare dipende in gran parte anche dai serramenti. Finestre obsolete causano un aumento dei costi di riscaldamento, discomfort dovuto alla variazione della temperatura e dannosi spifferi.
Otre a garantire un miglior comfort interno, la sostituzione dei vecchi infissi con finestre a risparmio energetico comportano, generalmente si ripagano in alcuni anni proprio in virtù del risparmio che permettono, anche grazie alle agevolazioni fiscali per interventi di risparmio energetico.

Ma come si riconoscono le buone finestre? Quali sono i vetri adatti? Quale è il materiale migliore per il telaio? E la domanda determinante per valutarne la qualità complessiva: le finestre sono state installate a regola d'arte?

Come parte dell'involucro dell'edificio, le finestre devono svolgere molte funzioni. Permettono il contatto con il mondo esterno, forniscono luce e ventilazione, proteggono dalle intemperie e dal rumore esterno e allo stesso tempo mantengono più calore possibile all'interno della casa. Finestre e porte scarsamente isolate permettono la fuoriuscita di circa un terzo del calore che è effettivamente destinato a riscaldare le stanze. Un altro 20-30% del calore può andare disperso attraverso la ventilazione naturale.
Tuttavia, la ventilazione è fondamentale per un'elevata qualità dell'aria interna, per ridurre l'umidità e per prevenire la formazione di muffa. Un sistema di ventilazione meccanica controllata che al comfort unisca il recupero di calore è il modo più efficiente dal punto di vista energetico per garantire i necessari ricambi d'aria.



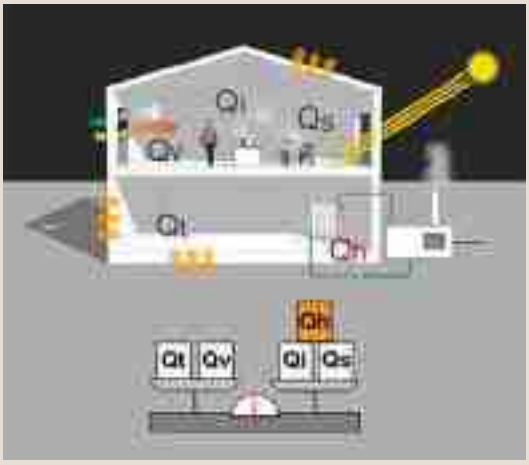
Foto: Wolf Fenster

Tuttavia, la finestra è anche l'unico componente dell'involucro dell'edificio che non solo perde energia, ma può anche immetterla attraverso la radiazione solare. Ciò che in inverno favorisce guadagni energetici e un senso di benessere può però portare al surriscaldamento in estate, se non sono previsti sistemi di ombreggiamento e schermatura solare. I sistemi di schermatura esterna come le tapparelle o le veneziane sono i più efficaci. Sistemi di schermatura installati all'interno degli ambienti riducono solo l'effetto di abbagliamento, ma non il calore entrante.
Una buona finestra può offrire però anche altri vantaggi. Un vetro isolante a più lastre appositamente selezionate può migliore di molto le proprietà fonoisolanti del serramento.

Per evitare l'insorgere di problemi, la sostituzione delle finestre dovrebbe essere sempre effettuata come parte di un piano di ristrutturazione completo. Se possibile, anche il cassonetto dell'avvolgibile dovrebbe essere sostituito o

### GLI APPORTI SOLARI GRATUITI

L'involucro disperde energia per trasmissione, attraverso l'involucro (Qt), e per ventilazione, in quanto è necessario "rinnovare" l'aria interna (Qv). Queste perdite di calore sono bilanciate dagli apporti di calore dovuti alla presenza di persone e delle loro attività, come cucinare, stirare, fare la doccia (Qi) e alla radiazione solare che entra attraverso le finestre (Qs). Il bilancio tra perdite (Qt e Qv) e guadagni (Qi e Qs) è generalmente negativo e pertanto per compensare le perdite occorrerà introdurre una certa quantità di energia (Qh), per pareggiare i due piatti della bilancia.



almeno dovrebbe essere previsto un suo miglioramento energetico. Inoltre sarebbe sempre opportuno sostituire i serramenti in concomitanza di interventi di isolamento delle pareti esterne.

**PAROLA CHIAVE: FINESTRE A RISPARMIO ENERGETICO**

Le finestre e le porte devono avere una dichiarazione di prestazione (DoP) ed una marcatura CE. Le ampie proprietà tecniche dei prodotti di alta qualità sono contrassegnate in modo semplice e comprensibile per il consumatore dal sigillo Finestra Qualità CasaClima

La qualità termica di una finestra dipende essenzialmente da due valori:

- dal fattore solare g (-), che indica quanta radiazione solare lascia passare la vetrata. Più alto è il valore g, maggiori sono i guadagni solari, ma maggiore è il rischio di surriscaldamento nella stagione estiva;
- la trasmittanza termica dell'infisso Uw (W/m²K), che indica la proprietà termoisolante della finestra. Più basso è il valore Uw, migliore è l'isolamento termico e minori sono le perdite di calore. Il valore Uw delle finestre a risparmio energetico è 1,2 W/m²K inferiore.



Il serramento oggi è chiamato a rispondere ad una serie di requisiti legati alle esigenze di:

- illuminazione naturale degli ambienti e contatto visivo con l'esterno;
- resistenza meccanica alle sollecitazioni esterne, in particolare a quelle dovute alla pioggia, al vento, alla neve e alla grandine;
- isolamento termico per garantire il comfort all'interno degli ambienti e contenere i costi di riscaldamento e di condizionamento;
- ventilazione naturale per permettere lo smaltimento dell'anidride carbonica e di altre sostanze nocive prodotte dall'uomo e dalle sue attività. Se si considera che il valore minimo richiesto come ricambio d'aria è di 0,5 vol/h, si dovrebbe in un'ora rinnovare una quantità di aria pari alla metà del volume dell'ambiente. Inoltre, una corretta ventilazione consente di smaltire l'umidità in eccesso e riduce il rischio di formazione di condensa ed eventuali muffe;
- sicurezza per garantire un'adeguata protezione dalle intrusioni e della privacy;
- estetica, se si considera che le finestre sono ormai un elemento centrale sia nella progettazione delle facciate esterne sia nell'arredamento degli interni;
- isolamento acustico per garantire un buon isolamento dai rumori provenienti dall'esterno.

# 11.2 ALLA RICERCA DELLA FINESTRA GIUSTA

Negli ultimi anni i serramenti hanno visto una notevole evoluzione nella scelta dei materiali. Le finestre di oggi rappresentano il componente più tecnologico dell'involucro edilizio e quello su cui i produttori stanno più sperimentando, per renderlo sempre più prestazionale e adatto a edifici a basso consumo.

Dal punto di vista energetico la qualità di una finestra si valuta attraverso la trasmittanza termica $U_w$ (U window), che indica il valore dell'intera finestra in W/m²K secondo la UNI EN ISO 10077-1. Quanto più basso è questo valore, tanto maggiori sono le prestazioni dell'intero elemento.

Il valore è calcolato su un campione di serramento con misure standard e, quindi, va paragonato a valori di campioni delle stesse dimensioni. Esso è definito in base alle caratteristiche del:

- **Vetro isolante**: il valore di riferimento è la trasmittanza termica $U_g$ (U glass) che indica la dispersione di energia del vetro espressa in W/m²K. Quanto più basso è questo valore tanto più elevato è l'isolamento termico del componente vetrato;
- **Telaio**: il valore di riferimento è la trasmittanza termica $U_f$ (U frame) che indica il valore di dispersione di energia del telaio fisso e mobile in W/m²K. Quanto più basso è questo valore, tanto più elevato è l'isolamento del telaio;
- **Distanziatore**: il valore di riferimento è la trasmittanza termica lineare ψ (psi) che indica il valore di dispersione di energia nel collegamento tra telaio, distanziale e vetro.

Il valore complessivo Uw si calcola attraverso la formula:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \psi_g}{A_g + A_f}$$

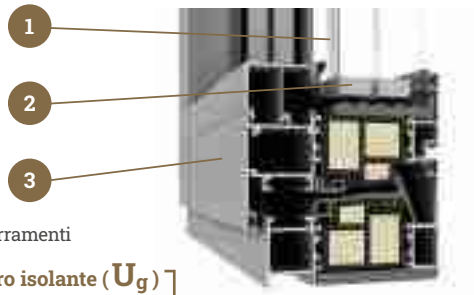
$A_g$ = superficie del vetro isolante
$U_g$ = trasmittanza termica del vetro isolante
$A_f$ = superficie del telaio
$U_f$ = trasmittanza termica del telaio
$l_g$ = perimetro totale del vetro isolante (bordo di contatto vetro-telaio)
$\psi_g$ = trasmittanza termica lineare del distanziatore

### LA FINESTRA

La finestra costituisce un vero e proprio sistema composto da più elementi, ognuno dei quali ha una propria funzione e contribuisce a definirne le caratteristiche complessive:

- **CONTROTELAIO**: telaio a quattro lati inserito a contatto con la muratura perimetrale del foro finestra e fissato ad essa;
- **TELAIO FISSO:** è la parte fissa del telaio che sostiene il telaio mobile;
- **TELAIO MOBILE**: anta mobile o anta a vasistas o scorrevole;
- **VETRO ISOLANTE:** è il componente che caratterizza un serramento, composto almeno da due lastre di vetro riempito con gas nobile. Può essere installato nel telaio fisso oppure nell'anta mobile;
- **DISTANZIATORE:** il vetro isolante è composto da lastre di vetro che lungo il perimetro vengono collegate/distanziate da questo elemento. Oggi vengono usati distanziatori "isolanti" chiamati "Warm edge";
- **SISTEMA OMBREGGIANTE E OSCURANTE**: serve ad eliminare o diminuire l'ingresso della luce e della radiazione solare attraverso il vetro. Può essere installato all'esterno, nell'intercapedine del vetro isolante o all'interno, anche se l'installazione all'esterno è quella più efficace. Sono sistemi esterni gli scuri, le persiane, le serrande, le veneziane, le tende. In intercapedine (fra una lastra di vetro e l'altra) possono essere messe piccole veneziane orientabili. Sistemi interni, infine, sono le tende applicate ai vetri o appese alla mantovana interna;
- **CASSONETTO**: se il sistema oscurante è realizzato con tapparelle avvolgibili, esse vengono arrotolate o raccolte all'interno del cassonetto posto sopra il serramento;
- **SOGLIA**: il controtelaio e il telaio fisso sono appoggiati o adiacenti a una lastra detta soglia nel caso di porte e davanzale nel caso di finestre.

**Componenti finestra**



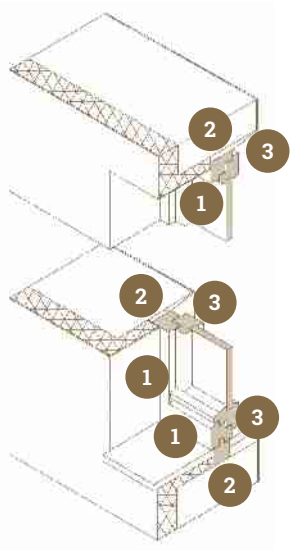

SMP Serramenti

1. Vetro isolante ($U_g$)
2. Distanziatore ($\psi_g$)
3. Telaio ($U_f$)

} = Finestra ($U_w$)

**Piani funzionali dei giunti di posa**

1. **Piano di tenuta agli agenti atmosferici**
2. **Piano di isolamento termo-acustico e fissaggio meccanico**
3. **Piano di tenuta all'aria sul lato interno**




## La scelta del telaio della finestra

Un buon telaio è la base per la stabilità e l'efficienza energetica di una finestra, oltre ad essere un elemento costruttivo fondamentale quale supporto delle lastre di vetro. Inoltre, sebbene la sua quota di superficie incida poco su quella totale dell'intero serramento (dal 15% al 35%) è in grado di influenzare fortemente l'estetica della costruzione.

Normalmente si compone di due elementi:

- una parte fissa, il telaio vero e proprio, saldamente ancorato alla parete;
- una parte mobile, l'anta della finestra, collegata al telaio con cerniere. Ha lo scopo di adattarsi perfettamente alla cornice del telaio assicurando così una chiusura salda ed ermetica della finestra. A questo scopo, l'anta è dotata di guarnizioni in gomma.

I materiali comunemente più utilizzati per i telai delle finestre negli edifici residenziali sono:

- il legno;
- l'alluminio;
- il PVC.

Inoltre, per migliorare le proprietà fisico-strutturali dell'elemento può essere utile anche una combinazione di questi materiali come PVC-alluminio oppure legno-alluminio.

## QUALE È IL MATERIALE MIGLIORE PER LE FINESTRE DI CASA TUA?



A questa domanda non è facile rispondere. Dipende: i fattori di scelta possono essere molteplici in funzione del luogo in cui si trova l'edificio, se ci sono vincoli architettonici da rispettare, dalla rigidità del clima, dal budget a disposizione, e non meno importante, dal gusto personale.

### TELAIO IN LEGNO O LEGNO-ALLUMINIO

Le finestre in legno sono un classico. È stato usato per fare questi elementi di costruzione per secoli - e per una buona ragione. Il legno combina una facile lavorazione con un'alta stabilità e un buon valore isolante naturale. È anche caratterizzato da un peso contenuto. A questo si aggiunge la naturalezza del materiale.



Fonte: Tip Top Fenster

**Finestra con telaio in legno**



Fonte: Wolf Fenster

**Finestra con telaio in legno/alluminio**

Sia il legno massiccio che il legno lamellare sono adatti alla produzione di finestre in legno. In entrambi i casi, il legno viene sottoposto a determinati trattamenti per stabilizzare il suo contenuto di umidità e quindi le sue proprietà dimensionali e per renderlo resistente agli agenti atmosferici e all'attacco dei batteri.

Le finestre di legno sono durevoli ma hanno bisogno di una manutenzione regolare. La resistenza alle intemperie può essere migliorata da un guscio esterno in alluminio. Se tali finestre vengono smaltite, il recupero del materiale è facilitato dal fatto che gli elementi sono collegati insieme con un sistema a clip.

### TELAIO IN PVC

Il PVC è un materiale plastico composto da cloruro di polivinile. I telai realizzati con questo materiale si caratterizzano per la riciclabilità, la richiesta di poca manutenzione e un ottimo rapporto qualità prezzo.

Il telaio in PVC è prodotto attraverso l'estrusione del materiale plastico in profilati cavi a più camere, rinforzati internamente. Il potere isolante degli infissi in PVC è strettamente legato alla geometria del telaio e al numero di camere d'aria ricavate all'interno del profilo.

I profili in PVC possono inoltre essere riciclati. I profili inutilizzati, gli sfridi o gli avanzi di taglio vengono triturati e riciclati Il materiale riciclato ottenuto in questo modo viene utilizzato per fabbricare nuovi profili in PVC con le stesse caratteristiche fisico-strutturali di quelli non riciclati.

Come i telai in legno, anche quelli in PVC sono sempre più spesso offerti in combinazione con un rivestimento esterno in alluminio. La parte in PVC assume la funzione portante e di isolamento termico, l'alluminio offre più libertà di scelta di colori e nel design. Il collegamento tra i due materiali è pensato in modo tale che i due profili non abbiano problemi a causa della diversa dilatazione termica dei due componenti.




**Finestra con telaio in PVC**

### TELAIO IN ALLUMINIO

Le finestre in alluminio sono estremamente resistenti alle intemperie e molto stabili pur avendo un peso ridotto, motivo per cui sono spesso scelte per coprire grandi superfici vetrate. Per la produzione dei profili viene utilizzata una lega di alluminio specifica con parti in silicio, magnesio e rame.




**Finestra con telaio in alluminio**

Poiché questo materiale è un buon conduttore di calore un telaio in alluminio, per essere conforme alle direttive sul risparmio energetico, deve essere a "taglio termico". Deve avere, cioè, all'interno del profilo metallico un materiale plastico multicamera in grado di interrompere il flusso di calore diretto verso l'esterno. Gli attuali telai in alluminio hanno calori $U_f$ molto bassi e un taglio termico molto importante, motivo per cui potrebbero quasi essere considerate finestre in plastica con un guscio di alluminio su entrambi i lati.

### COME DISTINGUERE UN INFISSO A TAGLIO TERMICO



Per verificare se l'infisso in alluminio è a taglio termico è sufficiente aprire l'anta della finestra. Osservando con attenzione lo spessore del telaio, qualora si noti un elemento non in metallo (solitamente appare come un listello in materiale plastico), si è in presenza di un profilato a taglio termico.

## Tecnologia del vetro

In media, i vetri rappresentano circa due terzi della superficie della finestra. Le vetrate isolanti devono essere scelte in base alle caratteristiche dell'edificio da costruire. Esse influenzano significativamente la performance termica delle finestre e quindi il comfort all'interno dell'edificio e il risparmio energetico dell'edificio. Pertanto, i requisiti di base che devono essere tenuti in considerazione sono:

- l'Isolamento termico;
- il controllo della radiazione solare;
- l'isolamento acustico;
- la sicurezza in caso di rottura del vetro e protezione antieffrazione.

I vetri singoli sono inefficienti e non rispondendo più ai requisiti di legge non sono più in commercio. Sono stati sostituiti da vetrate isolanti a doppio o triplo vetro separate da intercapedini che possono essere riempite con aria secca o anche con gas nobili, per migliorare le prestazioni termiche. Il gas comunemente utilizzato nei vetrocamera è l'argon, in quanto ha il miglior rapporto costi-benefici.

**CONFRONTO TRA TELAI DI DIVERSI MATERIALI**

I valori delle trasmittanze termiche dei telai Uf sono ricavati dalla UNI EN ISO 10077-1;
in mancanza di altri dati i valori riportati in tabella possono essere usati come riferimento.

| Materiale | Tipologia | Trasmittanza termica del telaio Uf [W/m²K] |
|---|---|---|
| Legno | **Legno duro (λ = 0,18 W/mK)** | |
| | Legno spessore telaio 68 mm | 2,1 |
| | Legno spessore telaio 90 mm | 1,9 |
| | **Legno di abete (λ = 0,11 W/mK)** | |
| | Legno spessore telaio 68 mm | 1,8 |
| | Legno spessore telaio 90 mm | 1,6 |
| PVC | Profilo a tre camere | 2,0 |
| | Profilo a cinque camere | 1,2 |
| | Profilo a sette camere | 1,0 |
| Alluminio | Profilo a taglio termico | 2,5-3,8 |
| | Profilo senza taglio termico | 5,0-7,0 |
| Materiali compositi | Legno con anima in sughero | 1,2 |
| | Legno con anima in poliuretano | 0,7-0,8 |
| | Profilo in PVC a cinque camere con isolante | 0,8 |



Fonte:: Finstral



Fonte: Finstral

**Finestra con triplo vetro**

## VETRO TERMOISOLANTE

Con il termine abbreviato di vetro isolante si intende un'unità vetrata complessa e funzionale costituita da più lastre di vetro. Essa è composta almeno da due lastre di vetro separate da uno spazio ermeticamente sigillato (di solito da 8 a 16 mm), collegate da un distanziatore e chiuse da una sigillatura elastica. Il valore che indica il livello di trasmittanza termica del vetro è $U_g$, espresso in W/m² K.

Il principio della vetrata isolante si basa sul fatto che l'aria immobile è un cattivo conduttore di calore. Lo spazio d'aria racchiuso tra i vetri diventa quindi uno strato termoisolante e di conseguenza la perdita di energia è notevolmente ridotta rispetto ai vetri singoli. Riempiendo l'intercapedine tra i vetri con gas inerte come argon o krypton, l'effetto di isolamento termico può essere ulteriormente aumentato. Le lastre di vetro possono anche essere dotate di rivestimenti che riflettono la radiazione termica o la radiazione solare.

Le vetrate termoisolanti sono composte da:

**Vetro float.** Questo tipo di vetro si ottiene fondendo ad alte temperature sostanze come sabbia di quarzo, soda e calce. Il nome deriva dal nome inglese del più comune processo di fabbricazione industriale "to float". Deriva dal fatto che il nastro di vetro risultante galleggia su uno strato di stagno fuso (liquido) durante il processo di produzione.

**Distanziatore - bordo caldo.** I componenti essenziali della tenuta del bordo del vetro isolante sono i distanziatori.
I distanziatori sono piccoli profili fatti di acciaio inossidabile, di plastica o di un mix di materiali a bassa conducibilità termica. Inoltre, sono riempiti con un essiccante che assorbe l'umidità residua contenuta nello spazio tra i vetri. Quando si usano questi distanziatori termicamente migliorati, il bordo del vetro è chiamato bordo caldo.

**Intercapedine con gas.** Per incrementare le caratteristiche di isolamento delle vetrate l'intercapedine è generalmente riempita con gas nobili, al posto dell'aria secca.

**Distanziatori**




Fonte: Finstral



Foto: Agenzia CasaClima

**Distanziatori**

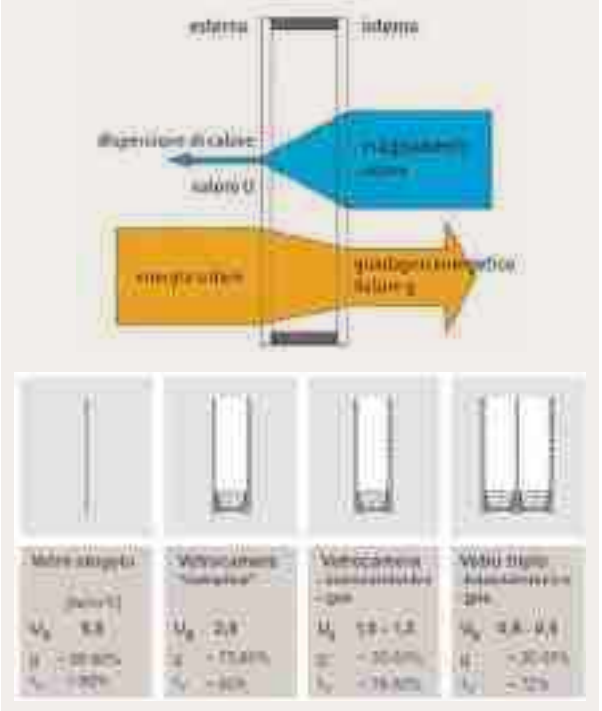
Per migliorare le prestazioni termiche di una vetrata termoisolante è possibile sottoporre i vetri a dei trattamenti eseguiti sul lato interno della lastra. I trattamenti superficiali vengono anche detti "coating" (rivestimento) e si distinguono principalmente in due tipologie:

- coating basso emissivo;
- coating selettivo.

**Vetro bassoemissivo.** È un vetro in grado di ridurre la dispersione del calore contenuto all'interno dell' abitazione. Le superfici vetrate tendono a far uscire il calore accumulato negli spazi chiusi. Con un vetro basso emissivo la dispersione del calore interno si riduce grazie a un rivestimento in ossidi metallici che viene inserito su una delle due lastre della vetrocamera.

In sintesi un vetro bassoemissivo garantisce che il calore sia trattenuto nell'edificio mantenendo allo stesso tempo una buona trasmissione luminosa.

**Funzionamento vetro bassoemissivo**



## COSA SIGNIFICA?

Quando si comprano dei nuovi serramenti se il nostro è un rivenditore serio ci fornirà immediatamente tutte le caratteristiche tecniche dei serramenti, sia del telaio che del vetro installato. Il problema, potrebbe essere nostro perché non è facile districarsi con termini così tecnici.

Se ci troviamo di fronte ad una sigla di questo tipo

- **33.1+16Ar+BE4 (low-E)** descrive la struttura di un vetro isolante.

Scomponiamola:

- **33.1:** Vetro di sicurezza 3 mm + 3 mm di vetro float incollato con uno strato di pellicola di 0,1 mm.
- **16 Ar:** 16 mm di spazio tra i vetri riempiti di argon
- **BE 4:** 4 mm di vetro float con rivestimento di protezione dal calore
- **(low-E)** vetro basso emissivo
- **Ar, Kr** sono i simboli chimici per il gas argon e krypton utilizzati per riempire l'intercapedine della vetrocamera, come alternativa all'aria secca.

**Vetro selettivo o a controllo solare**

Il vetro selettivo è un vetro a cui è stato applicato sulla faccia interna del vetro esterno, un coating che riduce il passaggio della radiazione solare sia verso gli ultravioletti che gli infrarossi. In questo modo riesce a fornire una buona protezione solare ed essere un utile strumento contro il surriscaldamento estivo.
Se il rivestimento è applicato all'esterno della lastra di vetro esterna, la riflettanza della luce è più alta, con conseguente aumento dell'effetto specchio. Se il rivestimento di controllo solare è usato solo all'interno della lastra esterna (come per tutti i vetri che riflettono gli infrarossi), l'effetto specchio è minore o nullo. In alcuni casi, la riflessione è addirittura inferiore a quella di un vetro non rivestito.
I sistemo a bassa emissione e selettivi possono anche essere combinati in un vetro isolante.

### VETRO DI SICUREZZA

Il vetro di sicurezza è un vetro le cui proprietà di rottura sono state alterate da una lavorazione speciale in modo da avere un comportamento di rottura sicuro. La norma UNI 7697 definisce i criteri di sicurezza per le applicazioni del vetro e indica quali vetri devono essere scelti per le diverse applicazioni, sia interne che esterne, per garantire la sicurezza delle persone, animali e cose, dalla caduta e dalle lesioni dovute alla rottura del vetro.

### COME RICONOSCERE UN VETRO BASSOEMISSIVO O SELETTIVO?

Per capire se un vetro ha un trattamento bassoemissivo è sufficiente avvicinare un accendino e vedere il colore delle fiamme riflesse. Se sono tutte uguali, solitamente gialle, non c'è trattamento. Se una delle due fiamme è di colore scuro, tendente al violaceo, è stato applicato un coating basso-emissivo. Se la fiamma violacea è sulla lastra interna, il coating è bassoemissivo, mentre se la fiamma violacea è sulla lastra esterna, il coating è selettivo.



Vetro float senza coating (fiamme gialle)



Coating bassoemissivo
(fiamma violacea sulla lastra interna)

Esistono due tipi di vetro di sicurezza: il vetro temprato e il vetro stratificato.

In generale, quindi i vetri di sicurezza svolgono due funzioni:

- proteggono le persone dal rischio di ferite gravi in caso di impatto o di caduta accidentali;
- difendono lo spazio abitativo ritardando l'effrazione e spesso anche l'intrusione.

Il **vetro stratificato (UNI EN ISO 12543)** è composto da due o più lastre di vetro, unite tra loro da uno o più fogli di una pellicola plastica (PVB) che aderisce su tutta la superficie incrementando la resistenza della lastra.
In caso di rottura, il film plastico trattiene i frammenti di vetro e offre resistenza residua riducendo il rischio di ferite da taglio e perforazione.

Il **vetro temprato (UNI EN 12150)** viene sottoposto ad uno specifico trattamento termico per aumentare la resistenza agli urti e alla flessione e ne modifica la modalità di rottura.
In caso di rottura si sbriciola in piccoli frammenti inoffensivi dal bordo smussato. Per questo motivo non può essere impiegato sul lato interno per elementi vetrati a tetto.

## FATTORE (g) E TRASMISSIONE LUMINOSA (TL)

Oltre al valore di trasmittanza termica $U_g$, le vetrate sono caratterizzate anche da altri due parametri.

Il **fattore solare (g o FS)** indica la frazione di energia termica solare (calore) che attraversa la lastra, rispetto a quella totale incidente. Al diminuire del fattore solare g si riducono pertanto gli apporti energetici solari.

Ai fini dell'acceso alle detrazioni fiscali la legislazione vigente sulle prestazioni energetiche degli edifici richiede l'utilizzo di schermature solari come minimo appartenenti alla classe 2, escludendo quindi quelle in classe 0 e 1.

Il DM del 26/06/2015 stabilisce che, in presenza di una schermatura solare mobile, il fattore solare gtot (g vetro isolante + g sistema schermante deve essere inferiore o uguale a 0,35.

| Classi | $g_{tot}$ | effetto |
|---|---|---|
| 0 | $g_{tot} \geq 0{,}50$ | molto scarso |
| 1 | $0{,}35 \leq g_{tot} < 0{,}50$ | minimo |
| **2** | **$0{,}15 \leq g_{tot} < 0{,}35$** | **moderato** |
| **3** | **$0{,}10 \leq g_{tot} < 0{,}15$** | **buono** |
| **4** | **$g_{tot} < 0{,}10$** | **ottimo** |

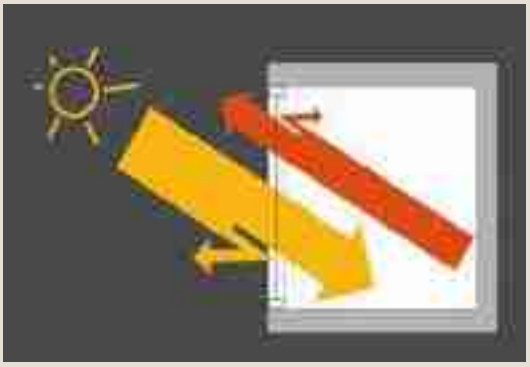
La **trasmissione luminosa (TL),** espressa in percentuale, è la frazione della luce solare incidente che il vetro lascia passare e che illumina il locale.
Maggiore è il valore di trasmissione luminosa maggiore sarà luminoso l'interno dell'ambiente.

### IL VETRO E L'EFFETTO SERRA

Il vetro è un materiale permeabile alla radiazione solare. La radiazione solare che raggiunge la terra è composta da raggi ultravioletti (UV), onde corte, infrarossi (IR), onde lunghe e luce visibile.

La radiazione solare a onde corte che incide sul vetro, così come la luce visibile, viene in gran parte trasmessa verso l'interno del locale. Qui viene assorbita dai muri, dai solai, dalle pareti interne e dai mobili che si riscaldano rilasciando energia termica sotto forma di radiazioni a infrarossi. Gli IR riescono ad attraversare il vetro solo in minima parte e rimangono intrappolati nell'ambiente provocando l'innalzamento della temperatura interna.

La capacità di un vetro di selezionare la radiazione solare provoca il fenomeno che viene definito "effetto serra".



### CARATTERISTICHE DI SICUREZZA DEI VETRI

La norma UNI 7697 **"Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie"**, è stata rivista completamente nel 2021.

Essa definisce le caratteristiche di sicurezza dei vetri secondo la destinazione d'uso e in particolare impone che tutte le vetrate siano di sicurezza, anche in ambito residenziale e per porzioni superiori a 100 cm di altezza dalla quota del pavimento.

In particolare, la norma prevede che:

- per le finestre con bancale a quota ≥ 100 cm sia di sicurezza solo la lastra interna;
- per le portefinestre o per le finestre con bancale a quota < 100 cm siano di sicurezza sia la lastra interna che quella esterna.

**Modalità di rottura dei vari tipi di vetro**



Foto: Steve Mann/Adobe Stock

**Vetro float normale**



Foto: Chungking/Adobe Stock

**Vetro temperato**



Foto: Stocksolutions/Adobe Stock

**Vetro stratificato**

### FINESTRE ANTIEFFRAZIONE

Le finestre possono essere dotate di accorgimenti di protezione per dissuadere e ostacolare l'intrusione degli estranei.
I vetri antisfondamento sono vetri rinforzati con speciali pellicole che ne aumentano la resistenza: più sono gli strati di vetro e pellicola, più difficile sarà rompere la finestra. Inoltre, anche se il vetro dovesse cedere, rimarrebbe comunque incollato alla pellicola impedendo di creare un varco d'accesso.

Nella maggior parte dei casi, però, il malintenzionato cercherà di intervenire scardinando l'anta. È più raro che cerchi di rompere il vetro.

In questo caso le soluzioni possono essere:

- ferramenta dotata di specifici nottolini fissati con rinforzi di acciaio e di nottolini antieffrazione inseriti nel perimetro della struttura per rafforzare l'intero sistema;
- una maniglia dotata di chiavi o un pulsante per bloccare l'apertura;
- una piastra supplementare a protezione della ferramenta chiamata "inserto antitrapano" per evitare che si cerchi di perforare l'anta in corrispondenza della maniglia e aprirla dall'esterno.

## Focus: le finestre nella direttiva tecnica CasaClima

Nella direttiva tecnica CasaClima per i nuovi edifici sono indicati alcuni requisiti minimi per le connessioni delle finestre agli edifici.
Principalmente si richiede che la temperatura superficiale negli angoli dei componenti interni dell'edificio e nei collegamenti finestra/porta finestra non debba scendere sotto i determinate temperature di riferimento per evitare la formazione di muffa.

Le diverse opzioni costruttive sono illustrate nel Catalogo CasaClima dove, già testate dal punto di vista termico, si possono trovare utili informazioni per i tecnici.
Inoltre, il tecnico può determinare la temperatura esatta nel punto di connessione con l'aiuto del "Catalogo FEM CasaClima", scaricabile del sito. In alternativa si può effettuare un calcolo FEM bidimensionale redatto da un tecnico esperto.

## Isolamento acustico

L'aumento dell'inquinamento acustico causato dal traffico stradale, ferroviario ed aereo, rischia di compromettere la nostra qualità di vita e, nel lungo termine, può comportare danni psico-fisici e alla salute.

Per chi abita in case o appartamenti costantemente esposti al rumore, una soluzione efficace e conveniente è sicuramente quella di scegliere finestre ad elevato isolamento acustico in grado di ridurre, insieme all'involucro edilizio opaco, i rumori aerei provenienti dall'esterno. Tale capacità è detta potere fonoisolante e si traduce in un abbattimento acustico misurato in decibel (dB): maggiore è il valore del potere fonoisolante ($R_w$) di un serramento, maggiore è la sua capacità di ridurre i rumori esterni in ingresso.



Foto: Agenza CasaClima

A determinare le prestazioni acustiche di un serramento concorrono:

- un'ottima tenuta all'aria ottenibile con una posa eseguita a regola d'arte, con materiali isolanti morbidi e fibrosi e nastri autoespandenti o nastri adesivi, e con particolare cura alle battute di chiusura che devono essere sigillate con almeno due guarnizioni. La tenuta all'aria e l'isolamento acustico sono infatti strettamente legati in quanto il passaggio d'aria porta con sé anche il passaggio di rumore;
- il materiale utilizzato per il telaio: legno e PVC hanno generalmente prestazioni migliori rispetto all'alluminio;
- i gas di riempimento: i gas nobili isolano acusticamente meglio dell'aria secca;
- la presenza o meno di coibentazione acustica nel cassonetto, dove è alloggiato l'avvolgibile.

Il vetro ha un ruolo fondamentale nella definizione della qualità fonoisolante di un serramento e in particolare sono importanti:

- lo spessore delle lastre: uno spessore maggiore le rende acusticamente più performanti. Non è consigliabile però aumentare oltre un certo limite lo spessore delle lastre, meglio inserire vetri accoppiati di spessore variabile;
- lo spessore dell'intercapedine: scegliere un vetrocamera con ampie intercapedini migliora le prestazioni acustiche del serramento.



| 4-16-44.2 | 6-16-44.2 | 44.2-16-44.2 |
|---|---|---|
| $R_W$ | $R_W$ | $R_W$ |
| **40 dB** | **42 dB** | **45 dB** |

La normativa italiana valuta l'isolamento acustico della facciata complessivamente (finestre+pareti) attraverso un indice misurato anch'esso in decibel, specifico per le diverse destinazioni d'uso dell'edificio. Per le abitazioni il valore minimo da rispettare è di 40 dB. I serramenti oggi in commercio hanno un abbattimento acustico che va dai 30 ai 46 dB, ma che può arrivare fino a 53 dB per specifiche destinazioni d'uso e per particolari localizzazioni.

Nella maggior parte delle costruzioni moderne la parte in muratura della facciata è sempre nella norma ed è spesso il serramento l'elemento che abbassa le prestazioni acustiche. Infatti, per la natura stessa degli elementi di cui è composto, il serramento non riesce, in genere, a pareggiare le performance acustiche della parte muraria.



Foto: Agenzia CasaClima

**Misurazione del triplo vetro**

## Caratteristiche prestazionali dei serramenti: prove ambientali acqua-aria-vento

Tutte le caratteristiche prestazionali dei serramenti sono da determinarsi attraverso misure di laboratorio eseguite secondo la norma di prodotto UNI EN 14351-1. Le prove possono essere effettuate e i risultati rilasciati solo da laboratori notificati.

### PERMEABILITÀ ALL'ARIA

La permeabilità all'aria dei serramenti si misura secondo la norma UNI EN 1026. La prova testa la capacità del serramento di non far passare aria evitando così il passaggio di flussi indesiderati di aria ("spifferi"). Il risultato di prova è classificato secondo la norma UNI EN 12207. Le classi di permeabilità all'aria sono quattro: dalla classe 1, la peggiore, che indica un'elevata permeabilità all'aria, alla classe 4, la migliore, che indica una ridotta permeabilità all'aria.
Nel test viene applicata una pressione d'aria crescente sulla superficie del campione. Ad ogni incremento di pressione si misura quanta aria è riuscita ad "attraversare" il serramento.

La ridotta permeabilità all'aria è importante per:

- l'efficenza energetica: consente di ridurre le perdite di energia attraverso la finestra;
- il comfort interno: per non percepire correnti d'aria e differenze di temperatura in prossimità delle finestre;
- il comfort acustico: se passa l'aria si consente anche il passaggio di rumori esterni.

Per garantire la tenuta all'aria, un serramento deve essere dotato di guarnizioni lungo tutto il perimetro di battuta e deve consentire una perfetta chiusura tra le ante mobili oltre che tra anta mobile e telaio fisso.

### TENUTA ALL'ACQUA

La prova di tenuta all'acqua testa la capacità del serramento di impedire infiltrazioni d'acqua anche in seguito ad acquazzoni accompagnati da raffiche di vento a pressioni variabili. La tenuta all'acqua si testa sottoponendo un campione di serramento a getti di acqua a pressione crescente a determinati intervalli di tempo. Le classi di tenuta all'acqua vanno dalla 1A (la peggiore, rappresentativa di una scarsa tenuta all'acqua) alla 9A, come indicato dalla norma UNI EN 12208:1027. CasaClima consiglia una classe 8A.

### RESISTENZA AL CARICO DEL VENTO

La resistenza al carico del vento misura la capacità di un infisso, sottoposto a violente pressioni e/o depressioni, secondo la UNI EN 12211, di mantenere una deformazione ammissibile, di conservare le sue proprietà e di evitare aperture accidentali. Questa prova garantisce, dunque, la sicurezza per gli abitanti, che potrebbero venire colpiti da aperture improvvise del serramento, nonché la robustezza e la sicurezza dei sistemi di chiusura. Le classi di resistenza al vento sono 15 e sono definite da una lettera che identifica la deformazione (deformazione crescente dalla lettera A alla lettera C) e da un numero che identifica la classe di resistenza al vento (carico crescente dal numero 1 al numero 5). La norma di riferimento è la UNI EN 12210.




**Prove ditenuta all'aria, all'acqua e al carico del vento**

**CLASSIFICAZIONI PRESTAZIONALI PER FINESTRE E PORTE ESTERNE SECONDO LA UNI EN 14351-1**

| Caratteristica prestazionale | Norma di prova | Norma di classificazione | | Classificazione | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| tenuta all'acqua | EN 1027 | EN 12208 | | 1A | 2A | 3A | 4A | 5A | 6A | 7A | 8A | 9A | E xxx | | |
| resistenza ai carichi del vento | EN 12211 | EN 12210 | freccia relativa frontale | A (1/150) | | | | B (1/200) | | | | C (1/300) | | | |
| | | | carico del vento | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| potere fonoisolante Rw | EN ISO 10140-1 | EN ISO 717-1 | | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 37 | 38 | 39 | 40 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| trasmittanza termica unitaria della finestra Uw | EN ISO 10077-1 | | | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1 | 0,9 |
| | EN ISO 10077-1 | ente notificato | | | | | | | | | | | | | |
| | EN ISO 12567-1 | | | | | | | | | | | | | | |
| trasmittanza termica unitaria del vetro Ug | EN ISO 10077-1 | | | 1,4 | 1,3 | 1,2 | | 1,1 | 1,0 | 0,9 | | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 |
| | EN 673 | ente notificato | | | | | | | | | | | | | |
| | EN 674 | | | | | | | | | | | | | | |
| proprietà radiative % | EN 410 | | | 26 | 39 | 42 | 48 | 54 | 60 | 65 | * | | | | |
| trasmissione luminosa TL % | | | | 51 | 60 | 65 | 70 | 75 | 82 | | * | | | | |
| permeabilità all'aria | EN 1026 | EN 12207 | | 1 | | | 2 | | | 3 | | 4 | | | |
| resistenza all'effrazione | EN 1628, EN 1629, EN 1630 | EN 1627 | | RC 1, RC 2N | | | | RC 2 | | | | RC 3 | | | |
| resistenza all'impatto | EN 12600 | EN 13049 | | 1 | | 2 | | | 3 | | 4 | | | 5 | |
| durabilità | EN 1191 | EN 12400 | | 0 | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | |

* In base ai requisiti posti

bassa media buona/molto buona molto buona/eccellente

## La Dichiarazione di Prestazione (DoP) e la marcatura CE

Dall'1 luglio 2013 è entrato in vigore in tutta Europa il Regolamento Europeo 305/2011 (Regolamento Prodotti da Costruzione-CPR 305/2011).
Per ogni prodotto da costruzione con norma armonizzata – per finestre e porte esiste la EN 14351-1 – il fornitore deve rilasciare la DoP che prende il posto della vecchia dichiarazione di conformità. È un documento obbligatorio che autorizza il produttore a immettere il proprio prodotto sul mercato dell'intera comunità europea. Mentre il marchio CE dimostra solo che il prodotto è conforme alle norme e non dà informazioni sulla qualità né sulla procedura di installazione e montaggio, la DoP indica tra i requisiti essenziali anche quelli relativi alla sostenibilità e al contenuto di sostanze pericolose.
Con il rilascio della dichiarazione di prestazione (DoP) il produttore si assume la responsabilità sui dati dichiarati ed è vincolato a fornire almeno il livello minimo alle prestazioni richieste. Le prestazioni riguardano principalmente la resistenza agli agenti atmosferici e l'isolamento termico.

# 11.3 PROTEZIONE SOLARE: CHIUSURE OSCURANTI E SCHERMATURE SOLARI

In un edificio a basso consumo energetico è indispensabile dotare i serramenti di un sistema di protezione solare per evitare il surriscaldamento estivo dei locali interni, lasciando al contempo la possibilità di sfruttare l'energia dell'irraggiamento solare nel periodo invernale.

### SISTEMI DI PROTEZIONE SOLARE

I requisiti principali richiesti ai sistemi di protezione solare sono:

- migliorare il comfort estivo, minimizzando il rischio di surriscaldamento dei locali;
- migliorare il comfort visivo, riducendo i fenomeni di abbagliamento e riflessione;
- consentire la regolazione e la distribuzione del flusso luminoso;
- consentire il contatto visivo con l'esterno;
- rendere possibile l'oscuramento totale nei locali destinati al riposo notturno;
- migliorare il comfort invernale, consentendo alla radiazione solare di contribuire al riscaldamento degli ambienti (guadagni solari gratuiti).

Nella scelta di un sistema di protezione solare è necessario considerare contemporaneamente diversi aspetti:

- il contesto dove si trova l'edificio: orientamento, presenza di vegetazione, microclima, ecc.;
- l'architettura, la tipologia della facciata, il tipo e la dimensione delle aperture, ecc.;
- requisiti termici, estetici ed economici.

In base alle differenti esigenze di illuminazione i sistemi di protezione solare si distinguono in:

- chiusure oscuranti, che impediscono completamente alla radiazione solare e alla luce di penetrare nei locali (ad es. tapparelle e avvolgibili, scuri, tende oscuranti);
- schermature solari, che consentono di filtrare la radiazione solare in ingresso e al contempo garantiscono l'illuminazione dei locali (veneziane, tende, frangisole).

In base alla posizione del sistema di protezione rispetto al serramento i sistemi di protezione solare si distinguono in:

- **schermature interne:** sono installate sul lato interno della finestra. Non evitano il surriscaldamento estivo in quanto non impediscono al calore di entrare negli ambienti. Ad esse deve pertanto essere riservata la funzione della regolazione luminosa e dell'introspezione e nel protocollo di certificazione CasaClima non sono considerate ai fini della protezione solare;
- **schermature esterne:** sono installate all'esterno della finestra. Sono efficaci contro il surriscaldamento in quanto trattengono all'esterno la radiazione solare, impedendo al calore di penetrare all'interno degli ambienti. Possono migliorare l'isolamento termico e acustico e la protezione antieffrazione. Di contro, però, sono esposti agli agenti atmosferici e devono quindi essere oggetto di regolare manutenzione;
- **schermature integrate:** sono installate direttamente all'interno del vetrocamera. Questi sistemi hanno il vantaggio di non essere direttamente esposti agli agenti atmosferici con grandi vantaggi in termini di pulizia e manutenzione. Nel protocollo di certificazione CasaClima possono essere installate rispettando le prescrizioni riportate della Direttiva Tecnica CasaClima.

Infine in base alla possibilità di regolazione i sistemi di protezione solare si distinguono in:

- **sistemi di schermatura fissi**: sono sistemi che non possono essere regolati e che devono pertanto essere ben progettati in base all'orientamento e alla latitudine del fabbricato per essere efficienti durante tutto il corso dell'anno. Lo svantaggio di questo tipo di sistema è che possono ridurre la disponibilità di luce e l'ingresso della radiazione solare in inverno, mentre in estate possono non essere efficaci per esposizioni quali l'est e l'ovest. Rientrano tra le schermature fisse: aggetti verticali e orizzontali (ad es. balconi, porticati, pensiline), frangisole non regolabili;
- **sistemi di schermatura mobili:** sono sistemi che possono essere regolati consentendo di modulare il livello di illuminazione e la radiazione solare in ingresso in base alle condizioni esterne e alle esigenze degli utenti. Rientrano in questa categoria tapparelle, frangisole, veneziane, scuri e persiane con lamelle orientabili, tende.




**Esempio di schermatura mobile a veneziana**

## SCELTA DEL SISTEMA DI PROTEZIONE SOLARE IN BASE ALL'ORIENTAMENTO

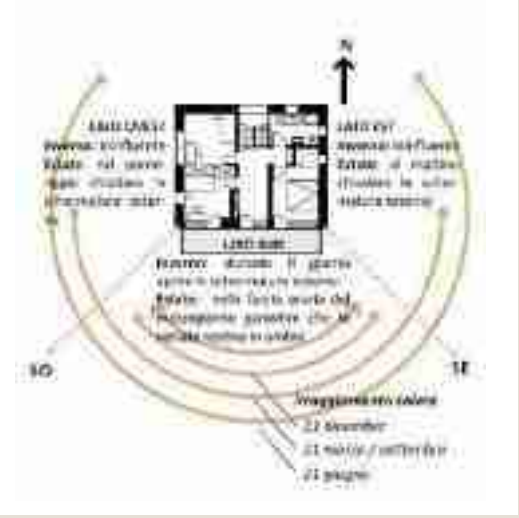
**Orientamento verso Sud**: le finestre a Sud intercettano il sole durante buona parte della giornata. In inverno la radiazione solare, utile per i energetici, colpisce le superfici vetrate con una bassa angolazione. In estate, dove esiste la necessita di difendersi dal surriscaldamento, il sole rimane alto sull'orizzonte permettendo di ombreggiare facilmente le finestre tramite schermature orizzontali fisse come aggetti, balconi e sporti di gronda.

**Orientamento verso Est/Ovest**: le finestre con quest'orientamento ricevono luce quando la posizione del sole è bassa (mattina ad Est, pomeriggio a Ovest) e per questo risultano più difficilmente schermabili con sistemi fissi e possono essere causa di surriscaldamento degli ambienti interni nel periodo estivo. Queste finestre necessitano quindi di schermature mobili, meglio adattabili alla variazione della posizione del sole come veneziane, tende esterne, ecc.

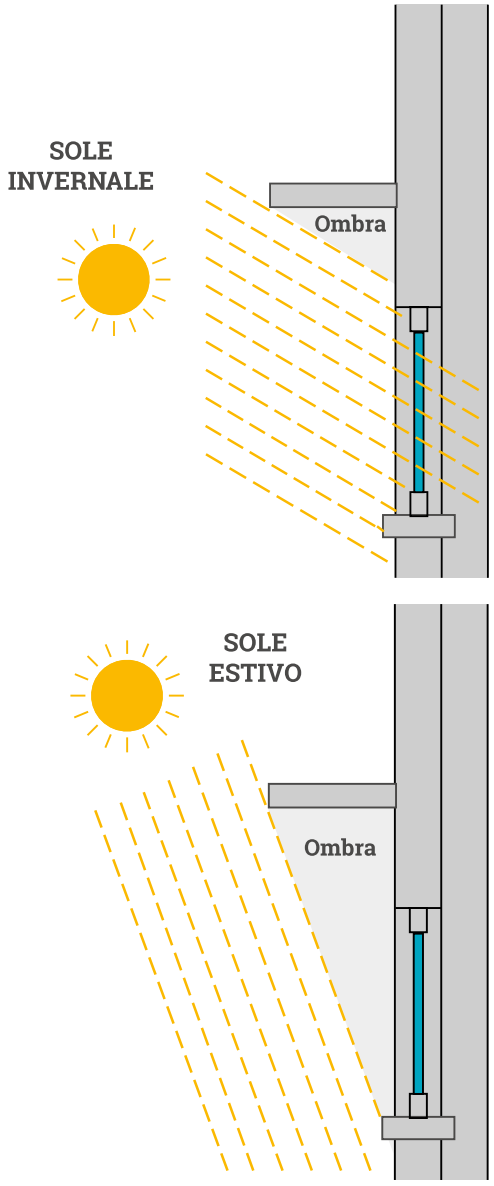
**Orientamento verso Nord**: le finestre a Nord non ricevono radiazione solare diretta e non hanno bisogno di schermature, se non come protezione o regolazione luminosa.

**Orientamento orizzontale:** le finestre a tetto, in particolare quelle con poca inclinazione, ricevono la maggior quantità di energia in estate, quando la posizione del sole è alta e le giornate sono più lunghe. Le finestre con questa posizione necessitano quindi di schermature molto efficienti, in grado di bloccare gran parte della radiazione intercettata. Su di esse possono efficacemente essere installate veneziane e tende esterne aventi anche funzione oscurante.

**Come gestire le schermature per garantire il comfort negli ambienti interni durante l'anno:**



**Schermature solari fisse orizzontali**




**Schermature fisse con orientamento a Sud:** l'area d'ombra (che dipende dalle dimensioni dell'aggetto della schermatura fissa) nel periodo invernale non copre la superficie vetrata e garantisce guadagni solari, mentre nella stagione estiva, coprendo il foro finestra, evita il surriscaldamento estivo.

**Schermature fisse con orientamento a Est/Ovest:** l'area d'ombra nel periodo invernale non copre la superficie vetrata, ma garantisce guadagni solari solo per le poche ore di radiazione solare debole. Nella stagione estiva, essendo il sole più basso all'orizzonte e la radiazione solare più forte, l'aggetto dovrebbe avere delle dimensioni molto importanti per evitare il surriscaldamento degli ambienti interni. Risulta, quindi, una soluzione non consigliabile.

## Sistemi esterni

### AVVOLGIBILI


Foto: Griesser

Gli avvolgibili hanno principalmente una funzione oscurante e sono costituiti da un "telo" realizzato in legno, PVC o alluminio, che scorre su guide verticali parallelamente al serramento e si avvolge su una guida orizzontale impacchettandosi all'interno del cassonetto.
Il funzionamento può essere manuale o motorizzato. Richiedono in generale poca manutenzione essendo realizzati con materiali resistenti agli agenti atmosferici ed è in genere sufficiente una pulizia periodica.

### FRANGISOLE


Foto: Griesser

Il frangisole è una schermatura atta a ridurre il flusso solare incidente per riflessione, grazie all'inclinazione delle lamelle che lo compongono. Può essere verticale o orizzontale (ad es. se installato su un pergolato) e gli elementi schermanti possono essere installati con inclinazione e distanza reciproca variabili a seconda delle caratteristiche della facciata da schermare e della specifica ubicazione dell'edificio.
È composto da un telaio di sostegno per gli elementi schermanti (doghe, stecche o pale) che sono posti ad una distanza idonea a intercettare la radiazione incidente in funzione dell'angolo solare. Le lamelle possono essere realizzate in vetro, calcestruzzo armato, laterizio, legno, estrusi in metallo, ecc.
Il frangisole può essere fisso, a movimentazione manuale o motorizzata o ancora gestita da un sistema domotico, che ne può determinare l'apertura/chiusura o la movimentazione attraverso sensori.
A seconda del materiale di cui sono fatti richiedono manutenzione e pulizia periodiche.

### PERSIANE / SCURI


Foto: Griesser

Le persiane e gli scuri sono pannelli opachi con funzione principalmente oscurante. Le prime si distinguono dagli scuri per la presenza di lamelle che consentono alla luce di filtrare all'interno dei locali.
Il sistema si compone di un pannello e di elementi metallici (cerniere e guide) per l'apertura/chiusura degli elementi.
Le persiane possono essere anche scorrevoli e sono in tal caso dotate di guide per la movimentazione. Le persiane possono essere anche a lamelle regolabili per il controllo della radiazione incidente.
Il materiale più utilizzato è il legno, ma si realizzano anche persiane in metallo e PVC. Persiane e scusi sono installati parallelamente al serramento e sono generalmente manovrabili manualmente dall'utente, ma si possono trovare in commercio anche sistemi motorizzati.
Come gli avvolgibili richiedono poca manutenzione, che in genere consiste in una pulizia periodica soprattutto nel caso di persiane e scuri in legno.

### TENDE ESTERNE


Foto: Griesser

Le tende esterne consentono di riparare le finestre esposte alla radiazione solare. Le tende possono, in base al tessuto, avere una funzione filtrante e permettere il parziale passaggio della luce oppure completamente oscurante.
Sono composte principalmente da un telo a cui è affidato il compito di riflettere la radiazione solare, dalla struttura portante o telaio, sulla quale si appoggia il telo, e dal casso-

netto comprensivo di sistema per l'avvolgimento del telo. Nella scelta del tipo di struttura va considerata anche la resistenza al vento.
Le tende esterne sono fabbricate con tessuti molto resistenti, non soggetti a strappi e in grado di resistete alle intemperie. In genere sono preferite fibre acriliche, ma si può scegliere il PVC, le cui proprietà sono simili.
Sono installate a parete o a soffitto con proiezione del telo parallelamente alla vetrata. Sono manovrabili manualmente o con sensori di luminosità e sensori anemometrici: in tal caso un sistema domotico gestisce l'apertura e la chiusura delle tende. Richiedono per il loro corretto funzionamento manutenzione e pulizia periodiche.

### AGGETTI ORIZZONTALI



**Aggetti orizzontali in un condominio CasaClima A - Merano (BZ)**

La creazione di una sporgenza fissa (balcone, tetto, ecc.) posizionata al di sopra dell'infisso consente, nelle ore centrali della giornata, di proiettare su di esso un'ombra, riducendo la quantità di calore in ingresso. Gli aggetti orizzontali sono particolarmente efficaci per i serramenti esposti a sud.
La presenza di un aggetto offre la possibilità di disporre di grandi superfici vetrate a sud per poter sfruttare in inverno gli apporti solari gratuiti, garantendo comunque l'ombreggiamento estivo delle stesse. Di contro, oltre al fatto che un aggetto orizzontale non può adattarsi alle variazioni della posizione del sole, l'adozione di questa tecnica implica delle scelte architettoniche non sempre compatibili con il contesto locale. La manutenzione richiesta per questo tipo di schermature è minima, sia per la loro robustezza, sia per l'assenza di elementi meccanici.

### VEGETAZIONE

La schermatura solare ottenuta tramite le chiome degli alberi nella stagione estiva è una strategia di ombreggiamento che serve a ridurre la quantità del flusso solare incidente sugli edifici. Ciò contribuisce a ridurre l'apporto di calore solare attraverso le finestre, il tetto e le pareti, riducendo i costi per il raffrescamento estivo.




Grazie alla presenza di vegetazione è possibile ridurre la temperatura dell'aria circostante fino a 5 °C. Per utilizzare efficacemente questa strategia è opportuno valutare la posizione della casa e il movimento giornaliero del sole rispetto ad essa. Inoltre, sono importanti le dimensioni e la forma della specie vegetativa scelta. A sud, per limitare l'irradiazione solare in estate e lasciarla passare in inverno, è opportuno schermare la facciata con alberi a grandi foglie caduche. Per il lato ovest, invece, si consigliano alberi con rami discendenti per schermare i raggi del pomeriggio, più bassi sull'orizzonte. Per avere un'ombra continua, oltre che una schermatura ai forti venti dominanti, è meglio piantare alberi o arbusti sempreverdi.

### SCEGLIERE L'ALBERO GIUSTO

Prima di piantare un albero nei pressi della propria casa è opportuno farsi consigliare da un esperto sulla specie più idonea. I fattori da valutare sono molti: il tipo di clima, la specie (piante autoctone), il tempo di crescita necessario per produrre ombra. Generalmente un albero a crescita lenta vive più a lungo di uno che cresce velocemente. I primi hanno spesso radici più profonde e rami più forti, quindi sono meno inclini alla rottura per condizioni climatiche critiche, ma anche più resistenti in caso di siccità.

Bisogna informarsi, inoltre, prima di mettere a dimora un albero, su quale sarà la sua altezza massima per evitare problemi in futuro, ad es. per l'interferenza con i cavi elettrici. Se piantato, invece, in prossimità di un confine è da valutare il rischio che con le sue fronde possa invadere un giorno il terreno del vicino.

Tenere presente, invece, che gli arbusti crescono rapidamente e iniziano ad ombreggiare le pareti in pochi anni. Tuttavia, per evitare problemi di umidità, è meglio evitare lo sviluppo di un fitto fogliame a ridosso del basamento dell'edificio.

## Sistemi integrati

### SCHERMATURE SOLARI INTEGRATE NEL VETROCAMERA

Le schermature solari integrate sono sistemi inseriti nell'intercapedine del serramento prima del vetro isolante e compongono con esso un sistema unico.
Le vetrate hanno una prima lastra all'esterno, una schermatura solare nell'intercapedine e un vetro isolante all'interno. Tramite un sistema meccanico è possibile manovrare le lamelle o il tendaggio in modo da controllare l'immissione della radiazione solare.
Sono utilizzate soprattutto per quelle applicazioni dove lo spazio a disposizione per la schermatura, oppure il cassonetto, è minimo o dove non si desiderano avere elementi esterni al serramento.



Foto: Finstral

**Schermatura a lamelle nell'intercapedine**

L'efficacia di tale dispositivo schermante nella riduzione dei carichi termici interni è maggiore di quella delle schermature interne, ma inferiore rispetto all'efficacia dei sistemi di protezione solare esterni. Data la complessità e l'elevata sollecitazione solare cui sono sottoposti, sono sistemi abbastanza delicati e presentano lo svantaggio di una non sempre facile manutenzione.

### SCHERMATURE INTEGRATE RIGIDE

La funzione di protezione solare può essere fatta anche da particolari superfici trasparenti che consentono di mantenere un elevato livello di visibilità verso l'esterno senza perdere la capacità di controllo della radiazione solare.

Si distinguono in:

- materiali e componenti a rifrazione luminosa, come i vetri o pannelli prismatici, che bloccano e modificano la direzione alla radiazione solare evitando l'innalzamento della temperatura interna degli ambienti;
- sistemi filtranti, come pellicole e film solari, in grado di lasciare filtrare solo la luce visibile limitando gli apporti energetici, riducendo quasi totalmente il passaggio della radiazione ultravioletta e respingendo un'alta percentuale di raggi infrarossi.

### SCHERMATURE A COMPORTAMENTO E CARATTERISTICHE VARIABILI

In questa tipologia rientrano:

- i vetri o pannelli prismatici;
- i vetri cromogenici (termocromici, fotocromici, elettrocromici) che hanno la caratteristica di modificare le proprietà ottiche, quindi la trasmissione luminosa e solare in funzione di un campo elettrico (cristalli liquidi e elettrocromici), dell'esposizione ai raggi ultravioletti (cristalli fotocromici) o della temperatura (cristalli termocromici);
- i vetri fotocromici e termocromici sono dispositivi che si autoregolano, nel momento in cui sono esposti alla luce solare, diventando di colore grigio. Una volta cessato l'irraggiamento solare, tornano ad essere trasparenti. I vetri elettrocromici attivano un circuito elettrico che può evitare l'oscuramento del vetro in modo da mantenere la finestra trasparente alla radiazione solare nella stagione invernale, con un visibile vantaggio rispetto al vetro fotocromico. L'apertura del circuito può funzionare manualmente oppure tramite sensori che reagiscono all'intensità luminosa.

## Sistemi interni

Tende, scuretti e frangisole interni possono riparare una stanza dalla luce diretta del sole, come pure proteggere da sguardi indiscreti. Non sono invece sistemi efficaci per la protezione da fenomeni di surriscaldamento e devono sempre essere affiancati da elementi esterni per la protezione solare.

In particolare, le tende interne sono presenti sul mercato in una vasta gamma di colori e materiali, con trama più o meno pesante a seconda che si ricerchi la funzione oscurante o filtrante rispetto alla luce.
Esse sono disponibili a scorrimento verticale, come le tende a pacchetto o le veneziane, oppure orizzontale a pannello o quelle classiche arricciate.
Possono essere installate sul serramento, in nicchia, fuori nicchia, sempre parallelamente al vetro.



# 11.4 POSA DEL SERRAMENTO

La posa del serramento è la fase cruciale per determinarne la qualità complessiva. Anche il serramento con le prestazioni migliori rischia di vedere vanificata la propria efficacia termica e acustica se viene posato male. In fase progettuale è quindi molto importante studiare i dettagli costruttivi dei nodi di collegamento infisso e parete esterna, senza trascurare gli aspetti di tenuta al vento e all'aria in corrispondenza del foro finestra per evitare il rischio di formazione di condensa e danni agli elementi costruttivi.

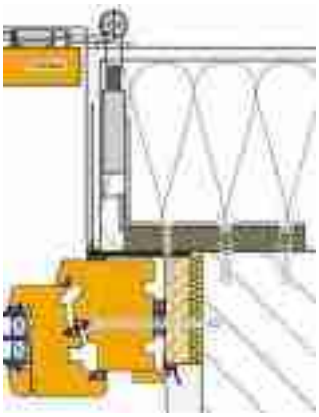
**CHI FA CHE COSA**

La progettazione e la posa in opera di un serramento coinvolgono numerose figure professionali che adempiono a ruoli diversi, tutti necessari e ugualmente importanti, ma che non devono sovrapporsi fra loro. La distinzione dei ruoli e, quindi, delle responsabilità è stata determinata dalla norma UNI 10818:2015 che individua cinque figure principali: il progettista, il direttore dei lavori, il produttore, l'installatore e il costruttore edile e affida ad ognuno di loro ruoli e responsabilità precise.
Con la serie delle norme UNI 11673 si è voluto invece specificare le modalità corrette della posa in opera e i requisiti in termini di conoscenza ed abilità che devono possedere gli installatori affinchè nel montaggio il serramento mantenga inalterate le sue qualità costruttive.

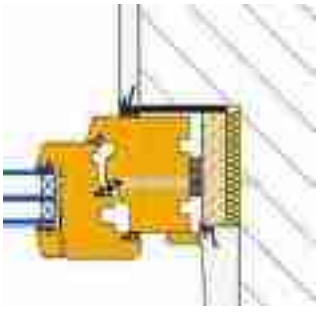
## Il piano di posa del serramento

Il primo passo è quello di definire il piano di posa del serramento. Questo aspetto è in parte legato alla tradizione costruttiva locale e all'abitudine dell'utente, oltre che alla tipologia costruttiva utilizzata. Ciononostante, è bene rilevare che la scelta del piano di posa del serramento è fondamentale e influisce sull'andamento delle temperature nel nodo costruttivo e quindi sull'efficacia della posa.

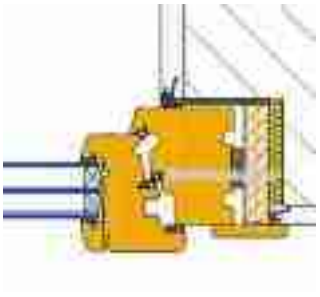
- La **posa a filo esterno** della muratura è particolarmente indicata nel caso di edifici con cappotto esterno, in quanto limita le dispersioni termiche e consente un buon piano di ancoraggio del serramento sulla parete. Il telaio, infatti, è posizionato sul filo esterno della muratura e fissato al controtelaio, realizzato in legno o con altri materiali a conducibilità termica ridotta, adeguatamente predisposto nella muratura. La posa del cappotto esterno può così assicurare una buona copertura del telaio fisso garantendo al serramento temperature superficiali interne elevate.




- La **posa in mezzeria** della muratura (posa "in mazzetta") può essere indicata nel caso di murature realizzate senza cappotto esterno con blocchi in laterizio porizzato o in calcestruzzo cellulare di elevato spessore. Nel caso di pareti con coibentazione a cappotto questa soluzione può essere adottata con l'accortezza di coibentare adeguatamente anche le spallette laterali del foro finestra.

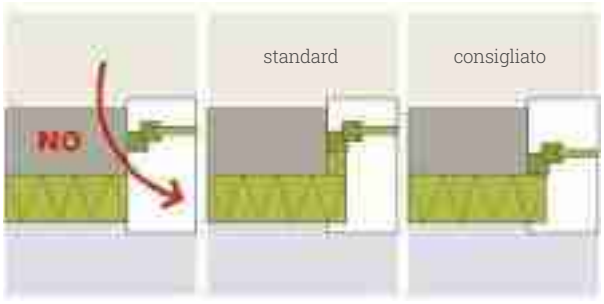



- La **posa a filo interno** è largamente diffusa in alcune tradizioni costruttive locali, in quanto consente un'apertura totale del serramento. Dal punto di vista termico non è però la soluzione ottimale, in quanto sposta il serramento verso l'ambiente interno aumentando il rischio di avere basse temperature superficiali interne. Nel caso di coibentazione esterna a cappotto questa soluzione è sconsigliabile, in quanto richiederebbe di coibentare con spessori elevati di isolante le spallette del foro finestra. La posa a filo interno può essere invece consigliata in caso di riqualificazione energetica con coibentazione interna, in quanto la presenza della coibentazione riesce a aumentare le temperature superficiali in corrispondenza del serramento.



## Coibentazione dell'imbotte della finestra

La connessione tra serramento e parete costituisce un punto delicato, sia per la mitigazione dei ponti termici sia per la realizzazione delle sigillature e delle impermeabilizzazione atte a garantire la tenuta all'aria, al vento e all'acqua.




**Sezione orizzontale**

## Elementi di posa

Per la posa del serramento si devono prevedere accessori che garantiscano la continuità dell'isolamento termico, ma anche della tenuta all'aria e al vento del nodo.

### CONTROTELAIO

Il controtelaio (o falso telaio) è un elemento strettamente legato alla tradizione costruttiva italiana, che consente di finire le opere murarie prima dell'installazione delle finestre. Il controtelaio può essere realizzato in legno, PVC o altri materiali isolanti e con buone prestazioni meccaniche e ha il compito di creare una riquadratura all'interno del foro murario in cui il serramento sarà successivamente posizionato, diventando l'elemento di ancoraggio alla parete esterna.



**Esempio di controtelaio termico**

**Esempio di controtelaio**

Foto: Straudi

Esso deve quindi garantire:

- **un adeguato fissaggio al muro;**
- **un ottimo fissaggio del serramento;**
- **una buona prestazione termica;**
- **una buona prestazione acustica.**

È necessario che il controtelaio garantisca tali prestazioni su tutti e quattro i lati, ossia anche sulla traversa inferiore in modo da non consentire la formazione di ponti termici dovuti al davanzale passante.

Il "moderno" controtelaio, per essere coerente con le prestazioni termiche delle finestre, deve essere scelto in relazione alla tipologia di infisso da montare e alle prestazioni energetiche che si vogliono raggiungere.

### SISTEMI DI FISSAGGIO

Il sistema di fissaggio di un serramento deve garantire il trasferimento dei carichi (peso del serramento e carico del vento) alla struttura muraria. Il telaio della finestra deve essere fissato al telaio con tasselli speciali e alla distanza prescritta.




**Fissaggio con viti**

## Accessori per la tenuta all'aria e al vento

La tenuta all'aria e la tenuta al vento del nodo finestra sono fondamentali per garantire comfort interno, ridotte dispersioni termiche, un buon isolamento acustico e per ridurre il rischio di formazione di muffa, condensa e conseguente danno ai componenti edilizi. La connessione tra il serramento e la parete va quindi studiata prevedendo una serie di accorgimenti e materiali adatti allo scopo.

### MATERIALI PER LA SIGILLATURA

La connessione strutturale della finestra al muro è suddivisa in tre livelli di tenuta per i quali devono essere selezionati materiali di sigillatura con specifiche proprietà.

- La tenuta all'aria deve essere soddisfatta all'interno dell'infisso, per evitare che si creino flussi di aria dall'interno verso l'esterno. Questo porterebbe alla perdita di calore e aumenterebbe l'eventualità di formazioni di condensa nei giunti con conseguenti danni strutturali;
- i punti di giuntura esterna devono essere sigillate contro la pioggia battente e il vento.

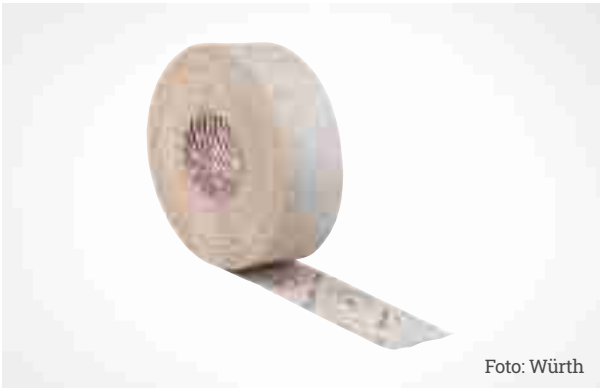


Foto: Würth

**GUAINE/PELLICOLE**

Mentre un materiale isolante contrasta il passaggio di calore, un materiale impermeabilizzante, definito convenzionalmente guaina o membrana, può avere funzione di tenuta all'acqua, di barriera/freno al vapore acqueo e di tenuta all'aria. La direttiva CasaClima prescrive il controllo della permeabilità all'aria degli edifici isolati.

**IL NASTRO AUTOESPANDENTE PRECOMPRESSO**

Il nastro autoespandente per infissi è costituito da una guarnizione in poliuretano espanso a celle aperte. Il nastro è fornito in condizioni di forte precompressione (rotoli precompressi con autoadesivo su un lato). Si applica intorno alla finestra e, espandendosi dopo poco tempo, riempe completamente il giunto. Questa caratteristica ne favorisce l'utilizzo come guarnizione perimetrale nei giunti di installazione dei serramenti, consentendo la perfetta aderenza a superfici dove altri materiali possono avere dei problemi, come le superfici intonacate, cartongesso e superfici ruvide in genere. È idrorepellente ma aperto alla diffusione del vapore in modo che l'umidità possa uscire all'esterno. Le prestazioni della guarnizione (tenuta all'acqua, abbattimento acustico e termico) sono influenzate dal suo grado di compressione, tanto maggiore è il grado di compressione e tanto maggiore sarà la sua tenuta.



Foto: Straudi

**Esempi di nastri precompressi autoespandenti**

**SIGILLANTI FLUIDI**

Fondamentale caratteristica dei materiali sigillanti, definiti convenzionalmente "sigillanti", è la loro capacità di assorbire i movimenti delle superfici di aderenza: tale capacità dipende dal tipo di materiale e dallo spessore del sigillante e viene indicata in percentuale. Per garantire una buona elasticità e una buona adesione su entrambi i lati del sigillante, è fondamentale, che venga inserito un fondo-giunto (normalmente in polietilene PE) sul quale il sigillante non aderisca e che consenta il movimento del prodotto sotto sollecitazioni esterne.

**SCHIUME POLIURETANICHE MONOCOMPONENTE**

Le fughe fra telaio fisso e controtelaio possono venire riempite da materiali poliuretanici schiumosi. Tali schiume si trovano in bombolette sotto pressione in forma liquida: a contatto con l'aria tali materiali reagiscono con l'umidità esterna e assumono una forma semirigida, poco sensibile all'acqua e adesiva. Le schiume presenti sul mercato sono innumerevoli e si differenziano per tempi di indurimento, classe di resistenza al fuoco, resistenza a trazione, recupero elastico.
Negli ultimi anni si sono sviluppati prodotti poliuretanici monocomponenti in grado di raggiungere elevati gradi di elasticità (ovvero un recupero elastico superiore al 75%) ed una buona resistenza all'invecchiamento. Anche se la schiuma ha buone caratteristiche termiche e acustiche, lo stesso non si può dire per la permeabilità al vapore e la tenuta agli agenti atmosferici, per questo deve essere protetta da pellicole e membrane.



**Chiusura sel giunto cassonetto/muratura con schiuma poliuretanica**

# 11.5 I COMPONENTI AUSILIARI DEL SISTEMA FINESTRA

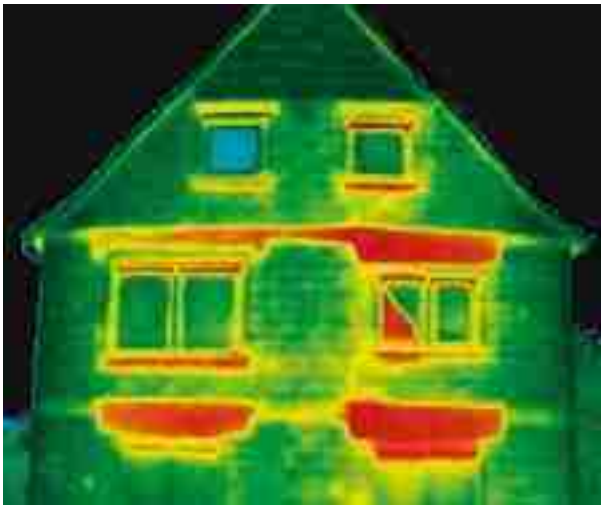
## Cassonetto

Il cassonetto è quell'elemento che, integrato nelle pareti perimetrali, consente di avvolgere la tapparella o impacchettare una veneziana al suo interno, senza che essa sia più visibile esternamente. Esso rappresenta un punto delicato di connessione tra infisso e parete che sino a qualche anno fa era del tutto sottovalutato.

Se non correttamente progettato il cassonetto può essere fonte di:

- perdite di calore e aumento delle dispersioni termiche;
- spifferi e correnti d'aria dovute alla scarsa tenuta all'aria;
- riduzione delle prestazioni acustiche della facciata.

Questo è facilmente comprensibile se si pensa che il cassonetto è un "buco" all'interno della facciata e per questo deve essere coibentato e ottimizzato per limitare quanto possibile la differenza di prestazione termica rispetto alla parete esterna.
Se questi aspetti potevano essere trascurati in edifici poco coibentati, in cui il cassonetto era realizzato con coibentazione inadeguata o addirittura assente, in una casa energeticamente efficiente questo non è più possibile, in quanto comprometterebbe il comfort interno e aumenterebbe sia il rischio di formazione di muffa che le perdite di calore dovute al passaggio d'aria tra muratura, cassonetto e cielino di ispezione.



**Dispersioni termiche in corrispondenza del cassonetto**

I cassonetti per edifici a basso consumo energetico si sono largamente diffusi negli ultimi anni e in commercio se ne possono trovare di diversa tipologia.
Sono generalmente realizzati in materiale di origine sintetica (EPS, XPS, poliuretano) perché sono i materiali che con un minore spessore garantiscono una prestazione termica migliore, ma se ne possono trovare anche con coibentazione in sughero o fibra di legno ad alta densità. In alternativa esistono cassonetti coibentati in PVC che possono efficacemente essere utilizzati anche nel caso di riqualificazione energetica.



**Posa del cassonetto nel capotto**

A seconda delle prestazioni termiche che si vogliono raggiungere, i cassonetti possono avere spessore maggiorato e coprire l'intero spessore della parete sostituendo completamente il paramento murario.



Fonte: Alpac

**Cassonetto in EPS**

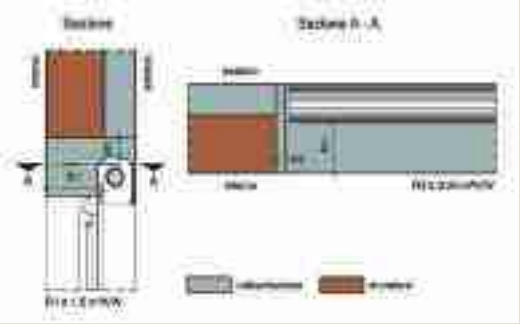
I cassonetti di nuova generazione hanno generalmente la caratteristica di avere l'ispezione esterna e non interna, come i cassonetti tradizionali, in modo tale da ridurre l'ingresso di aria esterna nei locali riscaldati e migliorare la tenuta all'aria del cassonetto.

**IL CASSONETTO IN UNA CASACLIMA**

In una CasaClima il cassonetto deve essere coibentato:

- sul lato interno e sul lato superiore con un materiale di spessore di almeno 6 cm e $\lambda \leq 0{,}040$ W/mK (o equivalente) pari a una resistenza termica R1 ≥ 1,5 m²K/W;
- sui fianchi con un materiale di spessore di almeno 3 cm e $\lambda \leq 0{,}040$ W/mK (o equivalente) pari a una resistenza termica R1 ≥ 1,5 m²K/W.

Nel caso si scelga un cassonetto ad ispezione interna lo sportellino di ispezione deve essere a tenuta all'aria.



## Il monoblocco

Il monoblocco è un sistema che integra il cassonetto o gli elementi per l'ancoraggio di scuri/persiane con il controtelaio.
Ne esistono in commercio di vari tipi e sono accomunati dal fatto che costituiscono un unico elemento per l'alloggiamento del serramento, garantendo coibentazione su tutti e quattro i lati del foro murario.

I vantaggi del monoblocco consistono:

- nella velocità e semplicità di posa, in quanto il monoblocco arriva in cantiere già pronto per il montaggio e consente una riduzione delle lavorazioni e dei tempi di posa;
- nella riduzione del ponte termico in corrispondenza del nodo parete-finestra e delle dispersioni termiche ad esso imputabili.

In commercio esistono monoblocchi adatti alla posa di serramenti con qualsiasi tipo di telaio e con sistemi di schermatura solare differenti (tapparelle, veneziane, tende, scuri e persiane) e sono sempre realizzati su misura per lo specifico progetto.
Oltre ad assicurare la coibentazione superiore e laterale del foro finestra, esistono in commercio dei monoblocchi che presentano anche un sottobancale coibentato, adatto per la posa di soglie e davanzali esterni, che eliminano il ponte termico in corrispondenza del quarto lato.



Fonte: Alpac

**Monoblocco con cassonetto per veneziana esterna integrato**

## VMC integrata nel foro finestra

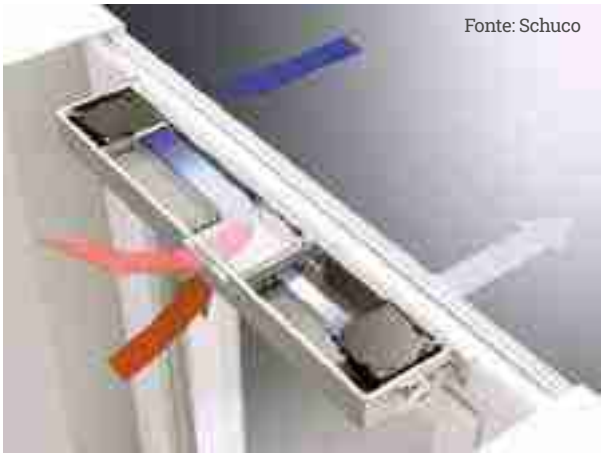
Una delle più recenti innovazioni che riguardano i serramenti è l'introduzione di impianti di ventilazione meccanica controllata integrati nel serramento, nel controtelaio o nel cassonetto dei serramenti stessi.
Attraverso impianti di VMC compatti e puntali è possibile prelevare aria fresca e pulita dall'esterno e immetterla nell'ambiente. Nello stesso tempo, una pari quantità di aria esausta e viziata viene estratta ed espulsa all'esterno. Il principio di funzionamento è pertanto il medesimo di un impianto di VMC tradizionale.

I sistemi di VMC integrati nel serramento possono avere in dotazione uno scambiatore termico per pre-temperare l'aria fresca, prelevata all'esterno, attraverso il recupero di calore dall'aria prelevata negli ambienti. I modelli più evoluti hanno anche la possibilità di by-passare il recuperatore di calore per avere free-cooling nei mesi estivi.

Come negli impianti di VMC tradizionali i flussi in ingresso e in uscita rimangono distinti e separati e sono filtrati da appositi filtri per bloccare all'esterno polveri e inquinanti.

I sistemi di VMC integrata nel vano finestra possono essere di varia tipologia ed essere installati:

- nel serramento stesso, integrati all'interno dello spessore del telaio fisso;


Fonte: Schuco

**Schema di funzionamento della VMC integrata nel serramento**

- nelle spalle laterali del monoblocco;
- nel cassonetto;
- nel sottobancale.

Questi sistemi, sebbene di ridotte dimensioni, possono avere ottime caratteristiche ed essere installati efficacemente anche in caso di riqualificazione di edifici esistenti.

I prodotti attualmente in commercio si caratterizzano per la presenza di uno scambiatore di calore a doppio flusso incrociato, con rendimenti del recuperatore di calore elevati. La portata di aria in ingresso, e quindi il ricambio di aria desiderato, può generalmente essere regolata tramite due o tre velocità del ventilatore, compatibilmente con la portata massima dell'impianto che generalmente non supera i 50 $m^3/h$.
Data la ridotta portata, essi sono adatti per singoli ambienti e, nel caso di ambienti di grandi dimensioni, può essere necessario installare più di una macchina all'interno dell'ambiente per avere un ricambio di aria adeguato.

Con un pannello di comando installato a parete, e in alcuni casi tramite un telecomando, è possibile gestire tutte le funzionalità dell'impianto.


Fonte: Finstral

**Monoblocco con cassonetto per avvolgibile e VMC integrata**


Fonte: Alpac

**Cassonetto da riqualificazione con VMC integrata**


Fonte: Alpac

**Monoblocco con VMC integrata**

## VMC INTEGRATA NEL SERRAMENTO

### VANTAGGI

- Installazione semplice e veloce in contemporanea a quella del serramento;
- Manutenzione semplice in quanto è possibile pulire il sistema e sostituire i filtri intervenendo direttamente sul serramento;
- Sistema privo di canalizzazioni che non necessita di spazi tecnici riducendo al minimo lo spazio di installazione;
- Soluzione estetica, pulita e a "scomparsa".

### SVANTAGGI

- Sistema di VMC decentralizzato e puntuale che interessa solo i locali in cui il sistema è effettivamente installato e non l'intera unità abitativa;
- Impossibilità di installare il sistema successivamente all'installazione dei nuovi serramenti se non con costi aggiuntivi;
- Impossibilità di posizionare le bocchette di mandata e ripresa in posizione differente da quella prevista dal sistema di VMC integrato nel serramento;
- Punto di prelievo dell'aria esterna vincolata alla tipologia di sistema scelto che non necessariamente è quello ideale (nei sistemi centralizzati l'aspirazione dell'aria esterna è generalmente posta ad almeno 2,5 m dal livello strada) e richiede all'esterno di non avere ostacoli.

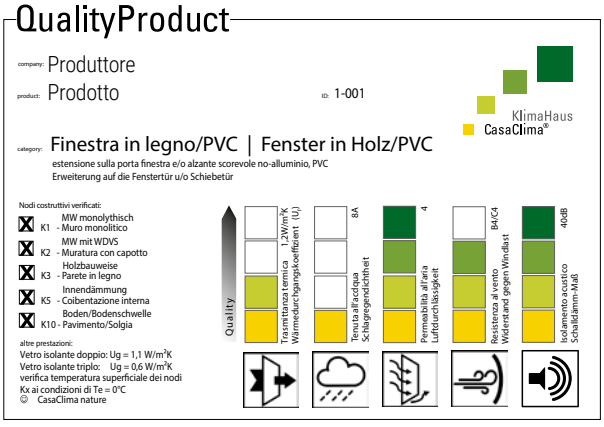
## CORRETTA POSA IN OPERA DEL SERRAMENTO



Anche il migliore infisso con il vetro isolante più performante se mal posato serve a poco. Una corretta posa in opera del serramento è la condizione indispensabile per garantire in cantiere i valori certificati in laboratorio. Per questo, nella certificazione CasaClima, i punti cardine dei controlli in opera sono la verifica dei serramenti attraverso la corrispondenza dei valori degli infissi installati con quelli inseriti nel calcolo e la corretta posa in opera attraverso la verifica di tenuta all'aria con il Blower Door Test.

# 11.6 IL SIGILLO FINESTRAQUALITÀ CASACLIMA

Le finestre sono una componente importante dei nostri edifici. Esse separano l'ambiente esterno da quello interno, proteggono dal vento e dalla pioggia, lasciano entrare la luce del sole, permettono una vista sull'esterno, servono per la ventilazione naturale e proteggono da intrusioni indesiderate. Un bel po' di requisiti per un elemento relativamente piccolo rispetto alle altre superfici del fabbricato.




### PERCHÈ IL "MARCHIO CE" NON È UN MARCHIO DI QUALITÀ.

Le finestre sono soggette alla norma di prodotto EN 14351-1 e all'obbligo della DoP e marcatura CE. Tuttavia, la presenza della marcatura CE non garantisce requisiti di qualità, ma definisce solo quali parametri del prodotto sono stati testati secondo gli standard europei. Il marchio di qualità FinestraQualità CasaClima colma questa lacuna.



**Posa di un infisso in legno**

## REQUISITI DI QUALITÀ CASACLIMA

La finestra con sigillo FinestraQualitàCasaClima deve soddisfare requisiti tecnici minimi che corrispondono ad un elevato standard tecnico e deve prevedere un'installazione conforme ai requisiti della norma UNI 11673-1. Due aspetti essenziali che il marchio CE non considera.

- **Permeabilità all'aria** EN 12207: Classe **4**
- **Impermeabilità alla pioggia battente** EN 12208: Classe **8A**
- **Resistenza al carico del vento** EN 12210: Classe **B4**

Il marchio di qualità viene assegnato per i seguenti prodotti:
Modulo I: Finestra con estensione a portafinestra e porta a ribalta;
Modulo II: portoncino di ingresso

**Il sigillo FinestraQualità CasaClima fornisce le seguenti informazioni:**

| Criterio di Qualità | Norma di riferimento | Simbolo | Livello di qualità | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **Trasmittanza termica 2), 3)** | EN ISO 10077-1/-2<br>EN 12412-2 |  | **$U_f \leq 1,4$** W/m²K **(min)** | **$U_f \leq 1,2$** W/m²K | **$U_f \leq 1,2$** W/m²K | **$U_f \leq 1,0$** W/m²K |
| | EN 673 | | **$U_g \leq 1,1$** W/m²K | **$U_g \leq 1,1$** W/m²K | **$U_g \leq 0,6$** W/m²K | **$U_g \leq 0,6$** W/m²K |
| **Permeabilità all'ARIA** | EN 1026 /<br>EN 12207 |  | 1 (nC) | 2 (nC) | 3 (nC) | **4** (min) |
| **Tenuta all'ACQUA** | EN 1027<br>EN 12208 |  | **8A** (min) | **9A** | **E750** | **≥ E900** |
| **Resistenza al carico del VENTO** | EN 12211<br>EN 12210 |  | B2/C2 (nC) | B3/C3 (nC) | **B4/C4** (min) | **B5/C5** |
| **Potere Fonoisolante** | EN ISO 140-3<br>EN ISO 717-1 |  | $R_w$ **≥30db(A)** | $R_w$ **≥35dB(A)** | $R_w$ **≥37dB(A)** | $R_w$ **≥40dB(A)** |
| | | | | | | |
| **Capacità portante dispositivi di sicurezza** | EN 14609 | | Valore di soglia (non per alzante scorrevole) | | | |
| **Sostanze dannose** | norma di riferimento<br>EN 14351-1 | | come indicato (vedi 3.11) o EPD | | | |
| **Antieffrazione** | EN 1627 |  | **RC1/RC1 N** | **RC2 N** | **RC2** | **≥ RC3** |

LEGENDA

Le caselle con sottofondo grigio indicano il valore minimo richiesto di una prestazione richiesto per il sigillo FinestraQualità CasaClima

(nC) Non classificato per il sigillo, risultato di prova inferiore a quello richiesto per il sigillo Finestra Qualità CasaClima

**Trasmittanza 2):** Il valore $U_f$ medio ponderato deve essere determinato su di una finestra a due ante con le dimensioni 1230 mm x 1480 mm (l x h, esterno telaio fisso). I singoli valori $U_f$ del serramento (laterale, centrale, superiore, inferiore) dovranno essere uniformi. Differenze superiori ai 20% dei valori singoli saranno verificate individualmente.
**Trasmittanza 3):** Valore $U_g$ del vetro isolante secondo EN 673 oppure valore $U_p$ di un eventuale riempimento (bugna, pannello invece di vetro) calcolato secondo EN 6946 oppure test sperimentale secondo EN 12667.

## PRODUTTORI FINESTRAQUALITÀ CASACLIMA

| Produttore | Prov. | Denominazione commerciale | Materiale | Tipo | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alpilegno** | TN | LAK 81 Linea | Legno | F, PF | 1-098 | |
| **Clima** | TV | Clima 70 | Legno | F | 1-064 | ✓ |
| **Cobola Falegnameria** | CN | S 100 E | Legno | F | 1-049 | ✓ |
| **Colma** | NA | MA77HTI | Alluminio | F | 1-109 | |
| **Dear** | RM | Perfecta | Legno | F, PF | 1-085 | |
| **Devincenzi 1983** | MN | CLIMA 92 | Legno | F | 1-032 | |
| **Diquigiovanni** | VI | DQG 70 EVO + Energeto | PVC | F, PF | 1-053 | ✓ |
| **Essepi** | TN | VENTURA EVO9 | Legno | F | 1-024 | ✓ |
| **Falegnameria Bomè** | TN | LINEA FUTURA 95<br>MAGICA | Legno<br>Legno | F, PF<br>F, PF | 1-045<br>1-071 | ✓ |
| **FINSTRAL** | BZ | FIN-Project Nova-line 78/88<br>FIN-Window Nova-line 90<br>FIN-Project Slim-line 78/95 | Alluminio<br>PVC<br>Legno-Al | F<br>F<br>F | 1-068<br>1-066<br>1-097 | ✓ |
| **Geal** | FI | HP SYSTEM 820 | Alluminio | F | 1-093 | |
| **Internorm Italia** | TN | KF 410 - home soft, home pur, ambiente | PVC | F | 1-073 | ✓ |
| **ISAM** | BS | Forum Optimus | Legno | F | 1-084 | ✓ |
| **Isolcasa** | RN | KLIMATICO | PVC | F, PF | 1-072 | |
| **Lobascio** | BA | Linea 80<br>Linea 80 Klima | Legno<br>Legno | F<br>F | 1-014<br>1-015 | ✓ |
| **OKNOPLAST** | | Winergetic Premium<br>Winergetic Premium Passive | PVC<br>PVC | F<br>F | 1-058<br>1-059 | ✓ |
| **QR LEGNO** | BG | NATURA 78 | Legno | F | 1-046 | |
| **Sciuker Frames** | AV | STRATEK 80 PLUS<br>ISIK Ae (emotion)<br>ISIK Se | Legno-Al<br>Legno-Al<br>Legno-Al | F, PF<br>F, PF<br>F, PF | 1-081<br>1-082<br>1-083 | |
| **SIMAR** | PZ | Klimalux Gold | PVC | F | 1-075 | ✓ |
| **SMP** | LC | ALUGOLD | Alluminio | F, PF | 1-076 | ✓ |
| **Südtirol Fenster** | BZ | primus® 92<br>antica® 92<br>primus® HA 78-46<br>primus® HA 102<br>linea®<br>sinus® Z | Legno<br>Legno<br>Legno-Al<br>Legno-Al<br>Legno-Al<br>Legno-Al | F<br>F<br>F<br>F<br>F<br>F | 1-067<br>1-104<br>1-105<br>1-106<br>1-107<br>1-108 | ✓ |

**Al -> Alluminio** **F -> Finestra** **PF -> Portafinestra**

## PRODUTTORI FINESTRAQUALITÀ CASACLIMA

| Produttore | Prov. | Denominazione commerciale | Materiale | Tipo | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **TipTop Fenster** | BZ | Topline 70 | Legno | F, PF | 1-087 | ✓ |
| | | Alutop 70 | Legno-Al | F, PF | 1-088 | |
| | | Topline 80, Topline 80 Design | Legno | F, PF | 1-089 | |
| | | Alutop 80 | Legno | F, PF | 1-090 | |
| | | Alutop 80 Design 1-100 | Legno-Al | F, PF | 1-100 | |
| | | Climatop 92 | Legno | F, PF | 1-091 | |
| | | Climatop 92 Design 1-099 | Legno | F, PF | 1-099 | |
| | | Aluclima 92, Aluclima 92 Design | Legno-Al | F, PF | 1-092 | |
| | | Smartline T 70 1-101 | Legno | F, PF | 1-101 | |
| | | Smartline T 80 1-102 | Legno | F, PF | 1-102 | |
| | | Smartline T 92 1-103 | Legno | F, PF | 1-103 | |
| **WOLF FENSTER** | BZ | holz 88 | Legno | F | 1-001 | ✓ |
| | | holz/alu 101 | Legno-Al | F | 1-002 | |
| | | holz/alu 114 | Legno-Al | F | 1-003 | |
| | | holz 68 | Legno | F | 1-104 | |
| | | holz-alu 85 | Legno-Al | F | 1-105 | |

**Al -> Alluminio** **F -> Finestra** **PF -> Portafinestra**


# Vuoi costruire o risanare?

Meglio essere affiancati da un Consulente CasaClima. Trova quello vicino a casa tua sul sito www.agenziacasaclima.it

Consulente
KlimaHaus
CasaClima®



# Inspired by **the Sun.**

Raffreddare un edificio significa prevenire in primo luogo che la radiazione solare diventi calore entrando. Questa è la difesa più naturale e dovrebbe essere sempre la prima opzione.
La schermatura solare dinamica delle finestre può mantenere oltre il 90% del calore all'esterno dell'abitazione, riducendo quindi sensibilmente il consumo del raffreddamento con aria condizionata.



GRIESSER

800 200 883
www.griesser.it



GASPEROTTI.COM

proteggi ciò che è importante per te.

GASPEROTTI

SAFETY & COMFORT DOORS

# 11.7 PORTE

Le porte, oltre a rappresentare il biglietto da visita di un'abitazione, devono assolvere a molteplici compiti, quali:

- la protezione da intrusioni esterne;
- l'isolamento termico e acustico;
- la resistenza agli agenti atmosferici;
- la stabilità dimensionale e il mantenimento delle proprie caratteristiche nel tempo.

Come le finestre, le porte rappresentano punti di discontinuità dell'involucro edilizio. Esse devono pertanto avere buone prestazioni energetiche ed essere posate in opera in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'aria, durabilità e sicurezza.

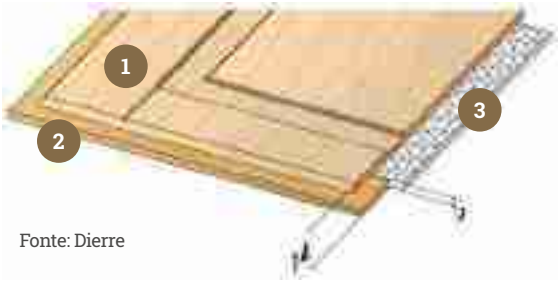
## Porte esterne

### ISOLAMENTO TERMICO

Spesso l'isolamento termico di una porta tende a essere sottovalutato a vantaggio di altre prestazioni. Molto diffusi sono i portoncini blindati, che fino a qualche anno fa avevano modeste prestazioni termiche. La normativa ha invece chiarito che i portoncini devono avere le medesime caratteristiche termiche dei serramenti vetrati. Questo ha fatto sì che l'evoluzione tecnologica dei portoncini sia stata molto veloce negli ultimi anni.

Attraverso l'utilizzo di pannelli coibentati multistrato di nuova generazione è possibile avere ottime prestazioni termiche, e allo stesso tempo libertà di personalizzazione del design della porta.

**Pannello coibentato multistrato**




Fonte: Dierre

1. **Compensato marino**
2. **Legno massello**
3. **Coibentazione**

Con un'adeguata lavorazione e l'interposizione di specifici pannelli isolanti la porta può raggiungere ottimi valori di isolamento termico.

I pannelli multistrato hanno all'interno della struttura un'anima in materiale isolante (ad es. poliuretano) che permette alla porta di arrivare a valori di trasmittanza termica $U_d$ compresi tra 1,1 e 1,3 W/m²K con uno spessore di circa 68 mm e addirittura a valori inferiori con spessori maggiori.
Per fissare la porta alla parete sono da evitare i controtelai in metallo, perché sono conduttori di calore e possono creare un ponte termico tra interno ed esterno.

### UNA CORRETTA POSA

La posa del portoncino ha grande importanza, come per i serramenti vetrati. La porta d'ingresso, infatti, è sollecitata da movimentazioni ripetute e spesso non corrette (pensiamo a quante volte la porta "sbatte") e da un peso raramente al di sotto dei 50-60 kg. Questo genera sollecitazioni significative che si scaricano sul raccordo telaio-parete. Tale giunzione deve dunque dare continuità all'isolamento termoacustico, ma deve anche compensare in modo elastico le sollecitazioni che riceve. Pertanto, in fase di posa, è raccomandato l'utilizzo di nastri e schiume, che uniscano alle alte prestazioni isolanti anche un elevato grado di elasticità nel tempo.



Fonte: Gasperotti

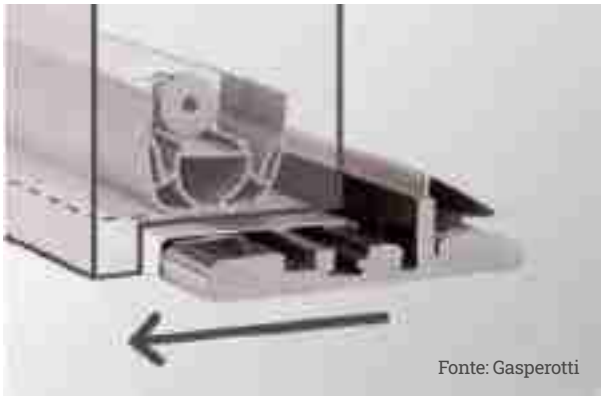
**Porta blindata interna**

### TENUTA ALL'ARIA

Il portoncino d'ingresso deve avere una buona tenuta all'aria, per evitare l'ingresso di freddo e rumore dall'esterno e impedire che l'aria calda umida interna possa condensare e causare la formazione di muffe e marcescenze.
La permeabilità all'aria dei serramenti si misura con classi da 1 a 4, dove 4 è la classe migliore. È consigliabile che la porta d'ingresso raggiunga la classe 4.

Per ottenere una ridotta permeabilità all'aria del portoncino si devono prevedere alcuni accorgimenti:

- la profilatura deve avere almeno due battute con guarnizioni elastiche sui quattro lati dell'anta: due piani di contatto tra anta e telaio creano un ostacolo maggiore agli spifferi rispetto a un piano solo;
- in corrispondenza della soglia deve essere installato uno speciale elemento a taglio termico (soglia a taglio termico) in materiale isolante (ad es. PVC o fibra di vetro) oppure in alluminio a taglio termico. In caso contrario c'è il rischio che si formi condensa, particolarmente pericolosa nella stagione invernale. La soglia, infine, è un elemento irrinunciabile per bloccare eventuali infiltrazioni di acqua e può essere del tipo ribassato per rispondere alla normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche.




**Soglia a tenuta d'aria**

## ISOLAMENTO ACUSTICO

Come i serramenti vetrati, anche i portoncini contribuiscono al raggiungimento dei requisiti di abbattimento acustico di facciata.

Per raggiungere un buon isolamento acustico, il portoncino deve essere posato a regola d'arte e si possono ritenere valide le stesse indicazioni date per ottenere una ridotta permeabilità all'aria.

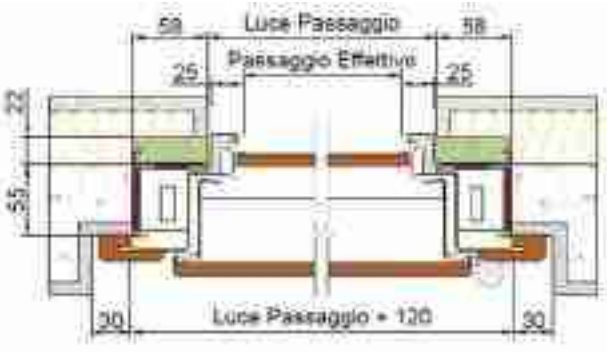
L'abbattimento acustico del portoncino si può migliorare studiando la stratigrafia del pannello multistrato e scegliendo materiali ad alta densità, per esempio truciolare o sughero, cercando di trovare un buon compromesso tra materiali che favoriscono le prestazioni acustiche e materiali che favoriscono le prestazioni termiche.

## SICUREZZA ANTIEFFRAZIONE

Per effrazione si intende la "forzatura di sistemi di chiusura o di dispositivi di sicurezza". La capacità di opporsi a questa azione per le porte, le finestre o le tapparelle si misura testandoli all'effrazione. La norma UNI EN 1627 definisce la classe di resistenza (RC = resistance class) di resistenza del serramento contro i tentativi di effrazione fissando sei livelli, che vengono determinati in base al superamento di prove che simulano i reali tentativi di attacco che un ladro può effettuare.

**CLASSI DI RESISTENZA AI TENTATIVI DI EFFRAZIONE**

| Classe | Descrizione |
|---|---|
| **RC1 RC 1 N** | Bassa protezione di base contro i tentativi di effrazione (vandalismo) con la forza fisica (calci, salti, lanci di spalle, spinte e strappi) o con semplici strumenti a leva. Questa classe di resistenza più bassa dovrebbe essere usata solo con la resistenza all'effrazione richiesta dove non è possibile l'accesso al livello del suolo (RC 1 N senza necessità di vetri). |
| **RC2 RC 2 N** | Protezione di base contro i tentativi di scasso con strumenti semplici come cacciaviti, pinze o cunei per almeno 3 minuti (RC 2 N senza necessità di vetri). |
| **RC3** | Tentativo di furto con un secondo cacciavite e un piede di porco. Tempo di resistenza: almeno 5 minuti. |
| **RC4** | Uso di strumenti da sega e percussione come ascia, scalpello, martello e scalpello, nonché trapano a batteria; offrire resistenza anche a esecutori esperti. Tempo di resistenza: almeno 10 minuti. |
| **RC5** | Uso di utensili elettrici come trapani, seghetti alternativi e smerigliatrici angolari. Tempo di resistenza: almeno 15 minuti. |
| **RC6** | Uso di utensili elettrici particolarmente potenti come trapani, seghetti, seghe alternative e smerigliatrici angolari. Tempo di resistenza: almeno 20 minuti. |




Porta blindata:
Controtelaio coibentato con sottosoglia in legno lamellare

## Focus: portone garage, efficienza ancor prima dell'ingresso

Ciascuna apertura nell'involucro dell'edificio influisce sul suo bilancio energetico. Questo vale per finestre, porte, prese d'aria, evacuatori di fumo, ma anche per le porte dei garage, che per le loro dimensioni giocano un ruolo importante sull'efficienza dell'involucro.
Spesso i locali garage sono attigui all'abitazione e a volte integrati completamente nel volume principale. Non esiste nessun regolamento che obblighi a considerare questo ambiente come locale riscaldato, ma può essere vantaggioso progettarlo e costruirlo come tale, evitando così che il freddo penetri nel volume riscaldato diminuendone la prestazione energetica. In questo caso è estremamente vantaggioso investire sull'isolamento termico della porta del garage e fare molta attenzione alla posa in opera, per evitare ponti termici e infiltrazioni d'aria indesiderata.

- Sul mercato vi sono diverse tipologie di porte da garage, in diversi modelli e materiali per soddisfare tutte le esigenze. La chiusura più frequentemente utilizzata è quella a battente o basculante. Il modello classico lavora con il tipico movimento di oscillazione verso l'alto. Lo svantaggio di questa tipologia è dato dall'ingombro necessario per l'apertura e chiusura, che, nei garage direttamente su strade o marciapiedi, può essere un problema.
- I portoni sezionali hanno un'apertura verticale che consente di risparmiare lo spazio sia davanti che dietro la porta del garage. Anche all'interno dell'ambiente il portone occupa poco spazio, perché riposto parallelamente al soffitto, lungo l'inclinazione del tetto o verticalmente lungo la parete. Sono sempre più richieste le tipologie di portoni che hanno integrati pannelli isolanti e che possono cosi essere inclusi nelle detrazioni fiscali qualora ne rispetttino i requisiti.




**Portone garage coibentato**




**Portone garage coibentato in grado di escludere il pericolo di schiacciamento delle dita tra gli elementi del portone.**



**SICUREZZA E COMFORT**

Oggi sembra quasi impossibile pensare di poter fare a meno del telecomando per aprire il portone del garage. Soprattutto in caso di maltempo, nessuno vuole più rinunciare alla comodità di spingere un pulsante piuttosto che scendere dall'auto.
Questi moderni portoni sono dotati di tutte le misure di sicurezza per evitare problemi meccanici, come ad esempio la possibilità di sblocco in caso di interruzione di corrente elettrica.

Non solo: è necessario prevedere anche misure di sicurezza nella trasmissione dei dati dei segnali dei telecomandi. I moderni azionamenti da garage cambiano il codice necessario dopo ogni operazione di apertura e chiusura attraverso il telecomando.
In questo modo viene generata una varietà di varianti di codice per evitare che "l'ascolto" abusivo dei segnali consenta l'apertura da parte di terzi.

### DISPOSITIVI DI SICUREZZA



È buona norma, prima dell'acquisto di una porta per garage, informarsi presso il produttore se il serramento è dotato di dispositivo anticaduta contro la chiusura accidentale dell'anta mobile.

In alternativa è bene verificare se il motore di apertura sia dotato di un limitatore di forze, il dispositivo che consente alla porta di fermarsi, interrompendo e invertendo il movimento in presenza di un ostacolo, e che le sue parti in movimento siano protette fino a 2,5 metri di altezza, soprattutto nella parte interna, dove spesso i produttori prestano minore attenzione costruttiva.

### CANCELLI/PORTONI ED ENERGIA



Può capitare che siano proprio le porte dei garage a formare dei ponti termici non indifferenti in punti nevralgici dell'edificio proprio a causa del modo in cui esse vengono fissate.

Soprattutto se gli ancoraggi (ad es. staffe di montaggio, sistemi di guide, ecc.) della porta del garage o i collegamenti tra la parete esterna e il soffitto del garage non sono installati correttamente, possono essere le cause della formazione di muffa. Di contro se si installano delle porte con un'anima isolante e sistemi di tenuta su tutti i giunti delle sezioni della porta le probabilità di perdite di calore si riducono notevolmente. Per ridurre al minimo il consumo di energia, le porte dei garage devono soprattutto stare aperte poco tempo. Per consentire il funzionamento automatizzato delle porte ed evitare aperture indesiderate ed eccessivamente lunghe è preferibile installare apriporta dotati di sensori.

Per limitare il tempo di apertura al minimo necessario è importante valutare la velocità del meccanismo: motori efficienti in tal senso possiedono un grande potenziale di risparmio energetico. Va inoltre valutato anche il consumo in standby del cancello: un basso consumo in questa modalità è indice di una tecnologia efficiente energeticamente.

# 11.8 IL SIGILLO PORTAQUALITÀ CASACLIMA

La porta è il biglietto da visita della casa. Oltre all'aspetto estetico sono necessari alcuni requisiti tecnici importanti: isolamento termico e acustico, protezione contro gli agenti atmosferici, antieffrazione, durabilità e resistenza anche ai colpi che essa riceve durante l'utilizzo, passando, aprendola e talvolta chiudendola con colpi bruschi.

**La marcatura CE non è un'assegnazione di qualità. Perchè no?**
Le porte sono soggette alla norma di prodotto EN 14351-1 e alla DoP nonchè alla marcatura CE. Queste però stabiliscono solo la conformità dei prodotti ai criteri europei, non requisiti di qualità.

**Requisiti minimi CasaClima**
Il sigillo PortaQualità CasaClima colma questa lacuna: un buon prodotto deve soddisfare i requisiti tecnici minimi che rispondono ad un alto standard di livello, e deve essere installato in conformità alla norma UNI 11673-1. Due punti chiave che la marcatura CE non soddisfa.

**Permeabilità all'ARIA** EN12207: classe 2
**Tenuta all'ACQUA** EN12208: classe 3A/3B
**Resistenza al carico del VENTO** EN12210: classe B2/C2

**Il sigillo PortaQualità CasaClima fornisce le seguenti informazioni:**

| Criterio di Qualità | Norma | Simbolo | Livello di qualità | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **Trasmittanza termica *2)3)*** | EN ISO 10077-1/-2<br>EN 12567-1 | | $U_D$ > 1,6 W/m²K<br>(nC) | $U_D$ ≤ 1,6<br>W/m²K | $U_D$ ≤ 1,2<br>W/m²K | $U_D$ ≤ 0,8<br>W/m²K |
| | | | Uf >2,2<br>W/m²K | Uf ≤ 2,2<br>W/m²K | Uf ≤ 1,8<br>W/m²K | Uf ≤ 1,3<br>W/m²K |
| | EN 673 | | Ug ≤ 1,4 W/m²K | Ug ≤ 1,4<br>W/m²K | Ug ≤ 1,1<br>W/m²K | Ug ≤ 0,7<br>W/m²K |
| **Permeabilità all'ARIA** | EN 1026/<br>EN 12207 | | 1<br>(nC) | 2<br>(min) | 3 | 4 |
| **Tenuta all'ACQUA *4)*** | EN 1027<br>EN 12208 | | 3A/3B<br>(min) | 4A/4B | 5A/5B | ≥ 6A |
| **Resistenza al carico del VENTO** | EN 12211<br>EN 12210 | | B2/C2<br>(min) | B3/C3 | B4/C4 | B5/C5 |
| **Potere Fonoisolante *5)*** | EN ISO 140-3<br>EN ISO 717-1 | | $R_w$<br>≥30db(A) | $R_w$<br>≥35dB(A) | $R_w$<br>≥37dB(A) | $R_w$<br>≥40dB(A) |
| **Antieffrazione** | EN 1627 | | RC1 | RC2 | RC3 | ≥ RC4 |
| **Capacità portante dispositivi di sicurezza** | EN 14609 | Valore di soglia; Per lucernari ribaltabili; verifica delle battute e delle guarnizioni in condizioni di apertura totale (non cerniere) | | | | |
| **Sostanze dannose** | EN 14351-1 | come indicato (vedi 3.11) o EPD | | | | |
| **Resistenza all'urto** | EN 13049 | classe 3 | | | | |

LEGENDA

Le caselle con sottofondo grigio indicano il valore minimo richiesto di una prestazione richiesto per il sigillo FinestraQualità CasaClima

(nC) Non classificato per il sigillo, risultato di prova inferiore a quello richiesto per il sigillo

**Trasmittanza 2):** Valore $U_f$ medio ponderato oppure verifica attraverso temperature superficiali.
**Trasmittanza 3):** Valore $U_g$ del vetro isolante oppure valore $U_p$ di un eventuale riempimento (bugna, pannello invece di vetro) calcolato secondo EN 6946 oppure test sperimentale secondo EN 12667.
**Tenuta all'ACQUA 4):** Prova in stato chiuso e bloccato.
**Potere Fonoisolante 5):** Misurazione dell'isolamento acustico in laboratorio su di un campione in condizioni di passaggio e uso abituale oppure secondo appendice B, potere fonoisolante valutato secondo EN 717-7.



**Il sigillo "PortaQualità CasaClima"**

## ATTENZIONE!



È bene ricordare che non è obbligatorio montare una porta o una finestra con il sigillo di Qualità CasaClima per ottenere la certificazione CasaClima dell'edificio.

**PRODUTTORI PORTAQUALITÀ CASACLIMA**

| Produttore | Prov. | Denominazione commerciale | Materiale | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|---|---|
| Aster | BZ | Haustür Life 68-88-98<br>Haustür Komfort 68-88-98<br>Haustür Silence 68-88-98 | Porta in legno<br>Porta in legno<br>Porta in legno | 2-009<br>2-010<br>2-011 | ✓ |
| Blindato Effepi | RN | Major CV-PL-RM | Porta blindata | 2-012 | |
| Dierre | AT | Synergy-Out Green 1<br>Synergy-Out Green 2 | Porta blindata<br>Porta blindata | 2-006 | ✓ |
| Gasperotti | TN | Klima A.70<br>Klima Gold.70 | Porta blindata<br>Porta blindata | 2-004 | ✓ |
| Hörmann | BZ | ThermoPlan Hybrid | Porta blindata | 2-008 | ✓ |
| Oikos Venezia | VE | EVOLUTION 3TT | Porta blindata | 2-007 | ✓ |
| Rubner Türen | BZ | A- Haustür Eco100<br>A- Haustür Protecta<br>A- Haustür Modesta | Porta in legno<br>Porta in legno<br>Porta in legno | 2-001<br>2-002<br>2-005 | |

# 11.9 CHECKLIST

## Checklist: chiusure esterne

| | FINESTRE E PORTE | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | L'impresa ha a disposizione gli elaborati esecutivi per elaborare un computo metrico? | ☐ | ☐ | |
| 2 | Porte e finestre scelte hanno i requisiti secondo normativa? | ☐ | ☐ | |
| 3 | È progettata una posa dei serramenti che garantisca la tenuta all'aria? | ☐ | ☐ | |
| 4 | I valori $U_d$, $U_f$, $U_g$ e g sono conformi al progetto? | ☐ | ☐ | |
| 5 | Gli elementi sono installati a piombo? | ☐ | ☐ | |
| 6 | Sono stati controllati i dispositivi di movimentazione (ferramenta)? | ☐ | ☐ | |
| 7 | Tutti gli elementi sono privi di danni? | ☐ | ☐ | |

# Migliora il comfort della tua casa




Le porte d'ingresso Hörmann, grazie alle componenti ad alta efficienza energetica, garantiscono elevati coefficienti di isolamento termico.

Le migliori performance antieffrazione incontrano un design contemporaneo.

Visita il nostro sito e scopri la serie completa.

*in base alla grandezza della porta, valori indicati per MET 1250 × 2200 mm

INCENTIVI ECOBONUS

Partner KlimaHaus® CasaClima

www.hormann.it
info@hormann.it

HÖRMANN
Porte • Portoni • Sistemi di chiusura

su ingenio-web.it

# Guida all' ECOBONUS

Sempre aggiornata,
ad ogni cambiamento normativo

ingenio

Rimani sempre informato anche su:

## Guida al SISMABONUS



Sempre aggiornata,
ad ogni cambiamento normativo
















Riwega®

member of Ergepearl group

# 12
# IL TETTO DELLA MIA CASA


**12.1 IL TETTO**

**12.2 REQUISITI DELLE COPERTURE**

**12.3 LE PRESTAZIONI DI UN TETTO IN UNA CASACLIMA**

Protezione termica invernale

Protezione termica estiva

Tenuta all'aria e al vento

Gestione dell'umidità

FOCUS: Terminologia di un tetto a falde

**12.4 STRATI FUNZIONALI DEL SISTEMA TETTO**

Struttura portante

Strato funzionale di tenuta all'aria

Isolamento termico

Impermeabilizzazione/strato funzionale di tenuta al vento

Ventilazione

Manto di copertura

**12.5 TIPOLOGIE DI COPERTURE**

Coperture piane

Coperture inclinate

Coperture leggere

Coperture massicce

FOCUS: tetti verdi

Tetti verdi intensivi e estensivi

Incentivi e normative per tetti verdi

FOCUS: canne fumarie

FOCUS: abitare il sottotetto

Condizioni di comfort

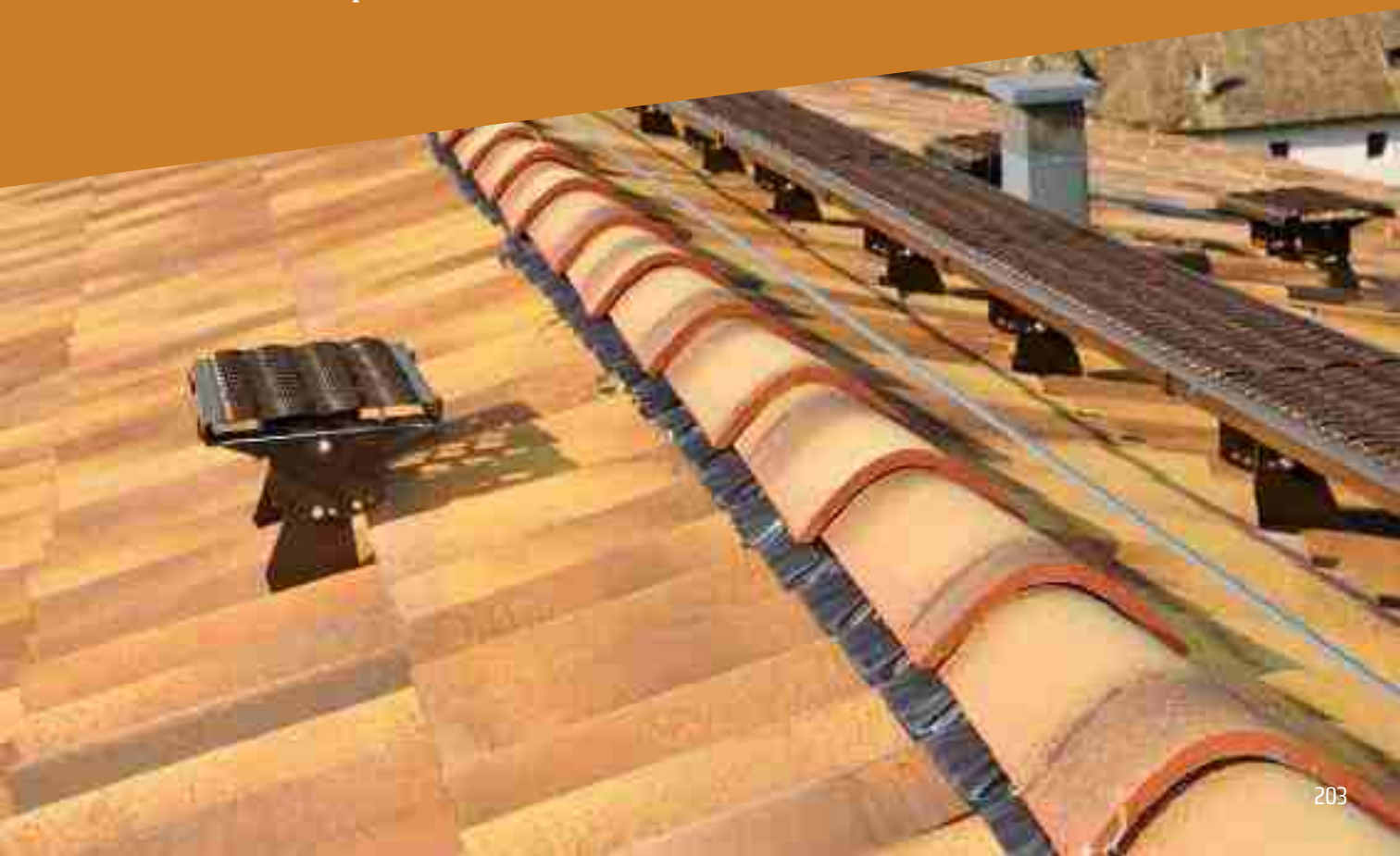
Luce dal tetto

FOCUS: Recupero e riuso delle acque piovane

Riduzione dei consumi

Recupero acque piovane

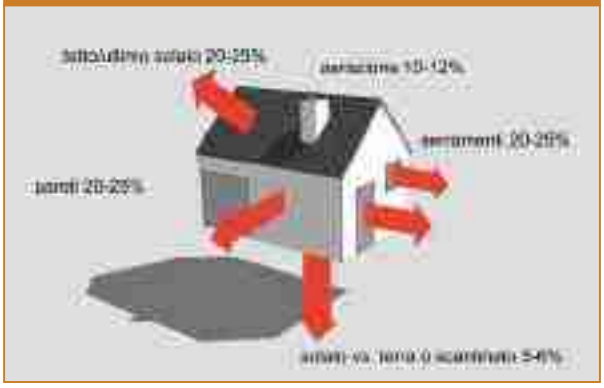
Impatto idrico nel protocollo CasaClima Nature

# 12.1 IL TETTO

Il tetto definisce la parte superiore dell'edificio a cui spetta il compito di separarci dall'ambiente esterno e di proteggerci dagli agenti atmosferici, contribuendo in maniera significativa all'efficienza energetica e al comfort.
Le dispersioni energetiche associate al tetto sono paragonabili a quelle delle pareti e possono raggiungere il 20-25% delle dispersioni totali del fabbricato.

**Perdita di calore di una casa tradizionale**




Questo perché il flusso di calore è "facilitato" a muoversi verso l'alto rispetto alle altre direzioni e pertanto, a parità di superficie e di trasmittanza termica, il tetto disperde maggiore calore rispetto ad una parete o ad un solaio/pavimento freddo.
Il tetto è, inoltre, l'elemento costruttivo più esposto alla radiazione solare e deve essere progettato per garantire ottime prestazioni anche nella stagione estiva, in particolare se i locali sottostanti sono abitati, per evitare che si creino problemi di surriscaldamento interno.

# 12.2 REQUISITI DELLE COPERTURE

Un tetto deve soddisfare diversi requisiti e in particolare:

- stabilità e resistenza al peso proprio e ai carichi esterni, come neve e vento, e a quelli dovuti agli interventi manutentivi;
- protezione dagli agenti atmosferici esterni e dai fulmini;
- protezione da intrusioni esterne;
- impermeabilizzazione e smaltimento delle acque piovane;
- resistenza agli shock termici e al gelo;
- protezione dalla luce solare (radiazione UV);
- resistenza al fuoco;
- isolamento termico e acustico;
- veloce smaltimento dell'umidità;
- durabilità delle caratteristiche prestazionali nel tempo.

In una casa energeticamente efficiente a questi requisiti si affiancano:

- protezione dal surriscaldamento estivo;
- tenuta all'aria sul lato interno e tenuta al vento sul lato esterno;
- corretta gestione dell'umidità all'interno del pacchetto costruttivo;
- possibilità di installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili (ad es. impianti solari termici o fotovoltaici).






**Fattori a cui è esposto un tetto**

# 12.3 LE PRESTAZIONI DI UN TETTO IN UNA CASACLIMA

## Protezione termica invernale

Essendo l'elemento costruttivo più disperdente per unità di superficie, il tetto deve essere ben isolato, garantendo continuità con la coibentazione delle pareti esterne per evitare ponti termici. In una casa energeticamente efficiente lo spessore della coibentazione del tetto è generalmente superiore a quello delle pareti.

## Protezione termica estiva

Molti degli accorgimenti attuati per la protezione termica invernale delle coperture sono utili anche per quella estiva. Nelle calde giornate di sole, tra la coibentazione e il manto di copertura del tetto si possono raggiungere facilmente temperature superficiali fino a 80 °C.
La scelta va indirizzata verso materiali isolanti con una buona capacità di accumulare il calore che il tetto riceve durante il giorno e che trasferiscano il calore accumulato, attenuandone l'intensità, solo dopo molte ore quando è possibile raffrescare gli ambienti tramite la ventilazione naturale, grazie all'escursione termica notturna.
A questo scopo sono utili materiali che hanno elevata densità ed elevata capacità termica, per aumentare lo sfasamento e l'attenuazione del pacchetto di copertura (si veda il capitolo 7).

### CARATTERISTICHE ESTIVE DI UN TETTO IN UNA CASACLIMA



Per le coperture con valore U ≥ 0,20 W/m²K per il rispetto della prestazione estiva valgono i seguenti limiti:

**Zone climatiche A, B, C, D:**
sfasamento ≥ 12 ore;
fattore di attenuazione (24 h) ≤ 0,30;

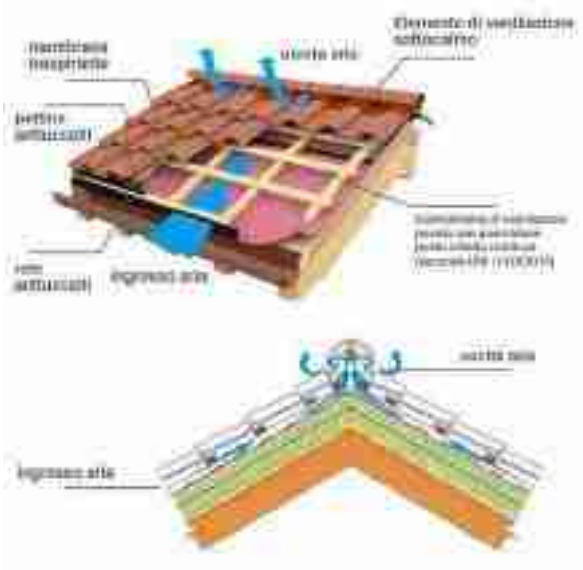
**Zone climatiche E, F (≤ 4000 GG):**
sfasamento ≥ 9 h;
nessuna richiesta di attenuazione;

**Zone climatiche F (> 4000 GG):**
nessuna richiesta di sfasamento e attenuazione.

Per il comportamento estivo interno, esclusivamente per le zone climatiche A, B, C, D, è richiesta un'ammettenza interna Y11 ≥ 2,0 W/m²K.
In alternativa è richiesta l'installazione di un sistema di climatizzazione estiva.

Per migliorare le prestazioni estive di una copertura è possibile ricorrere ad altre strategie di climatizzazione passiva, come la ventilazione del tetto sotto il manto di copertura e la scelta di un manto di copertura ad elevata riflettanza solare, in grado cioè di riflettere la radiazione solare prima che essa penetri all'interno della copertura stessa.

**Ventilazione del tetto**



Fonte: Riwega

## Tenuta all'aria e al vento

Un tetto deve essere dotato di una buona tenuta all'aria (lato interno) e di una buona tenuta al vento (lato esterno) evitando così:

- perdite indesiderate di calore nella stagione invernale, con il conseguente aumento del fabbisogno di riscaldamento;
- l'ingresso di aria calda nella stagione estiva da fessure presenti nel pacchetto costruttivo, con aumento di costi per il raffrescamento;
- fastidiosi rumori esterni;
- danni per condensazione interstiziale, soprattutto nei tetti in legno;
- l'ingresso di insetti.

Gli strati funzionali di tenuta all'aria e al vento (ad es. membrane, pannelli, ecc.) devono essere continui, anche in corrispondenza delle interruzioni e dei raccordi con gli altri elementi costruttivi, come le pareti esterne, per garantire la durabilità e l'integrità della copertura, proteggendola dall'ingresso di umidità imprevista ed evitando moti convettivi di aria nel pacchetto costruttivo.

### PASSAGGI A TETTO



In una copertura i punti deboli sono rappresentati da tutte le interruzioni come:

- fuoriuscita di sfiati, canne di esalazione e camini;
- fori per il passaggio di condotte e tubazioni e cavi elettrici;
- passaggio di travi e travetti;
- bucature per finestre a tetto;

Tutti questi passaggi a tetto devono garantire la resistenza al fuoco (soprattutto in tetti in legno) l'impermeabilizzazione e naturalmente la tenuta all'aria e al vento.

È quindi necessario prevedere la nastratura a regola d'arte degli strati funzionali di tenuta all'aria e al vento non solo nelle sovrapposizioni, ma anche in tutti i punti di raccordo.

Il test per verificare le infiltrazioni d'aria esterna nell'ambiente è il Blower Door Test, obbligatorio nella certificazione CasaClima per tutti gli edifici residenziali di nuova costruzione e per gli edifici residenziali oggetto di risanamento secondo il protocollo CasaClima R.

### UNA BUONA TENUTA ALL'ARIA NON È SINONIMO DI ERMETICITÀ



Quando si parla di un edificio a tenuta all'aria non bisogna confondersi con un edificio ermetico o stagno, in quanto una buona tenuta all'aria è sinonimo di ridotta permeabilità all'aria. In altre parole, le infiltrazioni di aria e gli spifferi tra gli elementi costruttivi sono presenti, ma sono estremamente ridotti con tutti i vantaggi descritti nelle pagine precedenti.

Un involucro a tenuta all'aria è un involucro poco permeabile all'aria, ma non ermetico o stagno!

## Gestione dell'umidità

Per assicurarsi un tetto con un pacchetto costruttivo asciutto, serve una buona diffusione al vapore. Attraverso la scelta di materiali adeguati il tetto deve garantire una corretta gestione dell'umidità per diffusione ed evitare che nel tempo si verifichino danni alla costruzione dovuti ai flussi di umidità indesiderato. Generalmente l'umidità si dirige verso l'esterno nella stagione invernale e verso l'interno nella stagione estiva, questo perché il vapore acqueo tende a riequilibrarsi e a spostarsi verso gli ambienti con un minore quantitativo di umidità.
In particolare, nei tetti in legno il pacchetto della copertura deve quindi essere quanto più possibile traspirante, aperto




**Montaggio delle tegole**

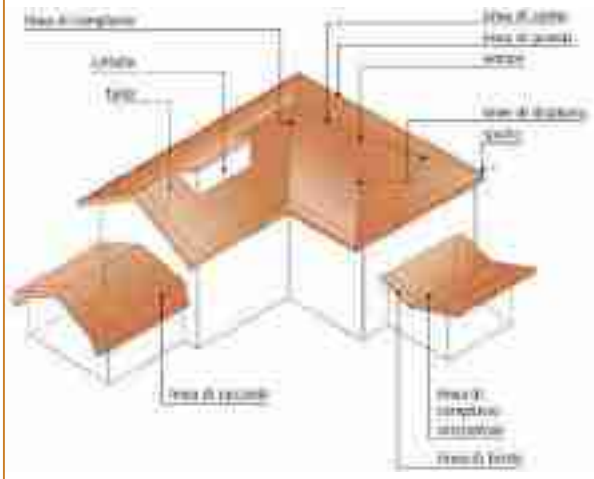
alla diffusione del vapore e ventilato. Nelle coperture piane risulta più complesso realizzare pacchetti traspiranti, per la necessità di inserire strati di impermeabilizzazione applicabili con pochi gradi di inclinazione e resistenti all'acqua stagnante, che non sempre rispondono alla richiesta di traspirabilità.
Anche in questi casi è bene affidarsi a tecnici qualificati, che siano in grado di progettare un pacchetto di copertura quanto più possibile aperto alla diffusione del vapore e privo di barriere al vapore che, se male eseguite, possono compromettere la durabilità del pacchetto di copertura provocando seri danni alla struttura.

## FOCUS: Terminologia di un tetto a falde

La terminologia di riferimento per gli elementi e i componenti delle coperture inclinate è la seguente:

- falda: superficie con un'unica pendenza;
- linea di colmo: linea di incontro sommitale tra le due falde di un tetto;
- linea di gronda: linea perimetrale inferiore delle falde;
- compluvio: linea di incontro tra due falde a pendenza convergente;
- displuvio: incontro di due falde a pendenza divergente;
- pendenza: inclinazione della falda misurata dalla retta di massima pendenza;
- sporto di gronda: parte della falda inferiore e perimetrale che generalmente sporge dalla parete esterna e accoglie i componenti destinati alla raccolta delle acque;
- aeratori o sfiati: elementi necessari per la ventilazione degli ambienti sottostanti (ad es. bagni) o della stessa struttura;
- canale o doccia: elemento per la raccolta dell'acqua piovana, dotato di leggera pendenza e confluente nei pluviali;
- pluviale: tubazione per lo scarico dell'acqua piovana.

**Terminologia tetto**



# 12.4 STRATI FUNZIONALI DEL SISTEMA TETTO

Ogni tipologia di tetto ha le sue caratteristiche, ma, volendo descrivere la stratigrafia di una copertura inclinata, si riportano i principali strati funzionali nei paragrafi seguenti.

## Struttura portante

Le tipologie più diffuse sono quella in legno, in laterocemento, in calcestruzzo armato o in acciaio. In una copertura in legno con struttura a telaio, l'insieme delle travi portanti sorregge un assito continuo in tavole di legno, che costituisce l'elemento piano sul quale sono posati successivamente gli altri strati funzionali del tetto. Nel caso invece di coperture in laterocemento o in cemento armato la struttura può essere costituita da un piano continuo formato direttamente dal solaio inclinato che costituisce le falde del tetto.

## Strato funzionale di tenuta all'aria

Si ottiene posando teli, membrane o pannelli opportunamente nastrati, che possono avere anche la funzione di freno al vapore, il cui ruolo è quello di regolare la diffusione e il passaggio del vapore acqueo evitando così la formazione di condensa negli strati della copertura e in particolare nel materiale isolante, compromettendone le prestazioni e la durabilità. Lo strato funzionale di tenuta all'aria nel caso di coperture in laterocemento è generalmente costituito dall'intonaco interno.

## Isolamento termico

L'isolamento termico è imprescindibile per realizzare una copertura che rispetti i requisiti minimi di efficienza energetica e assicuri comfort interno: con un efficace isolamento (scelto e dimensionato correttamente) si riesce infatti ad avere una casa più calda d'inverno e più fresca d'estate, riducendo le spese per il riscaldamento e per il raffrescamento. Fondamentale è la posa della coibentazione che deve essere eseguita a regola d'arte, continua e tale da assicurare l'assenza di ponti termici.
Sono numerosi i materiali termoisolanti da utilizzare: dai pannelli di polistirene o di poliuretano, a quelli in lana di roccia o di vetro, fino ai pannelli in fibra di legno o in altri materiali ecologici e addirittura riciclati. Possono essere utilizzati anche nuovi materiali, come quelli ultrasottili o sottovuoto, ma considerati i costi ancora elevati sono usati solo in casi eccezionali o quando si hanno a disposizione spessori molto ridotti.

## Impermeabilizzazione/strato funzionale di tenuta al vento

È lo strato che, insieme al manto di copertura, protegge l'edificio dalla pioggia battente. È in grado di fermare e raccogliere l'acqua nell'eventualità che attraversi il manto di copertura, ma anche la condensa che si può formare nello strato sottotegola, portandola verso il canale di gronda, dove viene smaltita dal sistema di raccolta delle acque meteoriche. Tradizionalmente formato da membrane bituminose nei solai con struttura in laterocemento, oggi può essere realizzato anche con teli e membrane di altri materiali, posati a freddo e senza l'ausilio della fiamma, riducendo così i possibili pericoli durante le fasi di lavorazione, in particolare nei tetti in legno. Generalmente l'impermeabilizzazione funge anche da strato di tenuta al vento.

## Ventilazione

La caratteristica principale del tetto ventilato è la presenza di uno strato di ventilazione tra il manto di copertura del tetto (tegole, coppi, ecc.).

La presenza di uno strato di ventilazione, se ben progettato, ha come obiettivi principali:

- lo smaltimento dell'umidità generata all'interno dell'abitazione, favorendo l'asciugatura dello strato isolante;
- la riduzione in estate della temperatura superficiale dello strato isolante, grazie alla circolazione dell'aria, e la conseguente riduzione del fabbisogno di raffrescamento interno;
- facilitare il deflusso di eventuali infiltrazioni accidentali al di sotto del manto di copertura.

La ventilazione della copertura può essere realizzata con due distinti sistemi di circolazione dell'aria: sistemi di tetto debolmente ventilati (**microventilazione**) e sistemi di tetto normalmente o fortemente ventilati (**macroventilazione**).

### MICROVENTILAZIONE - SOTTOTEGOLA

Per mantenere salubri e integri gli elementi del tetto è sempre necessario prevedere una microventilazione sotto tegola per evitare il persistere di umidità e la formazione di condensa soprattutto nel periodo invernale. Nei mesi estivi, questo tipo di ventilazione è meno efficace per la protezione dal calore.

Le tegole vanno posate su listelli affinché la ventilazione funzioni sotto di esse. È importante che la linea di gronda e il colmo siano liberi da ostruzioni e favoriscano la circolazione dell'aria.

### MACROVENTILAZIONE - SOTTOMANTO

Una forte o normale ventilazione si realizza tramite la creazione di un'intercapedine, di spessore costante, tra tegola e strato isolante:

- l'aria entra dalla gronda e sottraendo calore all'isolante, per effetto camino, fuoriesce di nuovo a livello del colmo.

Questo sistema di ventilazione è particolarmente vantaggioso in estate perché l'aria durante il suo percorso raffresca l'isolante, riducendo la penetrazione del calore nella struttura.

Affinché sia garantito un efficace flusso nello strato di ventilazione è necessario garantire un corretto ingresso dell'aria in prossimità della linea di gronda prevedendo dei sistemi, tipo griglie microforate, che consentono l'ingresso dell'aria, impedendo allo stesso tempo l'intrusione di insetti e piccoli volatili all'interno della camera di ventilazione.

Allo stesso modo, in corrispondenza della linea di colmo è opportuno prevedere delle soluzioni che consentano l'espulsione dell'aria riscaldata attraverso l'impiego di sottocolmi ventilati.






Fonte: Würth

**Griglia di ventilazione per tetto**




**Sottocolmo ventilato per l'areazione dei colmi dei tetti**

# 12.5 TIPOLOGIE DI COPERTURE

La tipologia di un tetto dipende da molti fattori, quali la destinazione d'uso, lo stile architettonico dell'edificio, il contesto climatico, il posizionamento geografico e la tradizione locale.

Le coperture possono essere distinte in due grandi categorie:

- coperture piane: sono caratterizzate da una pendenza inferiore al 5% e possono essere praticabili o non praticabili;
- coperture inclinate (a falde): sono caratterizzate da una pendenza superiore al 5%.

### ATTENZIONE AL FISSAGGIO DELLE TEGOLE



La posa del manto di copertura con malte o adesivi è assolutamente da evitare poiché, oltre ad impedire la circolazione dell'aria, crea zone in cui l'acqua, proveniente da infiltrazioni o umidità, può ristagnare. Le conseguenze sono un rapido deterioramento del manto fino alla sua rottura per gelività

**Tetto inclinato in legno**




Fonte: Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it

1. **Listello portategola**
2. **Listello di ventilazione**
3. **Guarnizioni per viti, sigillatura fissaggio dei controlistelli di ventilazione**
4. **Strato impermeabilizzante/tenuta al vento**
5. **Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive**
6. **Telo di tenuta all'aria/freno al vapore**
7. **Assito in legno e struttura portante in legno**

## Manto di copertura

Sono molti i materiali che possono assolvere a questo ruolo: per i tetti a falde si possono utilizzare coppi o tegole (in laterizio o cemento) o manti in lamiera (in alluminio, rame, zinco, ecc.). Per i tetti piani possono essere usati ghiaia sfusa, pavimentazioni flottanti a quadrotti o in legno, pavimentazioni in ceramica o pietra naturale, ma anche tetti verdi.

I sistemi di posa e le strutture necessarie ad assicurare il manto di copertura possono variare notevolmente a seconda della struttura del tetto: vanno dal tradizionale sistema di listellatura in legno ai dispositivi metallici. Tutte le tecniche di installazione prevedono sempre anche pezzi speciali quali raccordi, tegole fermaneve, tegole per l'aerazione, comignoli e torrette per l'esalazione dei fumi, linee salvavita oltre alla lattoneria, ovvero canali di gronda, pluviali e altri accessori.

## Coperture piane

Le coperture piane sono sempre più utilizzate negli edifici di nuova costruzione, in quanto consentono di avere spazi esterni fruibili per la vita quotidiana. Le coperture piane possono, però, essere anche non praticabili, ovvero non fruibili se non per scopi manutentivi.

**VANTAGGI**

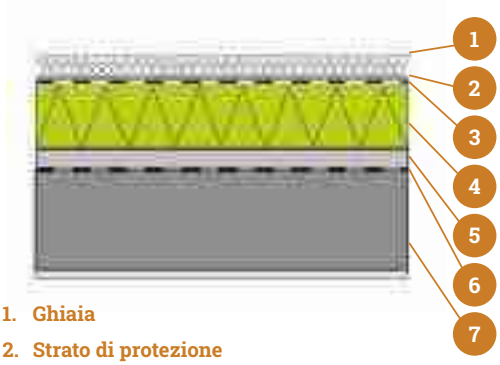
- Se praticabili, rappresentano uno spazio aggiuntivo esterno di pertinenza dell'edificio.
- Gli spazi sottostanti possono avere la stessa altezza degli altri piani.

**SVANTAGGI**

- Le pendenze per lo smaltimento delle acque piovane sono minime e l'impermeabilizzazione delle strutture assume grande importanza.
- La sollecitazione ai carichi atmosferici (ad es. neve) è maggiore rispetto ai tetti inclinati.
- La ventilazione della copertura è di difficile realizzazione e per questo la copertura piana protegge meno dal surriscaldamento estivo.
- La durabilità dei tetti piani è generalmente minore di quella dei tetti inclinati.
- Il comportamento termo-igrometrico del pacchetto di copertura è generalmente più critico per la presenza di strati di impermeabilizzazione chiusi alla diffusione del vapore.

I tetti piani sono una tipologia edilizia nata nei paesi mediterranei, caratterizzati da precipitazioni rare e da un clima asciutto. Il principale problema delle coperture piane è infatti lo smaltimento delle acque meteoriche che, a causa della pendenza ridotta a pochi gradi, risulta più difficoltoso.
I tetti piani sono perlopiù costruiti con struttura massiccia, come quelli a falda. Essi sono in grado di soddisfare le esigenze fisiche e strutturali richieste a una copertura, preservare l'edificio in modo affidabile e duraturo dall'azione degli agenti atmosferici e soddisfare le esigenze di isolamento termico e acustico imposte dalla normativa vigente.

**Tetto piano con ghiaia**




1. **Ghiaia**
2. **Strato di protezione**
3. **Impermeabilizzazione (guaina bituminosa, pvc, poliolefine flessibli, ecc.)**
4. **Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive**
5. **Massetto delle pendenze**
6. **Telo di tenuta all'aria/freno al vapore**
7. **Solaio portante (cls, laterocemento, X-LAM)**

In relazione alla loro struttura possono avere degli strati funzionali complementari come:

- pendenza dell'estradosso atta a favorire il deflusso delle acque meteoriche;
- protezione dell'impermeabilizzazione da sollecitazioni meccaniche, fisiche o agenti chimici;
- strati drenante e filtrante, al fine di permette la raccolta e il rapido deflusso dell'acqua.

## Coperture inclinate

Le coperture inclinate possono essere caratterizzate da una o più falde, in base alle caratteristiche dell'edificio e agli spazi che si vogliono realizzare all'interno. La pendenza delle falde dipende dal contesto geografico e climatico, dalla tradizione locale, dal tipo di edificio e dalla tipologia di manto di copertura che si vuole utilizzare.
La struttura portante di un tetto a falde realizzata con travi e capriate in legno, in cemento armato o in acciaio è definita di tipo discontinuo, mentre se costruita con solette di calcestruzzo armato in laterocemento o in pannelli X-LAM è definita di tipo continuo.

**VANTAGGI**

- Facile smaltimento delle acque piovane.
- Minore sollecitazione ai carichi atmosferici (ad es. neve): la pendenza è studiata per le sollecitazioni della specifica località in cui l'edificio è inserito.
- Possibilità di proteggere/ombreggiare la facciata con sporti di gronda adeguatamente dimensionati.
- Piano di posa già inclinato per pannelli solari termici/fotovoltaici.
- Maggiore facilità di realizzare coperture ventilate.
- Se correttamente progettati, la durabilità dei tetti a falde è generalmente maggiore di quella dei tetti piani.

**SVANTAGGI**

- Forme complesse possono creare punti critici nelle line di raccordo tra le falde sia dal punto di vista costruttivo che di smaltimento delle acque.
- Gli spazi sottostanti hanno un'altezza variabile legata alla pendenza del tetto.

I tetti inclinati sono spesso utilizzati per l'installazione di impianti solari termici o fotovoltaici. Per un migliore rendimento degli impianti solari, la falda dovrebbe essere orientata verso sud e con una pendenza variabile in funzione delle diverse latitudini. Anche se un tetto a falda è generalmente un tetto che crea meno problemi rispetto ad un tetto piano, va ricordato che comunque andrebbero preferite forme semplici: i punti critici di una costruzione a falda sono infatti le linee di raccordo fra le superfici diversamente inclinate. Più la forma è complessa, maggiori sono i punti deboli della struttura.

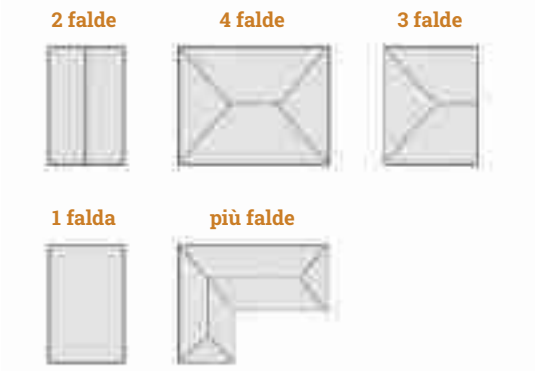



**Coibentazione del tetto in fibra di legno**




**Tetto con impianto fotovoltaico integrato**

## Tipologie di falde più diffuse

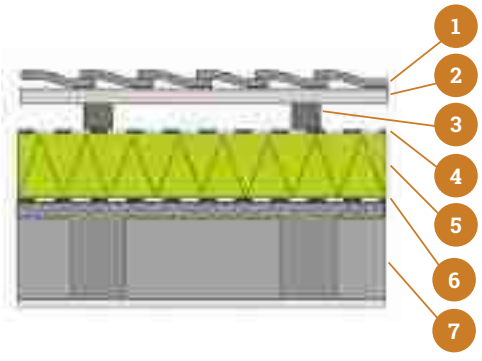



## Tetto inclinato in laterocemento




Fonte: Riwega

1. Manto di copertura con colmo ventilato
2. Listello portategola
3. Listello di ventilazione
4. Strato impermeabilizzante/tenuta al vento
5. Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive
6. Telo di tenuta all'aria/freno al vapore
7. Struttura portante in latero-cemento
8. Pettine e reti parapasseri



## Coperture leggere

Un altro tipo di classificazione per definire le coperture è legata alla tipologia strutturale e costruttiva. Si distinguono quindi le coperture in:

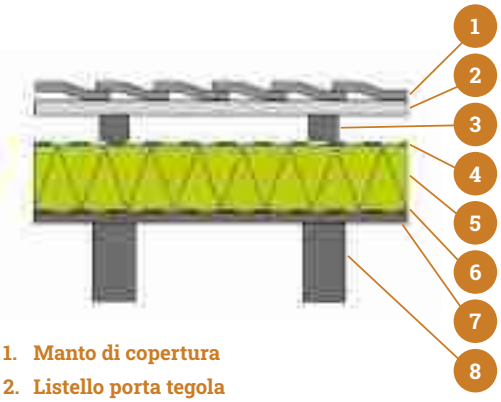
- coperture leggere: tetti in legno (a telaio);
- coperture massicce: tetti in laterocemento, in cemento armato, in pannelli di legno multistrato (X-LAM).

**Tetto a falde con isolamento tra i puntoni**




1. Manto di copertura
2. Listello porta tegola
3. Listello di ventilazione
4. Strato impermeabilizzante/tenuta al vento
5. Tavolato superiore
6. Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive
7. Telo di tenuta all'aria/freno a vapore
8. Tavolato inferiore
9. Cartongesso di finitura interno

**Tetto a falde con isolamento sopra i puntoni**

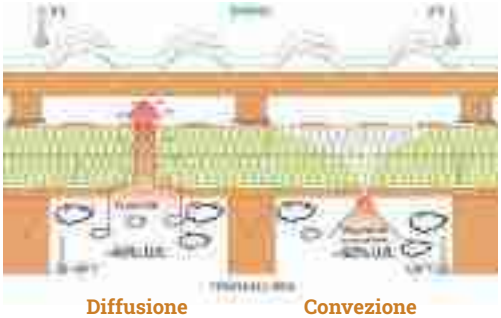



1. Manto di copertura
2. Listello porta tegola
3. Listello di ventilazione
4. Strato impermeabilizzante/tenuta al vento
5. Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive
6. Telo di tenuta all'aria/freno al vapore
7. Tavolato in legno
8. Travi della struttura portante

### PERCHÉ SCEGLIERE STRUTTURE TRASPIRANTI?



La permeabilità all'aria di una struttura definisce quanta aria attraversa un elemento costruttivo. Al crescere della permeabilità all'aria crescono i flussi di aria che attraversano la struttura. Essa non deve essere confusa con la diffusione del vapore, che invece è il normale passaggio di vapore acqueo attraverso le strutture e non rappresenta, se correttamente gestito, un rischio per l'elemento costruttivo. Al contrario il passaggio libero di aria (convezione), rappresenta un serio rischio per la durabilità delle strutture poiché i quantitativi di umidità trasportati sono di gran lunga superiori.



Diffusione Convezione

Fonte: Riwega

Un edificio non può però garantire una tenuta all'aria del 100% ed è per questo che è importante realizzare stratigrafie quanto più traspiranti possibile e caratterizzate da una elevata qualità igrometrica. In questo modo si è sicuri che in caso di umidità imprevista (ad es. per la foratura accidentale dello strato di tenuta all'aria), gli elementi costruttivi saranno in grado di smaltirla velocemente, minimizzando il rischio di danni ai componenti edilizi.

È bene evidenziare che non esiste una tipologia costruttiva migliore delle altre, in quanto la scelta è legata a molteplici fattori che dipendono dall'edificio che si vuole realizzare. Inoltre la qualità complessiva di un tetto è data dalla corretta progettazione e realizzazione dei suoi componenti e non dalla tipologia scelta.

Quando si parla di coperture leggere ci si riferisce soprattutto ai tetti in legno con struttura a telaio, la cui orditura principale è cioè costituita da travi in legno massiccio o lamellare.
Nelle coperture leggere la scelta del materiale isolante assume grande importanza in quanto ad esso sono affi-

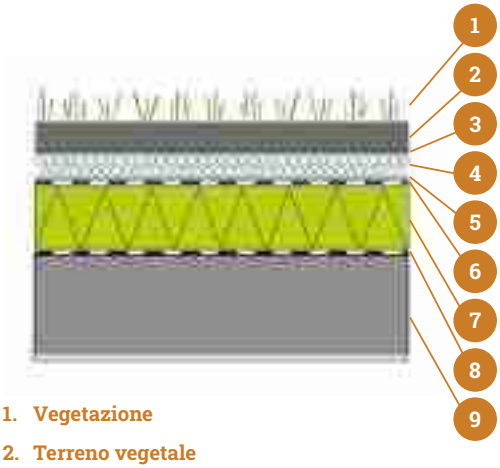
date le prestazioni termiche invernali ed estive del pacchetto di copertura. Per questo è necessario scegliere preferibilmente un materiale isolante con alta densità ed elevato calore specifico.

## Coperture massicce

I tetti costruiti con struttura portante massiccia sono caratterizzati da una struttura piena che può essere in latero-cemento, in calcestruzzo armato oppure in pannelli di legno multistrato X-LAM.
La struttura portante può assolvere anche alla funzione di tenuta all'aria: nel caso di solai in laterocemento o in c.a. essa è garantita dalla presenza dell'intonaco sul lato interno della struttura, mentre, nel caso si scelga l'X-LAM, è il pannello stesso ad avere proprietà di tenuta all'aria, se ha almeno 5 strati incrociati di legno e se i pannelli vengono adeguatamente nastrati nelle giunzioni. Per un migliore comportamento estivo, inoltre, anche nelle coperture massicce a falde è opportuno prevedere uno strato di ventilazione sotto il manto di copertura.

I tetti massicci devono essere isolati preferibilmente all'estradosso della struttura, per ottimizzare le prestazioni invernali ed estive del pacchetto. Se isolati a regola d'arte con materiali idonei, essi offrono anche un buon isolamento acustico.

**Tetto verde**




1. Vegetazione
2. Terreno vegetale
3. Strato di separazione
4. Strato drenante
5. Strato di protezione
6. Impermeabilizzazione
7. Coibentazione di adeguato spessore e tipologia per elevate prestazioni invernali ed estive con pendenza integrata
8. Telo di tenuta all'aria/freno al vapore
9. Solaio massiccio

## FOCUS: tetti verdi

Il verde tecnologico è particolarmente indicato su coperture massive, come i tetti in laterocemento o in calcestruzzo armato. I tetti verdi sono un'antica tecnologia utilizzata per isolare naturalmente le coperture, una consuetudine nelle antiche abitazioni del nord Europa. Oggi la stessa tecnica, rivista e sviluppata, sta diventando uno degli elementi principali delle costruzioni sostenibili di tutto il mondo.

Un tetto verde offre numerosi vantaggi tra cui:

- la maggiore durata dell'impermeabilizzazione della copertura;
- il miglioramento delle prestazioni termiche sia invernali che estive del pacchetto di copertura;
- la regolazione del deflusso delle acque meteoriche verso i canali di smaltimento grazie alla capacità di accumulare acqua;
- il miglioramento delle prestazioni acustiche della copertura.

Un tetto verde in città significa, inoltre, recuperare aree altrimenti inutilizzate nell'edificio su cui è installato, ma anche contribuire al miglioramento delle condizioni ambientali e microclimatiche circostanti. Dal punto di vista del benessere collettivo, infatti, è risaputo che le città sono così calde in estate anche perché i materiali di cui sono costruiti gli edifici trattengono e rilasciano il calore accumulato. Le coperture a verde concorrono a ridurre l'effetto di isola di calore, ad assorbire l'anidride carbonica presente nell'atmosfera e a catturare le polveri e le sostanze nocive, con un conseguente miglioramento della qualità dell'aria.

## Tetti verdi intensivi e estensivi

Se si sceglie un tetto a verde con il sistema intensivo si possono piantare piante e alberi, oltre che coltivare ortag-



**Tetto verde intensivo**

gi e verdure. La realizzazione di questa tipologia di tetto è complessa, in quanto il tetto a verde intensivo è un vero e proprio giardino pensile e lo spessore del solo pacchetto verde varia dai 20 ai 50 cm in relazione alle specie coltivate. Nel caso di edifici esistenti è necessario rivolgersi a tecnici strutturisti per verificare la capacità portante del tetto, dato che i carichi associati ai pacchetti verdi intensivi possono essere elevati. Se installati su tetti in legno è opportuno anche fare un'attenta verifica igrometrica. La manutenzione è quella di un vero e proprio giardino tradizionale, con irrigazione, manutenzione continua e potatura.

Più semplice da manteneree e quasi autosufficiente, è invece il tetto verde estensivo, utilizzato per coperture di grandi dimensioni e per i tetti inclinati. Ha uno spessore limitato, che varia dai 15 ai 20 cm. Le specie vegetali adatte sono quelle con uno sviluppo limitato e basse esigenze colturali, come muschi, graminacee e piante grasse, preferibilmente di origine locale. La manutenzione si concentra nel primo anno della messa a dimora, necessaria a favorire l'attecchimento delle essenze. Oltre a questo, il tetto verde estensivo dovrà essere periodicamente ispezionato per evitare l'attecchimento di semi di piante inadatte trasportati dal vento.

## Incentivi e normative per tetti verdi

Con l'approvazione del DPR n. 59 del 2 aprile 2009, il tetto verde è stato riconosciuto come elemento che migliora le prestazioni energetiche dell'edificio. Le normative che disciplinano l'impianto di copertura a verde sono anche favorite dalle amministrazioni locali. Nel Regolamento Edilizio del Comune di Bolzano, dal 2004, come anche all'interno di altri Regolamenti Edilizi sul territorio nazionale, è in vigore "l'Indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio" (R.I.E.): il verde pensile è computato come strumento per compensare l'aumento dell'edificazione e della sigillatura dei suoli.



**Tetto verde estensivo**



krizz7 / Fotolia

## FOCUS: canne fumarie

La canna fumaria è tra gli elementi principali degli impianti di riscaldamento a combustione, delle stufe o dei caminetti perché consente di far fuoriuscire i fumi, spesso ad alta temperatura, in modo veloce ed efficace.

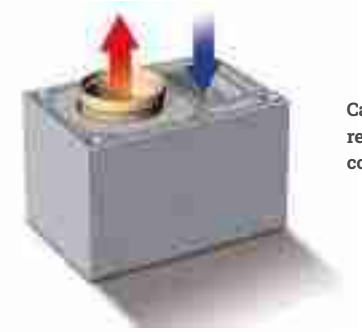
Gli aspetti da tenere sotto controllo per la progettazione, la realizzazione e il corretto funzionamento di una canna fumaria sono:

- tenuta all'aria e impermeabilizzazione del passaggio a tetto;
- assenza di rischio incendio in particolare in edifici in legno (ai camini è imputabile circa il 50% dei danni da incendio negli edifici);
- controllo della temperatura dei fumi;
- pulizia e controllo periodici eseguiti da personale certificato abilitato ai sensi della normativa vigente in materia di prevenzione incendi.

Le moderne caldaie a condensazione e gli impianti termici a biomassa ad alta efficienza hanno fumi in uscita più freddi rispetto ai vecchi apparecchi. Questo perché hanno trasferito la maggior parte del calore all'aria o all'acqua da riscaldare, sottraendolo ai fumi di combustione. Considerato che i fumi freddi in uscita rallentano il tiraggio della canna fumaria, è opportuno scegliere canne fumarie ben coibentate, o isolare quelle esistenti per mantenere caldi i fumi fino alla loro fuoriuscita, scongiurando la formazione di condensa all'interno del pacchetto costruttivo. In caso di combustione di legna o pellet esiste anche il rischio di

condensa acida all'interno del camino, con possibile deterioramento della sua struttura.

Per una corretta gestione del proprio camino, inoltre, occorre ricordare che negli impianti domestici è possibile bruciare solo legna non trattata, non verniciata e ben asciutta ed evitare di gettare carta plastificata, legno trattato, compensato e confezioni di ogni tipo. Con azioni di questo tipo aumentano i rischi d'incendio dovuti al surriscaldamento della canna fumaria, oltre all'inquinamento ambientale dovuto allo sprigionamento di sostanze tossiche.
La canna fumaria dovrebbe essere progettata in modo da assicurare l'assenza di rischio di incendio curando, in particolare, tutti i passaggi a solaio e a tetto attraverso l'utilizzo di materiali coibenti incombustibili di spessore adeguato perimetralmente alla canna fumaria.



**Canna fumaria in materiale refrattario ceramizzato e coibentazione**



**Blocco a taglio termico per canna fumaria per l'abbattimento di dispersioni e ponti termici**

Fonte: Schiedel

In commercio esistono anche sistemi testati, certificati e brevettati appositamente per la prevenzione degli incendi da camino e studiati per case e tetti in legno, che consentono di installare la canna fumaria a contatto con il legno in tutta sicurezza.

**Canna fumaria coibentata in vetro cellulare**



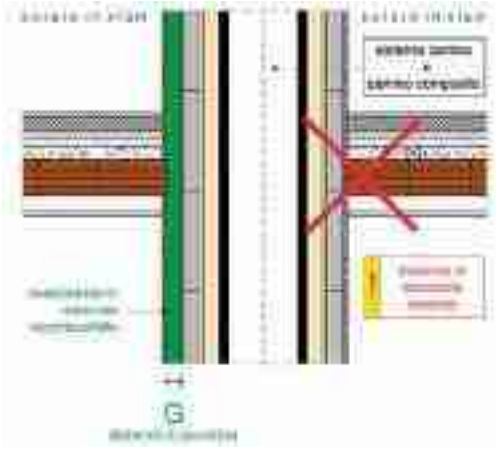

Fonte: Schiedel

## ATTENZIONE!



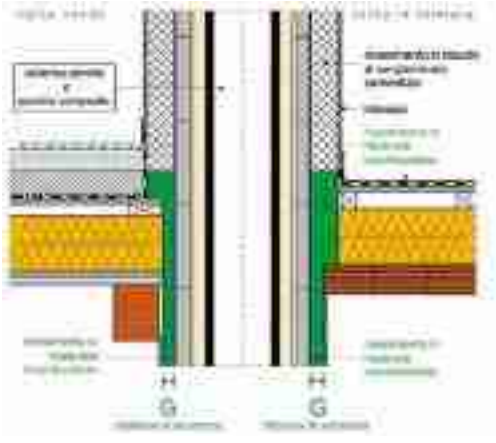
In una casa certificata CasaClima l'installazione di una canna fumaria è sempre consentita, a condizione che sia previsto un condotto esterno per convogliare l'aria necessaria per la combustione e che il passaggio a tetto sia eseguito a regola d'arte, senza compromettere la tenuta all'aria dell'edificio ed evitando la formazione di ponti termici.

**Passaggio a solaio della canna fumaria**



Fonte: Manuali Pratici Arca - Camino Sicuro

**Passaggio a tetto della canna fumaria**



Fonte: Manuali Pratici Arca - Camino Sicuro

## FOCUS: abitare il sottotetto

Nell'edilizia residenziale l'uso del sottotetto come spazio abitabile è sempre più consolidato. Negli edifici di nuova costruzione vengono sfruttati come abitativi gli spazi sottostanti le coperture inclinate, mentre negli edifici esistenti la tendenza è quella di recuperare vecchi sottotetti non abitati come superfici abitabili aggiuntive, ottenute senza la necessità di occupare nuovo suolo, ormai così limitato e prezioso, soprattutto nelle zone urbane.

### Condizioni di comfort

Per ottenere delle condizioni di comfort all'interno di un sottotetto abitato sono fondamentali l'adeguata coibentazione, la tenuta all'aria e l'impermeabilizzazione della copertura.
A prescindere dalla tipologia costruttiva, sia essa leggera o massiccia, la copertura dovrà garantire un buon isolamento invernale e ottime prestazioni estive per evitare che il freddo o il surriscaldamento rendano i locali poco confortevoli.
La scelta del materiale isolante dovrà quindi essere indirizzata verso quei prodotti caratterizzati da bassa conducibilità termica (λ), ma anche da buona densità e capacità termica, per garantire sfasamento e attenuazione e compensare le "lacune" che la tipologia costruttiva potrebbe avere. Strutture leggere andranno affiancate a materiali con elevata densità e capacità termica, mentre in strutture massicce possono essere utilizzati materiali più leggeri dato che già la struttura è generalmente dotata di buona inerzia termica.


ARochau / AdobeStock

**ATTENZIONE!**



Sia in caso di risanamento che di nuova costruzione l'uso abitativo dei locali sottotetto è condizionato dal rispetto dei limiti di altezza utile e dei rapporti di illuminazione e di ventilazione naturale.

### Luce dal tetto

**FINESTRE IN FALDA**

Per ottenere degli elevati livelli di comfort all'interno di un sottotetto è necessario avere, oltre a un buon isolamento dell'involucro, la tenuta all'aria, l'impermeabilizzazione, una corretta illuminazione e un adeguato ricambio d'aria. Le finestre in falda o gli abbaini assolvono a questa funzione. La finestra in falda, però, è maggiormente funzionale poiché offre, a parità di superficie, più luce rispetto ad un abbaino.

Le finestre in falda dovrebbero essere posizionate ad un'adeguata altezza dal pavimento, in funzione dell'inclinazione della copertura, delle dimensioni della finestra e delle modalità di apertura (a bilico o a vasistas). In generale, maggiore sarà la distanza della finestra dal pavimento, migliore risulterà l'illuminazione del vano.

Per una corretta scelta della finestra in falda è necessario porre attenzione a:

- **Vetro.** È importante scegliere la vetrata in base al luogo in cui si vive, all'orientamento delle finestre, alle necessità di isolamento termico e acustico (vicinanza di strade ad alto passaggio, a linee ferroviarie, ecc.). In generale è bene scegliere un vetro basso-emissivo con schermatura esterna per limitare l'ingresso della radiazione solare.
- **Telaio.** Può essere realizzato in legno o PVC, con eventuale rivestimento esterno in alluminio.
- **Prestazioni.** Per migliorare le prestazioni termiche alcuni produttori forniscono soluzioni per predisporre un foro isolato termicamente e acusticamente e con sistemi integrati di tenuta all'aria che ne facilitano il montaggio ed il raccordo con gli elementi della copertura. In questo modo si riducono le possibilità di ponti termici e relative perdite di calore e infiltrazione d'aria umida nel pacchetto costruttivo. Anche per la tenuta al vento e all'acqua sono già predisposti elementi di raccordo con gli strati funzionali del pacchetto di copertura. Per evitare che i problemi di una cattiva posa inficino le prestazioni di un ottimo serramento è opportuno rivolgersi a posatori certificati.

- **Schermature esterne.** I sottotetti, essendo maggiormente esposti alla radiazione solare rispetto agli altri piani della casa, in estate hanno bisogno di maggiore protezione dai raggi solari diretti. È necessario perciò che le finestre siano dotate di schermature esterne. Nel protocollo CasaClima sono obbligatorie, tranne per l'esposizione a nord, per evitare fenomeni di surriscaldamento interno. Sia le finestre che i sistemi di oscuramento possono essere dotati di sistemi elettrici e sensori per il controllo a distanza e il monitoraggio della qualità dell'ambiente interno dal proprio smartphone (temperatura, umidità, $CO_2$, ecc.) e per la chiusura automatica in caso di pioggia.

### CONDOTTI/TUNNEL SOLARI

I condotti solari sono sistemi passivi usati per convogliare la luce naturale e portarla in ambienti privi di illuminazione o scarsamente illuminati naturalmente, come corridoi, bagni ciechi, ripostigli e taverne. Riescono ad avere buone prestazioni in condizioni di cielo sereno assicurando livelli di illuminamento idonei allo svolgimento delle attività.

Essi sono costituiti da un elemento di:

- **captazione**, formato da una cupola trasparente che convoglia la luce solare;
- **conduzione**, costituito da un condotto altamente riflettente e lucido che riflette la luce verso il basso. L'efficienza del condotto solare dipende dalle lenti e dai riflettori, dispositivi che consentono di modulare la luce dall'alba al tramonto;
- **diffusione**: un diffusore posto sul soffitto dell'ambiente da illuminare.

Possono essere orizzontali, verticali o inclinati, e sono utilizzabili su tetti piani, inclinate e facciate verticali. Risultano efficienti con tutte le altezze solari e condizioni di cielo sereno. L'installazione ottimale del tunnel richiede che il percorso dal tetto alla stanza sia lineare e privo di ostacoli. Più il tubo è corto e dritto, più la luce risulta brillante.
Alcuni produttori dispongono di adattatori che consentono di sfruttare il foro nel tetto per ventilare il locale sottostante, oppure, quando non c'è luce naturale, di utilizzarlo come punto luce artificiale con una lampada a led.
Gli svantaggi più evidenti rispetto ad una finestra sono la ridotta disponibilità di luce naturale in caso di cielo coperto e la mancanza di contatto visivo con l'esterno.



**Finestra in falda in legno**




**Condotto solare che attraversa il sottotetto**

## FOCUS: Recupero e riuso delle acque piovane




L'acqua potabile è diventata una risorsa sempre più preziosa anche se, nel recente passato, è stata considerata un bene inesauribile e pertanto con scarso valore economico. Negli ultimi anni, il tema della gestione dell'acqua come bene pubblico è diventato centrale sia per l'alternarsi di periodi con scarse precipitazioni, sia per i maggiori costi dovuti all'efficientamento delle reti idriche del nostro Paese.

### Riduzione dei consumi

Ognuno di noi può ridurre i propri consumi di acqua potabile senza per questo modificare le proprie abitudini.
Se per alcuni usi l'acqua potabile è essenziale, per altri può essere sostituita con acqua di minor qualità, come quella proveniente dal recupero e dal riuso delle acque piovane, senza alcuna controindicazione per:

- lo scarico dei wc;
- l'irrigazione del giardino o dell'orto;
- le pulizie di casa;
- il lavaggio in lavatrice dei capi.

### Recupero acque piovane

Sono da tempo in commercio sistemi per il recupero dell'acqua piovana di comprovata efficacia e con prezzi contenuti. L'impianto è molto semplice e si compone di:

- canali di raccolta (grondaie e pluviali);
- filtro per depurare l'acqua piovana dalle impurità;

- serbatoio di accumulo (generalmente interrato con volume dimensionato in base al fabbisogno dell'edificio);
- pompa per il prelievo dell'acqua di recupero dal serbatoio;
- rete idrica separata da quella dell'acqua potabile.

Oltre a ridurre il proprio fabbisogno di acqua potabile, con notevole risparmio in bolletta, il recupero e il riuso delle acque piovane hanno dei vantaggi anche per la comunità, come la migliore regimentazione delle acque piovane durante fenomeni piovosi di forte intensità grazie al minor carico sulla rete fognaria.

## Impatto idrico nel protocollo CasaClima Nature

Nel protocollo di sostenibilità CasaClima Nature viene valutato anche l'indice di impatto idrico dell'edificio. Si determina la percentuale di miglioramento, in termini di risparmio della risorsa acqua, andando a confrontare l'edificio progettato rispetto a un edificio standard. Il valore tiene conto di:

- efficienza dei dispositivi idraulici installati nella costruzione;
- grado di impermeabilizzazione delle superfici esterne;
- eventuale presenza di sistemi impiantistici di recupero, infiltrazione delle acque meteoriche o smaltimento delle reflue.

| Fabbisogno giornaliero di acqua per persona: 150 litri | |
|---|---|
| Acqua potabile 44% | Usi igienici personali 35% |
| | Lavaggio stoviglie 6% |
| | Preparazione di cibi/bere 3% |
| Acqua non potabile 56% | Scarichi dei WC 33% |
| | Lavatrice 12% |
| | Pulizie 9% |
| | Lavaggio automobile 2% |

Il requisito minimo per la certificazione CasaClima Nature è un miglioramento dell'indice di impatto idrico rispetto ad un edificio standard pari a Wkw ≥ 30%.

### RENDIAMO LE NOSTRE CASE MENO "ASSETATE"

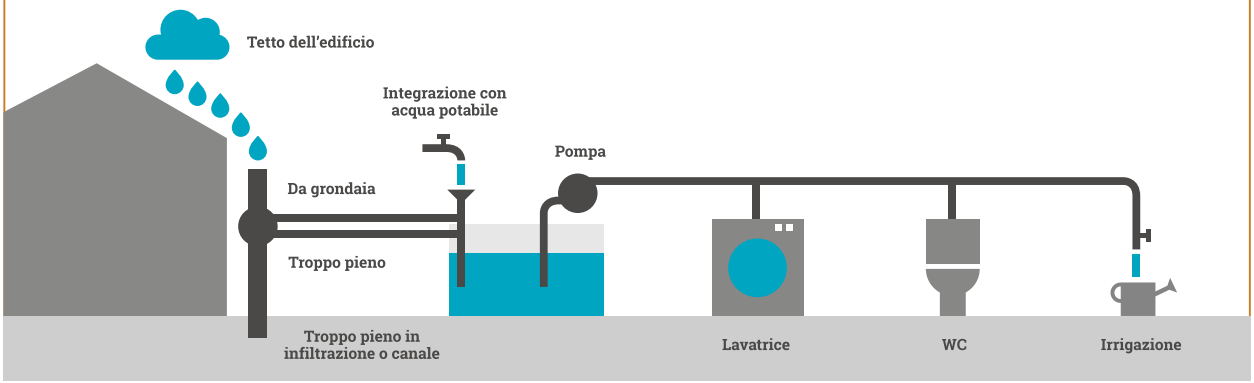


Con semplici accorgimenti possiamo contribuire a ridurre il nostro consumo d'acqua:

- installare sciacquoni dei wc a doppio tasto;
- utilizzare diffusori e limitatori di flusso nella rubinetteria e nelle docce;
- preferire miscelatori per rubinetteria monocomando;
- fare la corretta manutenzione a rubinetterie difettose;
- acquistare lavatrici e lavastoviglie a ridotto consumo d'acqua e utilizzarle a pieno carico;
- fare una doccia veloce anziché riempire una vasca da bagno che richiede circa 140 litri di acqua potabile;
- controllare regolarmente il contatore per accorgersi in tempo di eventuali perdite: una perdita del rubinetto di una goccia ogni secondo equivale ad una perdita di 1 litro d'acqua ogni ora;
- chiudere i rubinetti mentre ci si lava i denti o ci si rade. Questa semplice accortezza permette di risparmiare 6 litri d'acqua ogni minuto;
- scongelare gli alimenti all'aria o in una bacinella e non lasciarli sotto l'acqua corrente.

...e quando si parte anche solo per qualche giorno chiudere il rubinetto centrale per evitare perdite in caso di guasti agli impianti con rischio di danni alle strutture.

**Schema di raccolta e utilizzo delle acque piovane**





UN **BUON SERRAMENTO POSATO MALE**,
RIMANE UN BUON SERRAMENTO,
CHE PERÒ **NON FUNZIONA**!

Il sistema **PosaClima** è leader
in Italia nella posa in opera dei
**serramenti ad alta efficienza energetica**
ed è l'unico sistema ad offrire
una **garanzia** sulle prestazioni
**del giunto di 10 anni**.

**PER LE TUE FINESTRE**
**RICHIEDI PosaClima!**

PosaClima
IL RISPARMIO ENERGETICO SI METTE IN POSA.

**www.posaclima.it**

# VENTILATION & INDOOR CLIMATE SOLUTIONS

recupero passivo

ventilazione

recupero attivo

sanificazione

riscaldamento e raffrescamento

deumidificazione e umidificazione

acqua calda sanitaria

## ventilazione termodinamica
## aggregati compatti
## pompe di calore



exrg
COMFORT ENGINEERING

NILAN
OUTSTANDING INDOOR CLIMATE

# 13 IMPIANTI


**13.1 IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO**
Impianti sufficienti per edifici efficienti
Less is more
Fonti energetiche

**13.2 IL RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO**
Tipologia d'impianto

**13.3 I GENERATORI**
Caldaie a condensazione
Generatori a biomassa
Teleriscaldamento
Cogenerazione e trigenerazione
Pompe di calore
FOCUS: uso corretto del condizionatore
Sistemi ibridi
Gli aggregati compatti
ProdottoQualitá CasaClima PdC
Elenco produttori PdC Qualitá CasaClima

**13.4 TERMINALI DI EMISSIONE**
Radiatori
FOCUS: regolazione e contabilizzazione del calore
Gli impianti radianti
Battiscopa radianti
Termoconvettori e ventilconvettori
Sistemi attivazione termica della massa

**13.5 VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA - VMC**
ProdottoQualità CasaClima VMC
Elenco produttori VMC Qualitá CasaClima

**13.6 IMPIANTI SOLARI**
Impianti solari termici
Impianti solari fotovoltaici

**13.7 UN IMPIANTO ELETTRICO A NORMA**
Livelli prestazionali secondo la CEI 64-8
Componenti principali di un impianto elettrico
Fare il pieno di energia elettrica
Rifornirsi a casa

**13.8 HOME, SMART HOME**
La lingua di comunicazione: il protocollo KNX
Perché una casa domotica
Principali applicazioni
Domotica per il risparmio energetico
Sitemi di aspirazione centralizzati

**13.9 LARGO ALLA BANDA LARGA**
Normativa per i condomini

**13.10 L'IMPIANTO IDRICO NELLE ABITAZIONI**
Il nostro consumo di acqua
La rete idrica
Focus: rischio legionella
Risparmiare l'acqua: come?

**13.11 CHECKLIST: CONTROLLO DI QUALITÀ DEGLI IMPIANTI**




Gina Sanders / Fotolia

# 13.1 IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

## Impianti sufficienti per edifici efficienti

Il tema della riduzione dei consumi energetici in Italia e in Europa è di grande attualità. L'Unione Europea, per far fronte al costante aumento della richiesta di energia e per ridurre le emissioni di gas climalteranti, ha negli anni messo a punto una serie di misure legislative finalizzate alla riduzione dei consumi.

Con la direttiva UE 2018/844, che modifica le precedenti direttive 2010/31/UE sulla prestazione energetica in edilizia e 2012/27/UE sull'efficienza energetica, sono state introdotte molte disposizioni che riguardano gli impianti tecnologici (nuovo obbligo di documentazione, ispezioni, obbligo di dotarsi di sistemi di automazione per gli edifici non residenziali, strategie di ristrutturazione, "smart-readiness", requisiti per l'elettromobilità, ecc.).

## Less is more

Il sistema impiantistico di un edificio a basso consumo energetico deve, molto più che in passato, essere attentamente progettato e dimensionato in funzione degli effettivi fabbisogni ed essere strettamente correlato agli aspetti costruttivi dell'edificio. È necessario, sin dalle prime fasi di progettazione, un approccio integrato tra i progettisti, per ridurre il fabbisogno di energia con un involucro performante affiancato da soluzioni impiantistiche calibrate per quel fabbisogno.

### EDIFICI NZEB



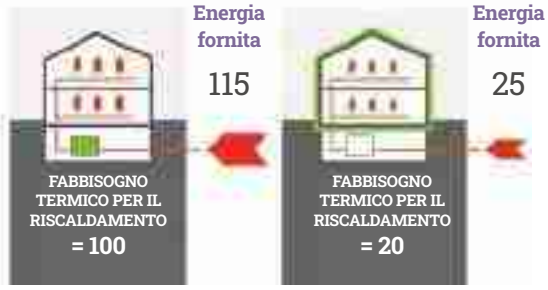
Secondo la legislazione nazionale si definiscono NZEB tutti gli edifici, sia di nuova costruzione che esistenti, che rispettano i requisiti del DM 26/06/15 "Requisiti Minimi", cioè gli edifici con un fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo, coperto in gran parte da impianti che sfruttano energia proveniente da fonti rinnovabili disponibili in loco o nelle vicinanze (come il fotovoltaico, l'eolico, il solare termico, la geotermia).

In ambito CasaClima si definisce un edificio nZEB un edificio che raggiunge la classe CasaClima A oppure Gold.

Vanno considerati con attenzione sia gli apporti energetici (radiazione solare, attività degli occupanti, elettrodomestici, illuminazione, ecc.) che le perdite (dispersioni di calore dell'involucro, spifferi indesiderati, ventilazione naturale degli ambienti, ecc.). Il fabbisogno energetico di un edificio cui l'impianto dovrà sopperire è, in sintesi, un bilancio tra le perdite energetiche e gli apporti solari e interni, sempre considerando che l'efficienza energetica dipende dal comportamento termico dell'insieme. A un involucro efficiente ed energeticamente performante servirà un impianto di potenza contenuta che permetterà una gestione più semplice e uno spazio di ingombro ridotto.



**Rapporto tra qualità dell'involucro e impianto**




- Involucro non energeticamente efficiente
- Impianto più grande e di maggiore potenza

- Involucro energeticamente efficiente
- Impianto più piccolo e di minore potenza

**VALUTAZIONI PER LA CERTIFICAZIONE CASACLIMA**

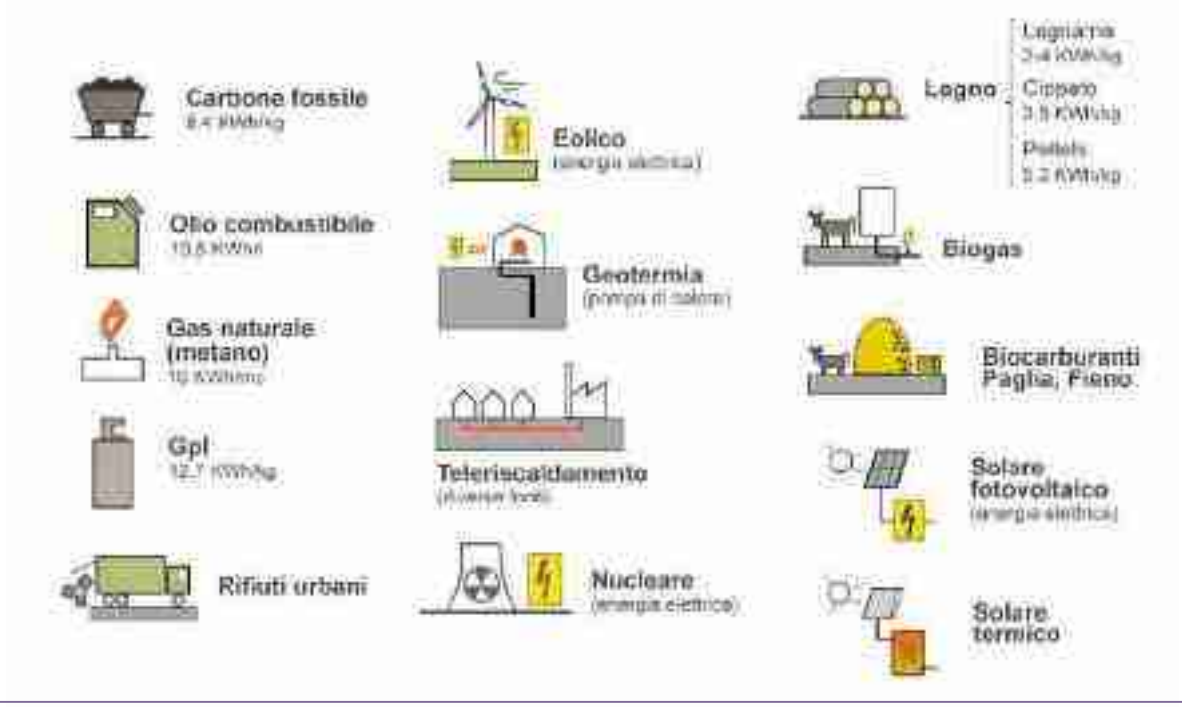
Nella certificazione CasaClima sono valutate sia l'efficienza energetica dell'involucro edilizio che quella del sistema edificio-impianto. In prima istanza si valuta l'efficienza energetica dell'involucro che, dal punto di vista tecnico, è descritta dal fabbisogno termico annuale per riscaldamento dell'edificio per metro quadrato di superficie riscaldata e non prende in considerazione gli impianti. Successivamente sono individuati i valori dell'efficienza complessiva che considera, invece, la prestazione energetica (in termini di emissioni di $CO_2$) del sistema edificio-impianto. Oltre al fabbisogno energetico dell'edificio l'efficienza complessiva considera anche l'efficienza degli impianti installati e la produzione energetica da fonti rinnovabili. La classe CasaClima è determinata dalla classe meno efficiente tra la classe di efficienza energetica dell'involucro e la classe di efficienza energetica complessiva.

## Fonti energetiche

Le risorse energetiche a disposizione sono diverse e possono essere classificate in base alla loro disponibilità presente e futura (rinnovabili o non rinnovabili) e al loro impatto (negativo o neutrale) sull'ambiente.

- Le fonti energetiche non rinnovabili sono risorse che tendono ad esaurirsi e non sono rigenerabili dall'ambiente. Inoltre, l'impatto ambientale ad esse associato risulta maggiore rispetto a quello delle fonti energetiche rinnovabili. Tra le fonti non rinnovabili rientrano il petrolio, il carbone, i gas naturali;
- le fonti energetiche rinnovabili sono invece quelle inesauribili o in grado di essere rigenerate dall'ambiente in un periodo di tempo relativamente breve. Esse hanno un impatto ambientale modesto o nullo. Le principali fonti energetiche rinnovabili utilizzate dall'uomo sono l'energia solare, l'energia eolica, le biomasse, la geotermia e l'energia idraulica.

**Fonti energetiche**



# 13.2 IL RISCALDAMENTO E IL RAFFRESCAMENTO

I consumi per il riscaldamento e il raffrescamento variano con la localizzazione geografica, ma hanno un peso notevole sulle spese delle famiglie. Negli ultimi anni, inoltre, si è verificato un costante aumento della spesa energetica dovuto alla crescente richiesta di raffrescamento estivo per la ricorrenza di estati sempre più calde, con temperature mediamente superiori a quelle del passato.

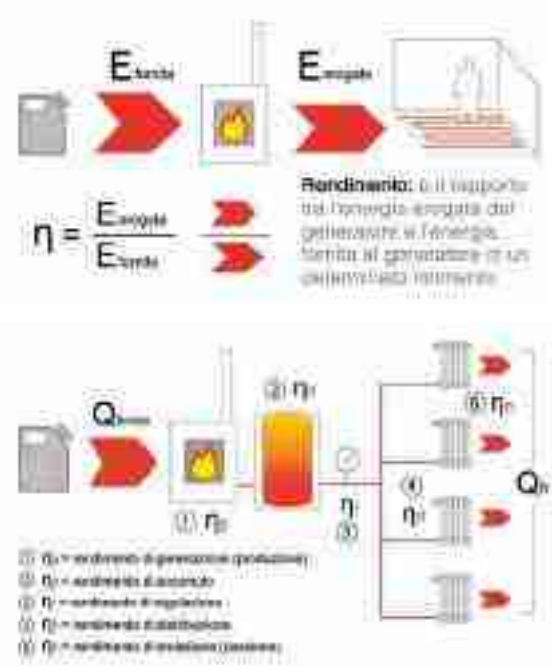
### QUAL È IL SISTEMA PIÙ EFFICIENTE?

Poiché non esiste un "impianto ideale" è necessario progettare la soluzione che meglio soddisfi e concili le esigenze tecniche ed economiche di ogni singolo intervento.

La soluzione da preferire è quindi quella che riesce a dare la risposta migliore alle diverse esigenze che possono essere così riassunte:

- costi contenuti;
- elevata efficienza nella produzione del calore;
- basso impatto ambientale;
- possibilità di far ricorso a fonti energetiche rinnovabili;
- costo contenuto del vettore energetico;
- manutenzione limitata ed economica;
- facilità ed immediatezza d'uso;
- ridotto ingombro per l'impianto e per il deposito del vettore energetico.

**Rendimento dell'impianto di riscaldamento**




### LA SCELTA PIÙ ECONOMICA NON SEMPRE È LA MIGLIORE



La scelta verso impianti più efficienti ed innovativi è spesso frenata dal costo dell'investimento iniziale che risulta solitamente più elevato rispetto a soluzioni più tradizionali. È necessario però considerare anche i risparmi che un maggiore investimento iniziale assicurerà negli anni a venire per i minori consumi.

L'impianto migliore non è sempre quello costituito da componenti costosi, ma è quello che riesce ad ottimizzare i singoli componenti per raggiungere gli obiettivi di comfort prefissati compatibilmente con il budget a disposizione.
Inoltre, dal 1° gennaio 2018 gli edifici di nuova costruzione e gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione rilevante devono soddisfare il 50% del proprio fabbisogno energetico con fonti rinnovabili. Ecco perché è sempre più importante utilizzare tecnologie che siano allo stesso tempo efficienti e ottimizzate per l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.

## Tipologia d'impianto

L'impianto di riscaldamento/raffrescamento può essere:

- **Autonomo:** è costituito da un generatore di calore (ad es. caldaia o pompa di calore) a servizio di un'unica unità immobiliare o di un edificio monofamiliare. Compongono l'impianto, oltre al generatore di calore, un collettore di distribuzione per ogni zona termica e un certo

### ZONE CLIMATICHE E GRADI GIORNO

Le zone climatiche sono state introdotte con il DPR n.412 del 1993, per regolamentare l'accensione degli impianti di riscaldamento allo scopo di ridurre i consumi energetici. L'Italia è stata suddivisa in sei zone climatiche, definite in base ai gradi giorno (GG) a cui appartengono tutti i capoluoghi di provincia e ogni comune appartenente alla relativa provincia. In sintesi, i gradi giorno rappresentano la somma della differenza tra la temperatura interna e quella media esterna di ogni giorno dell'anno.
In funzione dei gradi giorno invernali sono state definite le zone climatiche del territorio italiano, dalla A, la più calda, alla F, la più fredda, i limiti massimi di tempo relativi al periodo annuale di esercizio dell'impianto di riscaldamento e la durata giornaliera di attivazione.




**Schema tipo impianto autonomo**

numero di terminali (ad es. radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, split, ecc.).
Il vantaggio di un impianto autonomo è dato dalla possibilità di gestire individualmente sia le temperature che i tempi di accensione, con una riduzione dei consumi. Di contro la gestione dell'impianto, l'approvvigionamento del vettore energetico e la manutenzione sono completamente a carico del proprietario della singola unità immobiliare.

- **Centralizzato o condominiale**: è costituito da un unico generatore a servizio dell'intero edificio (ad es. caldaia o pompa di calore), dalle montanti di distribuzione, da uno o più collettori, generalmente uno per ogni appartamento, e da un elevato numero di terminali di emissione. Spesso su ogni montante è anche installato un circolatore per favorire la distribuzione dell'acqua di riscaldamento in modo sicuro ed omogeneo. L'attuale normativa prevede una serie di controlli e regolazioni per la sicurezza e l'affidabilità dell'impianto, oltre che per migliorare l'efficienza dell'impianto e il risparmio energetico.




**Tubazioni di distribuzione dell'impianto**

### CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

Un impianto centralizzato offre, proprio per la gestione centralizzata, una minore autonomia di gestione del singolo utente: orari, modalità di funzionamento e data di accensione sono prestabiliti e legati alla zona climatica di appartenenza. L'introduzione dell'obbligo della contabilizzazione del calore e dell'installazione delle valvole termostatiche o di altri sistemi di regolazione ambiente (D.Lgs 102/2014), in base allo specifico sistema di emissione, ha comunque permesso un certo margine di autonomia nella gestione del riscaldamento alle singole unità immobiliari.

# 13.3 I GENERATORI

La scelta del generatore di calore è fondamentale sia per l'efficienza del sistema edificio-impianto sia per il contenimento dei consumi e la riduzione delle emissioni inquinanti.

Nei vecchi impianti la tendenza era quella di sovradimensionare la potenza del generatore da installare in modo da coprire così qualsiasi errore di progettazione. Un generatore di calore sovradimensionato comporta una diminuzione dell'efficienza dell'impianto, maggiori consumi, maggiori costi di installazione e gestione e necessità di maggiore spazio. Inoltre un generatore sovradimensionato, nei mesi più miti, sarà solo parzialmente utilizzato e potrà essere soggetto a frequenti cicli di accensione/spegnimento con maggiore usura del generatore stesso.
A seconda dei livelli di comfort richiesti, delle caratteristiche dell'abitazione, delle condizioni climatiche e del

budget a disposizione si possono combinare in un unico generatore:

- **riscaldamento;**
- **raffrescamento;**
- **produzione di acqua calda sanitaria (ACS);**
- **ventilazione meccanica controllata (VMC).**

## Caldaie a condensazione

Ciò che distingue e rende efficienti le caldaie a condensazione è il loro principio di funzionamento. Di base esse sottraggono calore al processo di combustione per cederlo all'acqua del riscaldamento.
Questo processo è possibile grazie alla capacità di questo tipo di caldaie di recuperare e sfruttare anche il calore e il vapore acqueo dei fumi prodotti dalla combustione del vettore energetico, che altrimenti andrebbero dispersi.
I fumi prodotti sono raffreddati fino a far condensare il vapore, recuperando così il calore latente che viene utilizzato per preriscaldare l'acqua tecnica dell'impianto.



Fonte: Hoval

**Caldaia a condensazione**

Le caldaie tradizionali utilizzano, invece, solo una parte del calore ricavabile dai fumi di combustione. Tutto il vapore acqueo viene disperso e con esso anche l'energia termica prodotta per evitare proprio il fenomeno della condensazione, in quanto corrosivo per il materiale con cui è costruita quel tipo di caldaia. Nella tecnica della condensazione invece si riesce a sfruttare l'energia termica dei fumi proprio perché le caldaie sono realizzate con materiali resistenti all'acidità della condensa. Va comunque previsto lo smaltimento della condensa residua attraverso un apposito canale di scarico.

Le canne fumarie devono invece essere realizzate con materiali idonei al passaggio dei fumi di condensazione, più acidi e quindi più corrosivi.

### TECNOLOGIA DELLA CONDENSAZIONE

La tecnologia della condensazione può essere utilizzata con qualsiasi tipo di terminale di emissione, ma riesce a raggiungere rendimenti migliori quando l'impianto lavora con acqua a bassa temperatura, come con i sistemi radianti o con radiatori dimensionati per lavorare a bassa temperatura. Infatti, se si vuole sfruttare al massimo la tecnologia della condensazione, in modo da recuperare il calore del vapore acqueo dei fumi, la temperatura dell'acqua di ritorno dai corpi scaldanti dovrà essere inferiore alle temperature a cui condensano i diversi fumi dei combustibili utilizzati (il punto di rugiada è circa 58 °C per il metano e 47 °C per il gasolio). È possibile utilizzare caldaie a condensazione anche con radiatori tradizionali a temperatura più alta, ma con rendimenti minori e purché siano calibrati attraverso un'attenta progettazione impiantistica.
La sostituzione di una vecchia caldaia con una caldaia a condensazione di classe A o superiore rientra tra gli interventi che beneficiamo delle detrazioni fiscali per risparmio energetico. Dal 1° gennaio 2018 la sostituzione del generatore di calore con una caldaia a condensazione è ritenuto un intervento di risparmio energetico a condizione che l'impianto sia dotato di valvole termostatiche o di analogo sistema di regolazione. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 2 sulle agevolazioni fiscali.

## Generatori a biomassa

Sul mercato stanno facendo la loro comparsa modelli e tecnologie di generatori sempre più efficienti, e la tendenza è quella di avere sistemi sempre più automatizzati, per garantire elevati rendimenti con un basso consumo di combustibile e un ridotto impatto ambientale. L'uso di mo-

### COS'È LA BIOMASSA?

La biomassa è un materiale di origine organica (vegetale o animale) che non ha subito il processo di fossilizzazione e che viene utilizzato per produrre energia. Le biomasse rientrano tra le fonti energetiche rinnovabili poiché la $CO_2$ emessa per la produzione di energia si bilancia con quella che le piante hanno assorbito per svilupparsi e che, alla fine della vita di queste, tornerebbe nell'atmosfera attraverso i normali processi degenerativi.
L'utilizzo delle biomasse non altera quindi il normale ciclo del carbonio.
Il prerequisito fondamentale per una combustione che produca basse emissioni (ad esempio le polveri sottili) è scegliere generatori efficienti adeguatamente installati e soggetti a manutenzione periodica.

**Biomassa = energia rinnovabile**




derni generatori a pellet, cippato, legna da ardere, bricchetti offrono oggi la stessa comodità di utilizzo di una caldaia a gas o gasolio: le principali operazioni sono infatti automatizzate, in particolare il caricamento del combustibile, la pulizia e la regolazione.
Quando si parla di generatori a biomassa si possono utilizzare diversi tipi di combustibile. Ecco i principali:

- **Legna**: pezzi di legna opportunamente tagliati e adeguatamente essiccati;
- **Cippato**: pezzettini di legno o scaglie di legno ottenuti da trattamento apposito degli scarti di lavorazione del legno. Per produrre le scaglie o le chips si utilizza legno di qualità inferiore, come i residui delle potature boschive, agricole o urbane, le ramaglie e i cimali oppure i sottoprodotti delle segherie;
- **Pellet**: deriva dalla segatura, ricavata dagli scarti di lavorazione del legno, che viene essiccata e compressa in piccoli cilindretti (6-8 mm di diametro) pressati senza l'aggiunta di additivi;
- **Scarti vari**: derivati da scarti di origine agricola e forestale come quelli della filiera dell'olio (la cosiddetta sansa), ma anche i gusci di frutta secca e i residui della lavorazione dei cereali.

La possibilità di reperire facilmente il combustibile a basso costo rimane il grande vantaggio di utilizzare la biomassa. Di contro, viene sempre richiesta la disponibilità di adeguati locali per lo stoccaggio del materiale, insieme a una necessaria e periodica pulizia del generatore (rimozione della cenere dalla camera di combustione).

## EVACUAZIONE DEI FUMI



L'evacuazione dei fumi dei generatori alimentati a combustibile solido/biomassa, secondo la norma UNI 10683, deve avvenire a tetto. La stessa norma prescrive le caratteristiche per la canna fumaria, che deve essere sempre coibentata ed ispezionabile e deve consentire il recupero della fuliggine e la pulizia.

### UTILIZZO DI STUFE A BIOMASSA IN EDIFICI CASACLIMA

Negli edifici ad alta efficienza energetica e con una buona tenuta all'aria, come una CasaClima, l'utilizzo di stufe a biomassa è consentito nel rispetto della normativa di riferimento. Secondo la norma UNI 10683, l'evacuazione dei fumi dei generatori a biomassa deve avvenire a tetto tramite canne fumarie coibentate ed ispezionabili che possano essere soggette a periodica e facile manutenzione.

È indispensabile inoltre che l'utente abbia una corretta informazione su come ottenere una buona e completa combustione della biomassa e precisamente come accendere il fuoco in modo corretto.

Le principali tipologie di generatori alimentati a biomassa sono:

- **camini**: costruiti con una struttura muraria sono elementi inamovibili, richiedono sempre una presa d'aria esterna rispetto all'ambiente di installazione (secondo la norma UNI CIG 7129/2015) e una canna fumaria di grandi dimensioni. La loro caratteristica di avere il focolare aperto direttamente nell'ambiente di installazione li rende esteticamente gradevoli, ma con uno scarso rendimento termico: la maggior parte del calore si disperde verso l'alto, nella cappa e nella canna fumaria. Inoltre, non avendo nessun controllo sulla procedura di combustione della legna, sono una delle maggiori cause di emissioni da PM10. L'obiettivo è, specialmente nelle regioni italiane con alta percentuale di inquinamento da gas di scarico, di ridurre progressivamente l'utilizzo dei vecchi caminetti altamente inquinanti, con apparecchi dotati di tecnologie più evolute;
- **termocamini**: alimentati a legna, a pellet o entrambi, sono costituiti da una struttura in ghisa, acciaio e refrattario da collocare nella parete muraria e chiuso da un vetro apribile resistente alle alte temperature; il calore sviluppato viene ceduto all'ambiente circostante


Ikx / Adobe Stock

**Termocamino**

mediante uno scambiatore, supportato o meno da un ventilatore con un buon rendimento termico;

- **stufe:** sono costruite in ghisa, acciaio, pietra refrattaria, ceramica, maiolica o una combinazione di questi materiali. Le stufe possono essere integrate nell'impianto di riscaldamento esistente e in alcuni casi, specialmente nelle abitazioni che richiedono poca energia per il riscaldamento, possono sostituirlo completamente. Nella scelta della stufa a legna bisogna sempre fare attenzione che essa non sia sovradimensionata per non incorrere nel rischio di surriscaldare gli ambienti interni. In una casa mediamente efficiente si può assumere come regola: 1 kW di potenza massima per circa 20 m² di superficie abitata da riscaldare. È opportuno consultare sempre un tecnico esperto anche in virtù del fatto che il calore non si distribuisce in modo ottimale da una stanza all'altra attraverso porte, anche se aperte, o tra un piano all'altro, anche se i livelli sono comunicanti;

### REGOLE PER LA CORRETTA COMBUSTIONE DEL LEGNO

Per una combustione ottimale è sufficiente seguire alcuni semplici regole:

- usare il combustibile giusto: legno naturale ed essiccato con un contenuto di umidità residua di circa il 20%. Truciolato, legno verniciato, rivestito o incollato non sono idonei ad essere utilizzati nei processi di combustione;
- accendere il fuoco correttamente: stratificare i pezzi di legno e non mettere troppa legna per garantire la massima fornitura d'aria. Quando si accende il fuoco il processo di combustione dovrebbe svilupparsi rapidamente e le fiamme dovrebbero essere alte e brillanti, caratteristiche che segnalano una combustione ottimale;
- riscaldare correttamente: se si aggiunge troppa legna in fase di combustione si possono sviluppare sostanze inquinanti e il generatore potrebbe danneggiarsi. Meglio quindi aggiungere piccole quantità più frequentemente;
- regolare l'alimentazione d'aria in modo ottimale;
- controllare la fase di spegnimento del fuoco. Ridurre l'alimentazione d'aria solo dopo che le braci si sono completamente formate;
- eseguire un controllo finale: un buon processo di combustione lascia cenere e l'interno del generatore (ad es. la stufa) rimane chiaro e brillante, senza depositi di fuliggine nera;
- provvedere ad una manutenzione periodica eseguita da operatori specializzati per la protezione antincendio preventiva e per assicurare il coretto scarico dei fumi.



Fonte: Rizzoli

**Stufa a legna**

- **termostufe**: sono molto simili alle stufe, ma munite di uno scambiatore di calore in grado di riscaldare grandi quantità di acqua. La termostufa è collegata al sistema termoidraulico domestico quando è affiancata da un serbatoio d'accumulo, grazie al quale è possibile usufruire dell'acqua calda anche a generatore spento. Perché l'utilizzo della stufa a legna sia vantaggioso anche dal punto di climatico, è necessario che ci sia una corretta informazione su come ottenere una buona e completa combustione della biomassa, evitando che venga bruciata legna umida non stagionata o trattata, carta di giornale, cartone e rifiuti domestici e facendo una periodica manutenzione degli apparecchi;
- **caldaie a pellet/biomassa:** le caldaie a biomassa possono sostituire la vecchia caldaia a gas o a gasolio senza dover rivoluzionare l'impianto termoidraulico esistente. La differenza sostanziale per le caldaie è il magazzino di stoccaggio perché il serbatoio del combustibile necessita di uno spazio ulteriore. Inoltre, le caldaie possono essere abbinate ad un bollitore per la produzione di acqua calda sanitaria. Anche questi generatori provvedono a riscaldare i locali mediante corpi scaldanti (ad es. radiatori) e a produrre acqua calda sanitaria, tuttavia perdono la caratteristica del riscaldamento per irraggiamento del locale di installazione in quanto vige l'obbligo di installazione in un locale tecnico dedicato.



Fonte: Hoval

**Caldaia a pellet**

## STUFE, CAMINI E IMPIANTI DI VENTILAZIONE



Se in una casa con una buona tenuta all'aria sono presenti stufe o camini e al contempo sono messi in funzione impianti di ventilazione o cappe di aspirazione, si può creare una depressione che può invertire la direzione di flusso nel focolare. Infatti, si può facilmente intuire che in presenza di una pressione negativa i fumi di un camino potranno modificare il loro flusso con tutte le conseguenze del caso. Una soluzione può essere quella di installare cappe aspiranti a ricircolo o apparecchi forniti di dispositivi di sicurezza che, in caso di depressione, spengono automaticamente la macchina di ventilazione o azionano un by-pass.

## Teleriscaldamento

Il teleriscaldamento è un sistema che consiste nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrate, di acqua calda, surriscaldata o vapore (fluido vettore), proveniente da una grossa centrale di produzione.

L'utilizzo di una rete di teleriscaldamento consente una gestione ottimizzata delle fonti energetiche, poiché la centrale ad essa collegata eroga una potenza termica costante. In questo modo si evitano le oscillazioni dovute al variare della domanda e le emissioni inquinanti risultano più monitorate, portando un vantaggio economico e ambientale.



Fonte: Energytech

**I principali vantaggi sono riconducibili a:**

- maggior rendimento di produzione;
- uso di impianti di cogenerazione (produzione combinata di calore ed elettricità);
- monitoraggio costante delle emissioni in atmosfera;
- riduzione dei pericoli legati alla produzione del calore;
- riduzione dei costi di manutenzione e gestione dell'impianto.

**Gli svantaggi, d'altra parte, sono:**

- difficoltà nella posa delle reti in aree già edificate;
- perdite di calore lungo le reti di distribuzione;
- costi di investimento e manutenzione per gli operatori dell'impianto di teleriscaldamento e della rete di distribuzione;
- se i prerequisiti tecnici per un sistema di riscaldamento convenzionale non sono stati predisposti, un possibile cambio dal teleriscaldamento ad un impianto di riscaldamento autonomo è difficile e si è
- quindi legati al teleriscaldamento;
- nel caso in cui l'impianto di teleriscaldamento utilizzi combustibili fossili, il rispetto dell'ambiente è molto meno garantito che con un sistema a biomassa.

Per distribuire il calore proveniente dalla centrale alla singola utenza è necessario predisporre una sottostazione completa di pompa di circolazione, componenti di regolazione, scambiatori di calore e accumulo.

Perché il teleriscaldamento abbia efficacia, inoltre, è necessario individuare un'utenza concentrata in un'area ben definita, come un quartiere, un'area commerciale o industriale, un insieme di utenze pubbliche prossime tra loro (prevalentemente scuole o impianti sportivi). Non sarebbe sostenibile una rete di teleriscaldamento che colleghi utenze isolate e lontane tra loro.



Fonte: Hoval

**Sottostazione per reti di teleriscaldamento**

## Cogenerazione e trigenerazione

Affinché il teleriscaldamento sviluppi pienamente i suoi vantaggi energetici, è necessario che, per la generazione del calore, si utilizzi un sistema combinato, che produca contemporaneamente elettricità e calore, ossia che utilizzi un sistema di cogenerazione. I sistemi di teleriscaldamento che utilizzano centrali a cogenerazione consentono il raggiungimento di una maggior efficienza energetica glo-

bale. Con questa tecnologia, infatti, la centrale è in grado di produrre energia elettrica e recuperare contemporaneamente l'energia termica che si sprigiona durante il processo termodinamico, che nelle centrali elettriche convenzionali viene disperso in atmosfera come "scarto".

Le trigenerazione può, invece, essere considerata un'evoluzione della cogenerazione. È un sistema che produce contemporaneamente energia elettrica e calore in inverno ed energia elettrica e freddo in estate.

## Pompe di calore

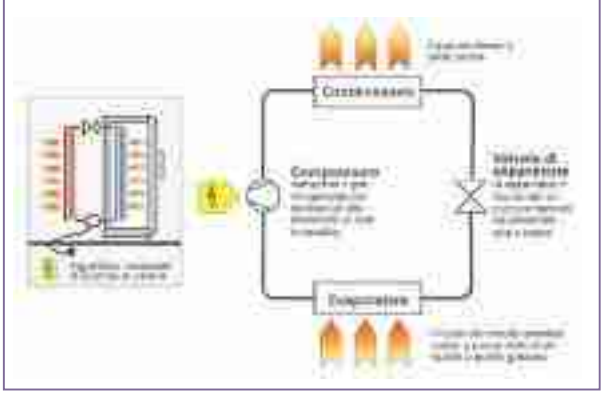
Le pompe di calore sono considerate fra i generatori più moderni ed efficienti per la produzione di riscaldamento/raffrescamento presenti oggi sul mercato. Sono considerate un sistema avanzato, sia dal punto di vista del risparmio energetico sia per quanto riguarda la riduzione dell'impatto ambientale.

Per scegliere in modo corretto una pompa di calore, è fondamentale conoscere i fabbisogni termici dell'edificio in cui essa dovrà essere installata. Il suo funzionamento è ottimale, generalmente, in abitazioni nuove, ben coibentate, con sistemi di emissione a bassa temperatura (ad es. pannelli radianti). Nel caso di riqualificazione di un impianto tradizionale, per installare una pompa di calore sarà necessario avere un involucro performante, in modo da contenere le dispersioni termiche dell'edificio e abbassare la temperatura di funzionamento dei corpi scaldanti esistenti.

Nel caso di pompa di calore reversibile, il sistema può essere usato sia per riscaldare sia per raffrescare gli ambienti, in più se la pompa di calore è integrata da un bollitore per l'accumulo di ACS vuol dire che essa può anche rifornire il sistema domestico anche di acqua per gli usi sanitari.

Il funzionamento di una pompa di calore è simile a quello di un frigorifero. In un frigorifero si estrae calore dagli alimenti per mantenerli freschi e lo si dissipa attraverso una serpentina, posta dietro l'apparecchio. Una pompa di calore, invece, estrae il calore da una fonte naturale come l'aria, l'acqua o il terreno (sorgente fredda) e lo trasferisce all'aria o all'acqua riscaldandola (pozzo caldo). Una volta riscaldato il fluido termovettore (aria o acqua), esso viene fatto circolare attraverso i sistemi di distribuzione e di emissione per riscaldare gli ambienti alla temperatura desiderata.

**Funzionamento di una pompa di calore**



### SCELTA DELLA SORGENTE

Le principali sorgenti fredde utilizzate per il funzionamento delle pompe di calore sono:

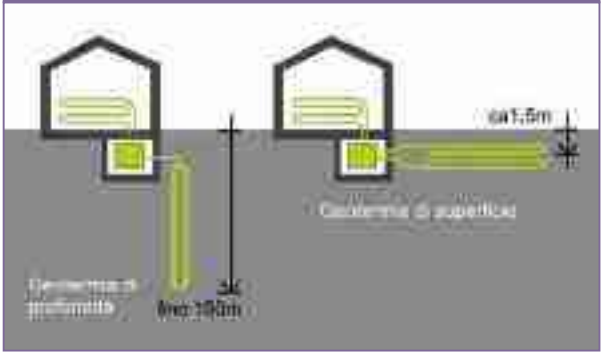
- **Aria esterna**: la fonte di calore utilizzata è l'aria esterna all'edificio dove è installata la pompa di calore. Ciò significa che una pompa di calore ad aria può essere installata pressoché ovunque. Tuttavia, l'installazione e la scelta della macchina devono essere valutate attentamente, dato che la potenza resa dalle pompe di calore generalmente diminuisce al diminuire della temperatura esterna. Pertanto, se ad esempio l'edificio si trova in una zona climatica caratterizzata da un clima invernale rigido, sarà necessario scegliere una pompa di calore che abbia buoni rendimenti anche alle basse temperature. Alcune tipologie utilizzano come sorgente fredda l'aria interna al locale da riscaldare in quanto si trova ad una temperatura più alta di quella esterna;
- **Terreno**: le pompe che utilizzano il terreno come fonte di calore sono definite geotermiche. A partire da una profondità di 10 metri il sottosuolo presenta una temperatura costante per tutto l'arco dell'anno, pari in Italia a circa 12÷16 °C. Gli strati superficiali di terreno, invece, risentono maggiormente delle sollecitazioni esterne e in particolare dell'energia fornita dall'irraggiamento solare. Le tubazioni, se posizionate orizzontalmente, vanno interrate ad una profondità minima 1-1,5 metri (geotermia di superficie) per non risentire troppo delle variazioni di temperatura esterna, ed è necessaria una ampia estensione di terreno, circa 2-3 volte superiore alla superficie dei locali da riscaldare. Se invece le




**Pompa di calore, unità interna ed esterna**

sonde geotermiche sono posizionate in verticale, sarà necessario uno sviluppo in profondità di circa 100-150 metri (geotermia di profondità).

**Sistema geotermico di profondità e superficie**



- **Acqua di falda**: altri sistemi utilizzano l'acqua di falda come fonte di calore qualora i regolamenti locali lo consentano.

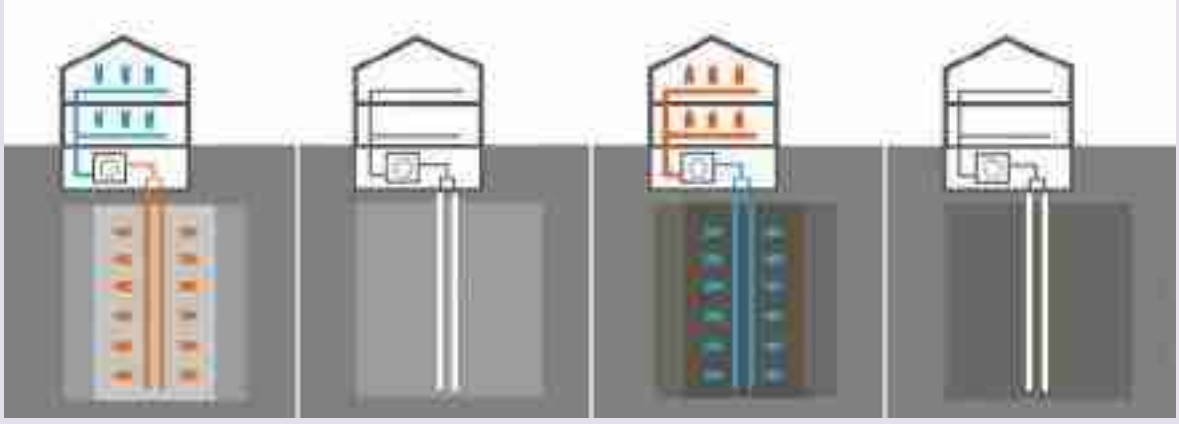
Le pompe di calore più diffuse sul mercato richiedono elettricità per il loro funzionamento, ma grazie a rendimenti elevati (COP e EER), consentono di contenere gli assorbimenti elettrici. Per un'alternativa ancora più sostenibile e vantaggiosa le pompe di calore possono essere abbinate ad altre tecnologie rinnovabili ed energeticamente efficienti, come gli impianti solari termici e fotovoltaici, permettendo di realizzare edifici a basso consumo e quasi del tutto autonomi dal punto di vista energetico.
Inoltre è possibile abbinare questi sistemi a diversi tipi di terminali come termosifoni, ventilconvettori, pannelli radianti, multi-split.

Se si dispone inoltre di un sistema di accumulo elettrico a batterie, è possibile far funzionare la pompa di calore con l'energia autoprodotta, così da riscaldare e raffrescare casa in modo quasi del tutto autonomo. L'intervento va valutato nella sua convenienza economica con l'aiuto di professionisti qualificati.
Anche le pompe di calore, rientrando nell'ambito dei sistemi che sfruttano energie rinnovabili, possono usufruire degli incentivi e delle agevolazioni fiscali (vedi cap. 2).

### DI COSA BISOGNA TENERE CONTO?

Le pompe di calore lavorano in modo più efficiente quanto più bassa è la differenza di temperatura tra il calore ambientale utilizzato e la temperatura di riscaldamento richiesta. Pertanto, si dovrebbe prevedere un sistema di emissione di calore a bassa temperatura come ad esempio un sistema radiante a pavimento o a parete con temperature di mandata di circa 30 °C. La progettazione del sistema di generazione ed emissione deve essere attenta e accurata. A tal fine, è necessario effettuare un calcolo delle dispersioni e definire in maniera precisa le potenze termiche richieste. In termini di costi di investimento, i sistemi a pompa di calore possono essere 2-3 volte più onerosi rispetto a una caldaia a condensazione a gas. Tuttavia, a causa dei minori costi operativi e degli incentivi fiscali, i costi aggiuntivi sono generalmente ammortizzati in pochi anni.

### FUNZIONAMENTO DI UNA POMPA DI CALORE GEOTERMICA NEL PERIODO DI ESERCIZIO



**Estate**
Raffrescamento dell'edificio: il terreno funge da dissipatore.

**Autunno**
Accumulo del calore nel sottosuolo con circa 12-16 °C.

**Inverno**
Riscaldamento dell'edificio: il sottosuolo funge da fonte termica.

**Primavera**
Accumulo di "fresco" nel sottosuolo a circa 4-8 °C.

### RENDIMENTO DI UNA POMPA DI CALORE

**Nella stagione invernale**, l'efficienza di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione "COP" (Coefficiente di Prestazione) dato dal rapporto tra l'energia termica prodotta e l'energia elettrica consumata: più il COP è alto e più il generatore è efficiente. Una macchina con COP pari a 3 è in grado di produrre, per 1 kW di elettrictà consumata, 3 kW termici.

**Nella stagione estiva**, l'efficienza di una pompa di calore è definita da un valore analogo al COP che prende la sigla "EER" (Rapporto di efficienza energetica).

### POMPA DI CALORE E RUMORE

Nel funzionamento delle pompe di calore e in particolare nei cosiddetti sistemi splittati (cioè pompe di calore con un'unità interna ed un'unità esterna) si genera inevitabilmente del rumore. Soprattutto nel caso di sistemi centralizzati che alimentano interi edifici, si deve quindi prestare attenzione al livello di rumore prodotto dai macchinari. Il ronzio continuo dell'unità interna installata all'interno delle abitazioni potrebbe essere fastidioso per i residenti, oppure il rumore prodotto dalle unità esterne, per esempio nel caso delle pompe di calore ad aria, potrebbe essere di disturbo per i vicini. Come dice il codice civile l'inquinamento acustico non dovrebbe "superare il livello ordinario di ciò che è tollerabile".
Quando si pianifica l'installazione di una pompa di calore, si deve tener conto della possibile emissione di rumore. Questo inizia con il corretto dimensionamento del generatore. Le pompe di calore progettate correttamente ed efficienti che non funzionano molto spesso a pieno carico producono meno rumore. La giusta combinazione con un serbatoio di acqua tecnica può mantenere il rumore notturno al minimo, poiché la pompa di calore si avvia meno spesso. Le aziende specializzate e qualificate conoscono queste problematiche e possono evitarle o mitigarle prendendo misure appropriate.
Per evitare sorprese è possibile far eseguire una misurazione del rumore dalla ditta installatrice prima della messa in funzione della macchina. Una volta che l'unità esterna è stata installata, spostarla successivamente in un'altra posizione è complesso e non semplice. Per molte unità esterne, tuttavia, è possibile installare successivamente gusci fonoisolanti, assicurandosi comunque di garantire la corretta mandata/ripresa d'aria alla macchina, o prevedere giunti antivibranti e ammortizzatori di vibrazioni.

## FOCUS: per un uso corretto del condizionatore


Antic / Adobe Stock

Con l'arrivo del caldo estivo si registra puntualmente un brusco innalzamento dei consumi elettrici dovuti all'uso massiccio di condizionatori e deumidificatori. Per raffrescare gli ambienti in modo ottimale, ma senza incidere eccessivamente sulla spesa in bolletta, occorre seguire alcuni consigli pratici messi a punto dagli esperti ENEA e pubblicati sul sito dell'Agenzia Nazionale per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile:

- la prima raccomandazione è di garantire il buon isolamento termico delle pareti. A parità di temperatura all'interno dell'abitazione, i climatizzatori consumano meno se l'edificio è coibentato bene. Riducendo le dispersioni termiche con interventi di isolamento, si può risparmiare fino al 40% sulle spese per il condizionamento estivo e invernale;
- acquistare un condizionatore efficiente (in classe A o superiore) e possibilmente dotato di tecnologia inverter per minimizzare i consumi. Non tutti sanno che è possibile usufruire dell'Ecobonus per ammortizzare la spesa, quando si sostituisce il vecchio impianto termico con una pompa di calore almeno in classe A+ all'interno di un intervento di ristrutturazione;

### RISCALDAMENTO RAFFRESCAMENTO ACS



Mentre le pompe di calore ad aria possono essere usate esclusivamente per la climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento), le pompe di calore ad acqua possono produrre anche acqua calda sanitaria, permettendo di coprire con un unico generatore tutti i fabbisogni termici.

- nell'installazione è importante ricordare che l'apparecchio va installato nella stanza dove si vuole condizionare l'aria. Non è corretto posizionare una macchina potente in corridoio sperando che rinfreschi tutta la casa. Inoltre, per un corretto funzionamento la macchina deve essere posizionata nella parte alta della parete, poiché l'aria fredda tende a scendere e quella calda a salire e possibilmente in una posizione priva di ostacoli per facilitare la diffusione dell'aria;
- solo una gestione attenta rende possibile un concreto risparmio. Con una temperatura esterna di 35 °C impostare 20 °C all'interno degli ambienti non è sicuramente il modo migliore per affrontare il contenimento dei costi. Innanzitutto, va ricordato che la normativa limita le temperature minime a 26 °C con -2 °C di tolleranza durante il funzionamento dell'impianto di climatizzazione estiva. Spesso sono sufficienti pochi gradi in meno della temperatura esterna per avere buoni livelli di confort, oppure attivare solo la funzione "deumidificazione", poiché la temperatura si percepisce molto più alta se l'aria è satura di umidità;
- non lasciare porte e finestre aperte quando le macchine sono in funzione;
- la manutenzione non va trascurata: le tubazioni del circuito refrigerante devono essere coibentate e l'unità esterna va protetta per evitare danneggiamenti. La pulizia e la corretta manutenzione dei filtri dell'aria e delle ventole evitano la formazione di muffe e batteri dannosi per la salute e devono pertanto essere eseguite regolarmente.

## Sistemi ibridi

Nel caso la pompa di calore sia abbinata a un altro generatore, alimentato da fonti energetiche diverse, ad esempio una caldaia a gas, si parla di sistema ibrido. Il sistema darà priorità di volta in volta al generatore più conveniente in base alle richieste. Quando le temperature sono miti potrebbe infatti essere sufficiente la pompa di calore. Durante i mesi più freddi, con una maggior richiesta energetica, sarà invece possibile utilizzare la caldaia abbinata.

## Gli aggregati compatti

L'aggregato compatto è un apparecchio di dimensioni contenute, paragonabili a quelle di un frigorifero o di un congelatore, dove al suo interno sono alloggiati un ventilatore, uno scambiatore di calore, una pompa di calore e un serbatoio per l'accumulo dell'acqua calda.

L'aggregato compatto rappresenta una soluzione impiantistica in grado di garantire non solo il comfort termico, ma anche e soprattutto la salubrità negli ambienti interni, tipicamente più inquinati di quelli esterni, in edifici a basso consumo energetico. Alla base del funzionamento degli aggregati compatti c'è la ventilazione meccanica controllata che viene sfruttata anche per climatizzare l'edificio in modo da raggiungere la massima integrazione possibile tra involucro ed impianto, sia in termini di ingombri, che di funzionalità, efficienza e gestione.

L'aggregato compatto mira ad assolvere tutti questi obiettivi poiché soddisfa con un unico apparecchio le esigenze di:

- rinnovo e filtrazione dell'aria;
- riscaldamento;
- raffrescamento;
- deumidificazione;
- produzione di acqua calda sanitaria.

Inoltre, se la pompa di calore utilizza energia da fonti rinnovabili, come il fotovoltaico o l'eolico, si ottiene un sistema completamente indipendente dai combustibili fossili.



Fonte: Innova

**Aggregato compatto con installazione orizzontale**

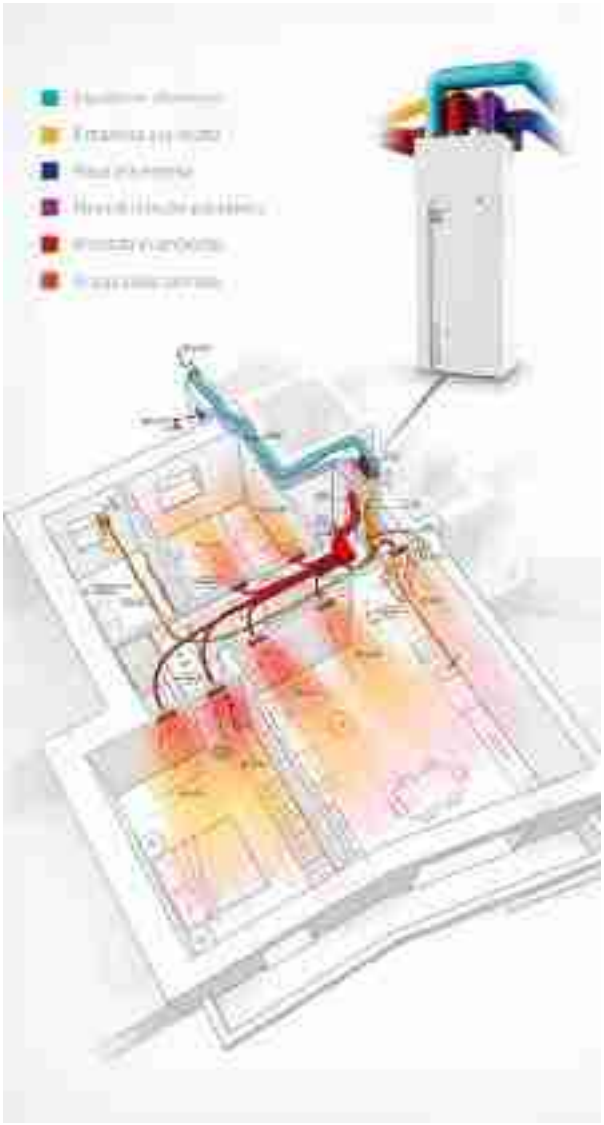


Fonte: EXRG

**Aggregato compatto con scaldacqua in pompa di calore aggiuntivo**



**Schema di impianto ad aria con aggregato compatto**



**Pompa di calore aeraulica con recupero termodinamico attivo**

## POSIZIONAMENTO

L'aggregato compatto può trovare collocazione ovunque all'interno dell'abitazione.
Se vengono collocati all'esterno o in ambienti non riscaldati (sconsigliato) è bene realizzare una copertura isolata e ispezionabile, ad esempio un armadietto coibentato.
Se vengono installati sul balcone, è opportuno verificare la portata della soletta e a fare attenzione a non danneggiare l'impermeabilizzazione durante i lavori di installazione.

**Luoghi ideali per il posizionamento:**

- Locale tecnico;
- lavanderia (ad esempio controsoffitto ispezionabile);
- antibagno (ad esempio controsoffitto ispezionabile);
- sottotetto.

Come regola generale un aggregato compatto deve essere collocato in una posizione centrale dell'abitazione al fine di contenere al massimo la distribuzione aeraulica riducendo le perdite di carico e quindi il consumo elettrico dei ventilatori. Piu l'aggregato è posizionato vicino alle prese di area esterne meno saranno le dispersioni.

## ACUSTICA

All'interno degli aggregati compatti è presente una pompa di calore e, quindi, un compressore che può produrre rumore. Come poi questo rumore si trasmette all'ambiente circostante dipende dalle caratteristiche costruttive del compressore, ma anche dai requisiti della macchina. Sul mercato sono presenti prodotti concorrenti che hanno caratteristiche acustiche molto diverse. Essendo un apparecchio che è generalmente collocato all'interno degli ambienti climatizzati o in prossimità di essi, si consiglia di valutare sempre la potenza sonora del dispositivo. Tuttavia, è bene evitare di collocarli nelle camere da letto.

### UNA SOLIDA PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA



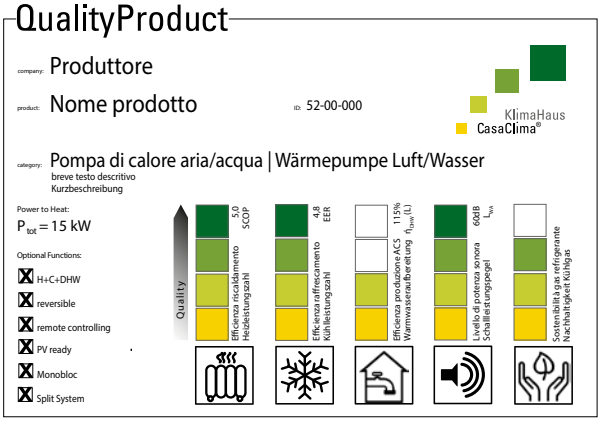
Gli aggregati compatti puntano molto sull'integrazione del sistema edificio-impianto e quindi richiedono una vera progettazione integrata tra le diverse figure professionali, per ottimizzare gli spazi ed evitare inutili sovradimensionamenti. Assume pertanto rilevanza il calcolo accurato dei carichi termici dell'edificio e una buona tenuta all'aria del fabbricato (consigliato $n_{50}$ <1,5 $h^{(-1)}$) possibilmente verificata attraverso la prova del Blower Door Test, obbligatorio per tutti i nuovi edifici residenziali e tutti gli edifici che applicano i protocolli CasaClima.

## ProdottoQualità CasaClima PdC

Il sigillo "ProdottoQualità CasaClima" è un sigillo di qualità per i componenti che soddisfano standard elevati. È volontario e non sostituisce il rispetto dei requisiti previsti dalle normative di settore a cui i prodotti da costruzione sono soggetti. Lo scopo del sigillo è quello di creare un marchio di qualità trasparente e neutrale per i prodotti che soddisfano gli elevati standard di qualità dell'Agenzia CasaClima.

Il nuovo marchio di qualità per le pompe di calore tiene conto del trend che vede sempre più proprietari e committenti scegliere questa tecnologia innovativa ed ecologica per il riscaldamento e il raffrescamento delle proprie abitazioni e vorrebbero un aiuto nella valutazione dei diversi prodotti presenti sul mercato.

Oltre a tutti i dati importanti sul tipo di sistema (ad es. la tipologia della pompa di calore: aria-aria, aria-acqua, acqua-acqua, ecc.) e sulle principali prestazioni, l'etichetta del prodotto contiene anche importanti informazioni sulla reversibilità, cioè la capacità di riscaldare e raffrescare. Inoltre, il sigillo contiene informazioni sul controllo remoto, sulla possibile integrazione con un impianto fotovoltaico e dettagli sulla configurazione tecnologica monoblocco o splittata. Infine, l'"Equalizer" sul sigillo mostra una classificazione grafica dei parametri di qualità più importanti e in particolare per il raffrescamento, il riscaldamento, l'efficienza per la produzione dell'acqua calda sanitaria, il livello di potenza sonora e il l'impatto ambientale del refrigerante utilizzato.




| Criterio di Qualità | Simbolo | | Livello di Qualità | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Coefficiente di prestazione [1] | | $SCOP_{bas}$ | ≥ 3,15 | ≥ 3,83 | ≥ 4,45 | ≥ 5,0 |
| | | $SCOP_{mid}$ | ≥ 3,00 | ≥ 3,20 | ≥ 3,50 | ≥ 3,83 |
| Indice di efficienza energetica [2] | | EER | ≥ 3,00 | ≥ 4,20 | ≥ 4,50 | ≥ 4,80 |
| Efficienza di Produzione ACS [3] | | $\eta_{pow(M)}$ | – | ≥ 100% | ≥ 130% | ≥ 163% |
| | | $\eta_{pow(L)}$ | ≥ 100% | ≥ 115% | ≥ 150% | ≥ 188% |
| | | $\eta_{pow(XL)}$ | ≥ 100% | ≥ 123% | ≥ 160% | ≥ 200% |
| | | $\eta_{pow(XXL)}$ | ≥ 100% | ≥ 131% | ≥ 170% | ≥ 213% |
| Livello di potenza sonora [4] | | $L_{WA}$ | ≤ 69 dB | ≤ 66 dB | ≤ 63 dB | ≤ 60 dB |
| Potenziale di riscaldamento globale del gas refrigerante [5] | | GWP x mass/Pth | > 1000 | ≤ 1000 | ≤ 650 | ≤ 300 |

**Livelli qualitativi per PDC aria/acqua**

## PRODUTTORI POMPA DI CALORE QUALITÀ

| Produttore | Denominazione commerciale | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|
| Clivet | **SPHERA EVO 2.0**<br>TC 2.1 190 l, TC 2.1 250 l, BC 2.1, IC 2.1<br>**SPHERA EVO 2.0**<br>TC 3.1 190 l, TC 3.1 250 l, BC 3.1, IC 3.1<br>**SPHERA EVO 2.0**<br>TC 4.1 190 l, TC 4.1 250 l, BC 4.1, IC 4.1<br>**SPHERA EVO 2.0**<br>TC 5.1 190 l, TC 5.1 250 l, BC 5.1, IC 5.2<br>**SPHERA EVO** 2.0 TC 6.1 250 l, BC 6.1<br>**SPHERA EVO** 2.0 TC 7.1 250 l, BC 7.1<br>**SPHERA EVO** 2.0 TC 8.1 250 l, BC 8.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 2.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 3.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 4.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 5.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 6.1, (3ph)<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 7.1, (3ph)<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 8.1, (3ph)<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 9.1<br>**EDGE EVO** 2.0 - EXC / WiSAN-YME 1 S 10.1 | 52-07-046<br>52-07-047<br>52-07-048<br>52-07-049<br>52-07-050<br>52-07-051<br>52-07-052<br>52-07-074<br>52-07-075<br>52-07-076<br>52-07-077<br>52-07-078<br>52-07-079<br>52-07-080<br>52-07-081<br>52-07-082 | ✓ |
| Daikin Air Conditioning Italy | ERGA04*<br>ERGA06*<br>ERGA08*<br>EPRA14*V3<br>EPRA16*V3<br>EPRA18*V3<br>EPRA14*W1<br>EPRA16*W1<br>EPRA18*W1<br>EBLA09*<br>EBLA11*<br>EBLA14*<br>EBLA16* | 52-04-015<br>52-04-016<br>52-04-017<br>52-04-018<br>52-04-019<br>52-04-020<br>52-04-021<br>52-04-022<br>52-04-023<br>52-04-024<br>52-04-025<br>52-04-026<br>52-04-027 | ✓ |
| Hoval | **UltraSource Comfort 8**<br>UltraSource Comfort 8/200<br>**UltraSource Comfort 11**<br>UltraSource Comfort 11/200<br>**Belaria Comfort ICM13**<br>**Belaria Comfort PRO13**<br>Belaria Comfort PRO13/100/300<br>**Belaria Comfort PRO15** | 52-11-083<br>52-11-084<br>52-11-085<br>52-11-086<br>52-11-087 | ✓ |
| iDM Energiesysteme Italia | AERO ALM 4-12<br>iPump A 3-11<br>AERO SLM 6-17 HGL | 52-10-071<br>52-10-072<br>52-10-073 | |
| Imperial | KNV Topline F2125 - 08<br>KNV Topline F2125 - 12 | 52-08-053<br>52-08-054 | |
| Mitsubishi Electric Europe | Ecodan packaged R32 VM50<br>Ecodan packaged R32 VM85<br>Ecodan packaged R32 VM112<br>Zubadan Split R32 SHWM80<br>Zubadan Split R32 SHWM100<br>Zubadan Split R32 SHWM120 | 52-03-009<br>52-03-010<br>52-03-011<br>52-03-012<br>52-03-013<br>52-03-014 | ✓ |
| Nilan (EXRG) | Air9 | 52-01-001 | ✓ |

| Produttore | Denominazione commerciale | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|
| Stiebel Eltron | WPL 25 AC<br>WPL 09 IKCS classic<br>WPL 09 ICS classic<br>LWZ 8 CS Premium<br>LWZ 8 S Trend<br>LWZ 8 CS Premium DHW<br>LWZ 5 S Plus - Smart - Trend<br>WPL-A 05 HK 230 Premium<br>WPL-A 07 HK 230 Premium | 52-06-038<br>52-06-039<br>52-06-039<br>52-06-040<br>52-06-041<br>52-06-042<br>52-06-043<br>52-06-044<br>52-06-045 | |
| Toshiba Italia | HWS-1105H-E<br>HWS-1105H8-E<br>HWS-P805HR-E<br>HWS-P805H8R-E<br>HWS-P1105HR-E<br>HWS-P1105H8R-E<br>HWT-401HW-E<br>HWT-601HW-E<br>HWT-801HW-E<br>HWT-1101HW-E | 52-05-028<br>52-05-029<br>52-05-030<br>52-05-031<br>52-05-032<br>52-05-033<br>52-05-034<br>52-05-035<br>52-05-036<br>52-05-037 | ✓ |
| Vailant Group Italia | aroTHERM plus - VWL 45/6 A 230V S3<br>aroTHERM plus - VWL 55/6 A 230V S3<br>aroTHERM plus - VWL 65/6 A 230V S3<br>aroTHERM plus - VWL 85/6 A 230V S3<br>aroTHERM plus - VWL 125/6 A 230V S3<br>aroTHERM plus - VWL 155/6 A 230V S3<br>aroTHERM split - VWL 105/5 IS | 52-02-002<br>52-02-003<br>52-02-004<br>52-02-005<br>52-02-006<br>52-02-007<br>52-02-008 | ✓ |
| Viessmann | **Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.04<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.04<br>**Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.06<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.06<br>**Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.08<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.08<br>**Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.10<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.10<br>**Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.13<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.13<br>**Vitocal 200-S** AWB-M-E-AC-D.16<br>**Vitocal 222-S** AWBT-M-E-AC-C.16<br>**Vitocal 200-S** AWB-E-AC-D.10<br>**Vitocal 222-S** AWBT-E-AC-C.10<br>**Vitocal 200-S** AWB-E-AC-D.13<br>**Vitocal 222-S** AWBT-E-AC-C.13<br>**Vitocal 200-S** AWB-E-AC-D.16<br>**Vitocal 222-S** AWBT-E-AC-C.16<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A06<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A08<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A10<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A12<br>**Vitocal 100-A** AWO-AC 101.A13<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A13<br>**Vitocal 100-A** AWO-AC 101.A16<br>**Vitocal 100-A** AWO-M-AC 101.A16<br>**Vitocal 100-A** AWO-AC 101.A18 | 52-09-055<br>52-09-056<br>52-09-057<br>52-09-058<br>52-09-059<br>52-09-060<br>52-09-061<br>52-09-062<br>52-09-063<br>52-09-064<br>52-09-065<br>52-09-066<br>52-09-067<br>52-09-068<br>52-09-069<br>52-09-070 | ✓ |

# 13.4 TERMINALI DI EMISSIONE

I terminali di emissione sono l'elemento finale dell'impianto termico e hanno la funzione di distribuire il riscaldamento/raffrescamento prodotti dai generatori negli ambienti.

La prima fondamentale suddivisione dei terminali di emissione è in:

- terminali ad **acqua**;
- terminali ad **aria**;
- terminali **aria/acqua**.

In base alla richiesta energetica e alla dimensione dei terminali essi possono distinguersi in:

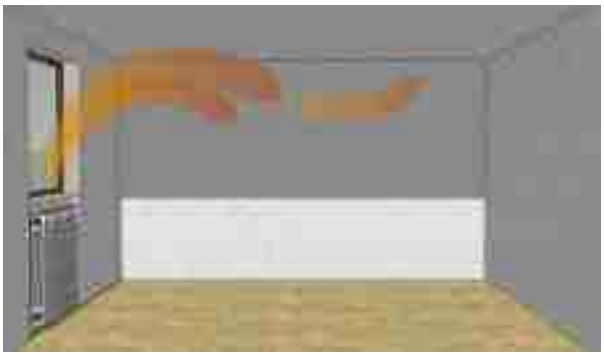
- sistemi ad alta temperatura;
- sistemi a bassa temperatura.

## Radiatori

I radiatori sono tra i terminali di erogazione più diffusi in ambito impiantistico e sono molto conosciuti e apprezzati per la loro versatilità e i costi contenuti. Essi però possono essere utilizzati ovviamente solo per il riscaldamento e non per la climatizzazione estiva.

Sono disponibili in commercio radiatori in acciaio, alluminio o ghisa e in molti tipi di forma e colore diventando dei veri e propri elementi d'arredo.

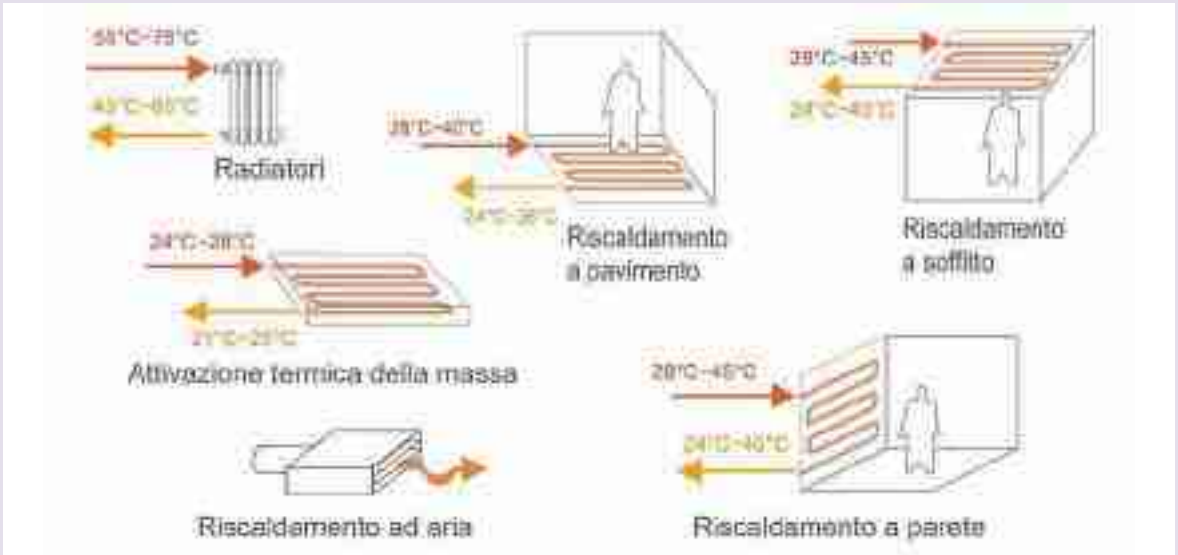
- **I radiatori in ghisa** rappresentano i modelli meno moderni. Sono molto pesanti, quindi per l'installazione, se fissati su pareti leggere, è necessario predisporre appositi rinforzi. Sono caratterizzati da elevata inerzia, pertanto impiegano molto tempo a riscaldarsi e si raffreddano altrettanto lentamente, e sono quindi poco adatti nelle situazioni temporanee che richiedono una rapida messa a regime dell'impianto.



**Sistema convettivo: il calore è trasferito da masse d'aria in movimento**

- **I radiatori in alluminio** si scaldano e si raffreddano con grande rapidità a differenza di quelli in ghisa. La bassa inerzia termica di un impianto a radiatori in alluminio rende agevole il funzionamento in più regimi di temperatura. Hanno un costo relativamente contenuto e si prestano per soluzioni di design grazie ad un'ampia gamma di finiture e colori ed essendo facilmente componibili si adattano alle esigenze di ogni abitazione.
- **I radiatori in acciaio** sono un'ottima via di mezzo tra i modelli di ghisa e quelli di alluminio, infatti hanno tempi di riscaldamento, raffreddamento e resistenza alla corrosione e peso intermedi.

### SISTEMI AD ALTA E A BASSA TEMPERATURA



I radiatori hanno un funzionamento molto semplice: l'acqua calda prodotta dal generatore di calore viene immessa all'interno delle tubazioni di distribuzione generalmente con una temperatura di mandata di 55÷75 °C e raggiunto il radiatore ne riscaldano la superficie, che ritrasmette il calore all'aria circostante. Prevedendolo in fase progettuale possono essere dimensionati per lavorare a bassa temperatura (45÷55 °C);




**Radiatori in alluminio**

### VANTAGGI

- Richiedono piccole superfici per coprire il fabbisogno del locale.
- Richiedono un impianto di distribuzione a costi contenuti.
- Il sistema è flessibile e si riescono a regolare rapidamente le variazioni nel fabbisogno di calore.

### SVANTAGGI

- Mantenere una differenza di circa 40 °C con l'ambiente circostante richiede un grande dispendio di energia. È consigliabile perciò, ai fini del risparmio energetico, dimensionare i radiatori e scegliere il generatore in modo tale da mantenere le temperature di mandata più basse (45÷55 °C).
- Il radiatore diffonde il calore per irraggiamento e la percezione della temperatura interna dell'ambiente non risulta uniforme, ma diminuisce con l'allontanarsi dall'elemento.
- Richiedono per la loro installazione spazi dedicati sulle pareti, limitando la libertà di arredamento.




**Radiatori in alluminio**

### DISTRIBUZIONE OTTIMALE DI CALORE AI RADIATORI

Molte persone hanno familiarità con la problematica di radiatori che si riscaldano in maniera differente a seconda dell'ambiente in cui si trovano. I locali/appartamenti più vicini al generatore si surriscaldano e quelli più lontani dal locale tecnico spesso si riscaldano insufficientemente. Questo è dovuto al fatto che l'acqua di riscaldamento cerca il percorso di minor resistenza e scorre più facilmente attraverso tubi corti e grandi che attraverso quelli lunghi e sottili.

È sconsigliato installare una pompa di circolazione sovradimensionata o fare in modo che tutte le stanze siano calde aumentando le temperature di mandata. Infatti, questo aumenta il consumo di energia della pompa di circolazione e le perdite di distribuzione dell'acqua di riscaldamento troppo calda; inoltre può anche portare a flussi rumorosi e fastidiosi.

Un rimedio efficace, invece, è il cosiddetto bilanciamento idraulico. Assicura che tutti i radiatori siano alimentati con il calore ottimale attraverso le portate corrette per raggiungere la temperatura ambiente desiderata. Questo assicura che tutti i radiatori abbiano approssimativamente le stesse temperature di ritorno.

Questo impedisce al sistema di andare in "stop&go" troppo frequentemente e in modo inefficiente. Con le caldaie a condensazione, le basse temperature di ritorno sono anche un prerequisito per un funzionamento efficiente della condensazione.

## ABBINAMENTO RADIATORI E POMPA DI CALORE

La pompa di calore è la tecnologia che in questi ultimi anni sta avendo una rapida diffusione, essendo in grado di soddisfare contemporaneamente le esigenze di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, grazie al calore contenuto nell'aria, nell'acqua o nel terreno a seconda della pompa di calore scelta.

Nella maggior parte delle abitazioni esistenti e non riqualificate energeticamente il sistema di emissione è costituito da radiatori, che potevano essere prodotti in ghisa, in allumino o in acciaio, all'interno dei quali circolava acqua ad una temperatura intorno ai 55-75 °C.

In questo ambito un mito da sfatare è quello che vuole le pompe di calore funzionare bene solo con i pannelli radianti, a soffitto e a pavimento, oppure con i ventilconvettori.

Sicuramente per questi sistemi di emissione a basse temperature (35-50 °C) che lavorano con un'accensione più prolungata la tecnologia più idonea è quella della pompa di calore, ma se l'edificio è ben isolato, con un fabbisogno termico contenuto, si può utilizzare anche la soluzione PdC abbinata a termosifoni per il riscaldamento.

In questo caso la pompa di calore dovrà essere necessariamente della tipologia aria-acqua: cioè dovrà estrarre calore da una fonte esterna, in questo caso l'aria, per riscaldare l'acqua che arriverà ai radiatori.

Tra le tipologie di radiatori presenti sul mercato, principalmente in ghisa, in acciaio e in alluminio, sono proprio questi ultimi che rispondono meglio ad un abbinamento con la pompa di calore. Questo tipo di radiatori infatti permette infatti, di lavorare a temperature più basse con il vantaggio di avere una superficie di scambio più ampia degli altri corpi scaldanti.

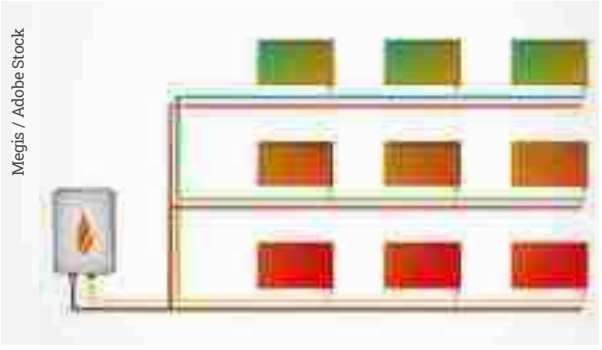
Rimane valida la raccomandazione che prima di qualsiasi intervento di ristrutturazione impiantistica è necessaria un'analisi energetica da parte di un tecnico esperto per valutarne la fattibilità tecnica ed economica.

Dopo l'intervento, invece, è opportuno predisporre un bilanciamento idraulico realizzato da un idraulico specializzato per garantire il giusto flusso dell'acqua tecnica nei termosifoni. In questo modo si potranno raggiungere i livelli di comfort attesi insieme un'agevole gestione dell'impianto durante tu tutto il periodo di esercizio.

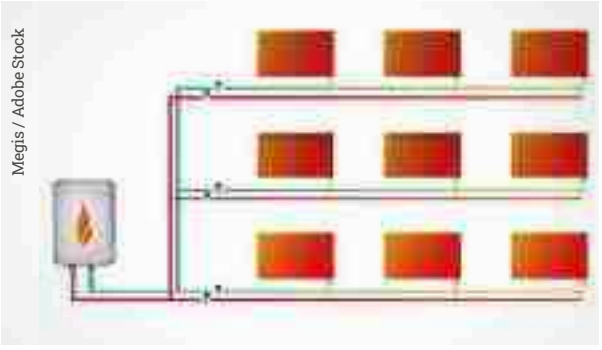
## BILANCIAMENTO IDRAULICO

Il bilanciamento idraulico delle tubazioni di un impianto di riscaldamento è una necessità economica ed ecologica, soprattutto nei condomini o in qualunque sistema di grandi dimensioni.

- Bilanciare un impianto, per un tecnico qualificato, significa prendere un insieme di decisioni e accorgimenti pratici finalizzati a far arrivare a ciascun radiatore la sufficiente acqua di riscaldamento, in grado di garantire la resa termica necessaria, e quindi assicurare il livello di comfort desiderato.
- Il mancato bilanciamento di un impianto si concretizza, spesso, in un insufficiente riscaldamento dei radiatori più lontani dalla centrale termica, ai quali non arriva una quantità d'acqua sufficiente, mentre quelli vicino alla centrale sono troppo caldi. Per ovviare a questo problema troppo spesso ci si è affidati ad una progettazione impiantistica che prevedeva il sovradimensionamento delle pompe di circolazione e della potenza dei terminali serviti. Le conseguenze erano rumori di flusso nelle tubazioni di distribuzione e nei terminali e il discomfort termico associato a un maggiore consumo di energia per la produzione e la distribuzione di calore.




**Impianto idraulico non bilanciato**




**Impianto idraulico bilanciato**

## FOCUS: regolazione e contabilizzazione del calore


Electriceye / Fotolia

Il tema della contabilizzazione dei consumi è diventato centrale con il Decreto Legislativo n.102/2014 che ha reso obbligatori:

- l'installazione di sistemi di contabilizzazione;
- l'installazione di sistemi di termoregolazione;
- l'adozione di criteri di ripartizione dei costi;

La contabilizzazione è obbligatoria per alcune categorie di edifici: i condomini e gli edifici polifunzionali dotati di un impianto di riscaldamento centralizzato a colonne montanti o ad anello.
I condomini e gli edifici polifunzionali riforniti da una rete di teleriscaldamento.

Sono esclusi da tale obbligo gli immobili dotati di impianti di riscaldamento autonomo e quelli che presentano impedimenti tecnici, elevati impegni di spesa e difficoltà tecniche di adeguamento.

La contabilizzazione consente di misurare il consumo energetico della singola unità immobiliare e può essere realizzato in due modi:

- applicando un contatore unico a lettura diretta nel caso l'appartamento sia dotato di un impianto ad anello o a zone;
- applicando dei singoli contatori su ciascun radiatore nel caso di impianti a colonna.

Le valvole termostatiche installate in impianti centralizzati consentono un maggior equilibrio termico non soltanto all'interno di una stessa unità abitativa, ma anche all'intero edificio portando ad un risparmio energetico in bolletta in alcuni casi pari al 15-20%.

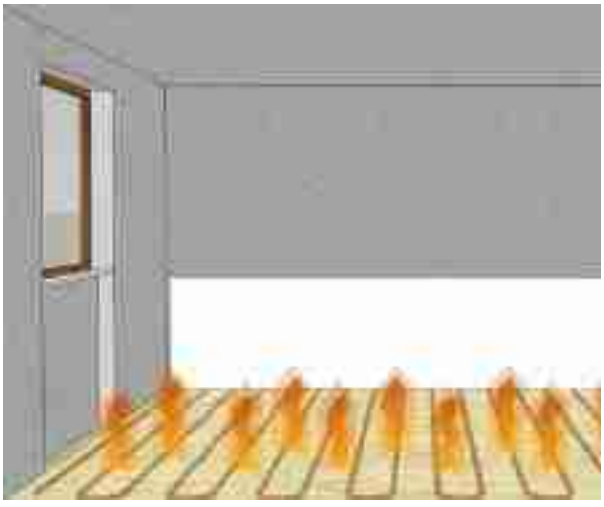
I sistemi di contabilizzazione del calore consentono di valutare l'efficacia delle azioni di risparmio energetico, pianificare ulteriori azioni di riduzione dei consumi e, non da ultimo, di ripartire correttamente le spese tra vari utenti allacciati ad uno stesso sistema di riscaldamento.
Fonte: Italia in Classe A, MISE-ENEA.

## Gli impianti radianti

Gli impianti radianti sono impianti che sfruttano, a differenza dei tradizionali radiatori, grandi superfici, il che gli consente di lavorare a temperature di mandata molto basse. Se nel recente passato questi sistemi erano utilizzati esclusivamente nel residenziale, i vantaggi offerti in termini di comfort e di risparmio energetico hanno oggi ampliato gli ambiti di utilizzo anche ad altre tipologie di edifici, dalle scuole alle sedi produttive, dagli uffici agli ospedali. Soluzioni innovative con sistemi di ridotto spessore o a secco consentono inoltre il loro facile inserimento anche negli edifici esistenti, senza interventi onerosi o eccessivi aggravi di peso.

La tecnologia dei pannelli radianti è molto semplice: un sistema di tubazioni in polietilene annegate all'interno degli elementi costruttivi, pavimento, parete o soffitto, viene alimentata in inverno da acqua calda a bassa temperatura (30-40 °C) per riscaldare e in estate da acqua refrigerata (16-20 °C) per raffrescare, qualora il generatore di calore scelto possa essere utilizzato anche per la climatizzazione estiva (ad es. pompa di calore reversibile). Indispensabile è in questo caso prevedere dei deumidificatori per una corretta gestione dell'umidità nella stagione estiva evitando che si crei condensa per le basse temperature di mandata.
Il sistema a bassa temperatura consente di lavorare con generatori efficienti, come le caldaie a condensazione e le pompe di calore, integrandosi con facilità anche con impianti solari termici e a biomassa legnosa.

Rispetto ad un impianto tradizionale a caldaia e radiatori, installare dei pannelli radianti integrati ad una caldaia a condensazione consente di raggiungere un buon risparmio energetico, per le minori temperature di funzionamento, oltre che livelli di comfort più elevati, per la distribuzione più omogenea del calore.



**Sistemi radianti: il calore è trasferito attraverso radiazioni infrarosse**

## VANTAGGI

- Il sistema radiante non occupa spazio sulle pareti, poiché i tubi sono integrati nella struttura del pavimento, del soffitto o delle pareti stesse e sono pertanto non sono visibili.
- È un sistema silenzioso e permette una distribuzione omogenea del calore, senza sgradevoli flussi d'aria e movimentazione di polveri in ambiente.
- Il maggior costo rispetto a sistemi di emissione puntuali (ad es. radiatori) è compensato dal fatto che il sistema può essere utilizzato sia in inverno che in estate con livelli di comfort elevati.
- Non richiede particolare manutenzione.
- Utilizza acqua a bassa temperatura con risparmio sia economico che energetico.

## SVANTAGGI

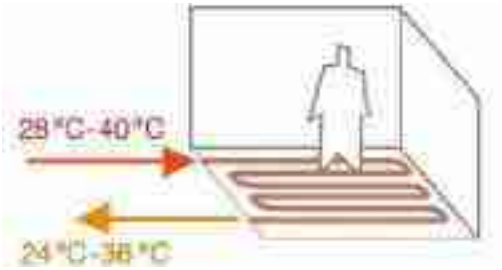
- Durante il funzionamento estivo necessita di un controllo dell'umidità dell'ambiente. In estate si possono raggiugere alti picchi di umidità e senza un sistema di deumidificazione, la bassa temperatura di mandata nelle tubazioni potrebbe favorire la formazione di condensa sulle superfici radianti per la presenza di acqua a bassa temperatura all'interno delle tubazioni.
- L'installazione di questa tecnologia è sempre da valutare con un tecnico competente in relazione agli standard energetici dell'edificio. È un sistema che lavora bene solo con differenze di temperature moderate, sia in estate che in inverno, e richiede pertanto un buon isolamento dell'involucro esterno.




## TRE OPZIONI TECNOLOGICHE

Il sistema a pannelli radianti si differenzia per le diverse modalità con cui le serpentine radianti vengono installate nell'edificio: a pavimento, a soffitto o a parete. Le tre opzioni operano con regimi analoghi di temperature dell'acqua e si basano sul medesimo principio: la posa di tubazioni, dentro le quali scorre l'acqua di riscaldamento/raffrescamento, all'interno di un elemento costruttivo. A priori, nessuna soluzione può essere considerata migliore delle altre, poiché si devono tenere in considerazione una serie di aspetti specifici legati alla spesa economica, al comfort termico e alla fattibilità tecnica.

### Impianti radianti a pavimento

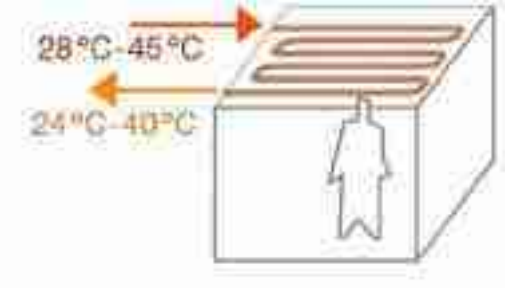



Gli impianti a pavimento sono ad oggi i più diffusi sul mercato, soprattutto in ambito residenziale: le tubazioni sono inserite nella parte superiore del solaio appoggiate ad uno strato di materiale isolante, sopra al massetto porta impianti. Questa soluzione è in grado di offrire un irraggiamento uniforme. I sistemi radianti a pavimento possono essere a bassa inerzia o alta inerzia a seconda dello spessore e della tipologia di massetto che si applica sopra le tubazioni. La scelta del tipo di sistema deve essere fatta con l'aiuto di un progettista in base al tipo di edificio e ai requisiti dei committenti. L'impianto radiante a pavimento garantisce la massima flessibilità architettonica, nessun tipo di rumore, nessun movimento di polvere, una limitata stratificazione dell'aria.



**Pavimento radiante**

**Impianti radianti a soffitto**

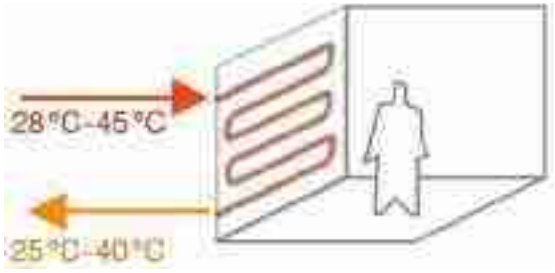



Gli impianti radianti a soffitto trovano una larga diffusione soprattutto negli edifici industriali per climatizzare ambienti di grandi dimensioni dove è necessario conservare liberi pareti e pavimenti.
Nelle ristrutturazioni sono particolarmente veloci da installare, specialmente se si utilizzano sistemi prefabbricati, ad esempio in cartongesso con le serpentine già inserite, consentendo semplici interventi anche in caso non si voglia intervenire nel resto dell'abitazione con opere consistenti.



**Soffitto radiante**

**Impianti radianti a parete**




Le serpentine in questo caso sono inserite all'interno delle pareti verticali. Qualora vengano utilizzati pannelli prefabbricati con serpentine già inserite tale sistema può rivelarsi molto vantaggioso..

Un aspetto da valutare prima di posizionare le serpentine è l'esatta distribuzione degli arredi, in modo da considerare eventuali ostacoli all'irraggiamento del calore. Inoltre, in fase di utilizzo dell'abitazione, bisogna sempre ricordarsi delle serpentine e della loro disposizione per evitare di forare accidentalmente una tubazione, ad esempio appendendo un quadro o un pensile.



**Parete radiante**

## Battiscopa radianti

I battiscopa radianti sono terminali poco conosciuti e diffusi a livello nazionale, mentre trovano una diffusione più ampia in altri paesi europei. Possono essere alimentati ad acqua o elettricità e nel funzionamento non si differenziano molto dagli altri sistemi radianti. Il loro funzionamento è estremamente semplice: il battiscopa radiante (di dimensioni di circa 15 centimetri in altezza per 3 cm in larghezza) è posizionato lungo il perimetro delle stanze (in particolare lungo le pareti esterne) in sostituzione dei normali battiscopa. Il calore passa all'interno del sistema e si distribuisce sulle pareti riscaldando le superfici interne dei muri che, a loro volta, irradiano calore all'interno degli ambienti.
Possono essere adatti nelle ristrutturazioni, in quanto sono veloci da installare 3 cm non richiedono opere murarie, ma in presenza di mobili ingombranti lungo le pareti riducono di molto l'efficacia del riscaldamento/raffescamento radiante.

## Termoconvettori e ventilconvettori

I terminali di erogazione a convezione naturale (termoconvettori) e quelli a convezione forzata (ventilconvettori o fan-coil) hanno la caratteristica di apportare molto rapidamente calore all'ambiente e sono dunque particolarmente adatti per uffici, palestre, sale riunioni, ecc.
Sono sistemi di diffusione del calore simili fra loro, con la differenza che nei secondi sono presenti dei sistemi di ventilazione che permettono di sfruttare appieno una maggiore velocità di messa a regime. Inoltre, i termoconvettori sono utilizzati per il riscaldamento degli ambienti mentre i ventilconvettori vengono utilizzati anche per la climatizzazione estiva.

Ne esistono ad acqua, ad elettricità e a gas. La differenza tra i diversi tipi dipende dalla tecnologia di riscaldamento adottata. I termoconvettori a gas sono consigliati per ambienti medio-piccoli, i termoconvettori elettrici e ad acqua sono consigliati per gli spazi più grandi.
Il loro principio di funzionamento consiste nel far passare aria in modo naturale (per convezione) o in modo forzato (tramite un ventilatore) attraverso una batteria, detta batteria di scambio, formata da alette metalliche, generalmente di rame o di alluminio, in cui sono immersi i tubi che portano l'acqua calda dell'impianto.
I ventilconvettori inoltre consentono un notevole ricambio d'aria e possono essere utilizzati anche per il raffrescamento, facendo passare acqua fredda nei tubi annegati nella batteria di scambio.
Esistono in commercio diverse soluzioni di ventilconvettori, dai classici sistemi a parete, ai sistemi da incasso e canalizzabili, a cassetta da controsoffitto fino ad arrivare ai ventilconvettori a pavimento.


Fonte: Innova

**Ventilconvettore ad incasso**

**VANTAGGI**

Con i termoconvettori/ventilconvettori la messa a regime dell'impianto è molto rapida e questo li rende particolarmente vantaggiosi in edifici a basso consumo energetico o in seconde case visto anche l'uso limitato.
Richiedono poca manutenzione e possono essere regolati autonomamente in ogni ambiente.

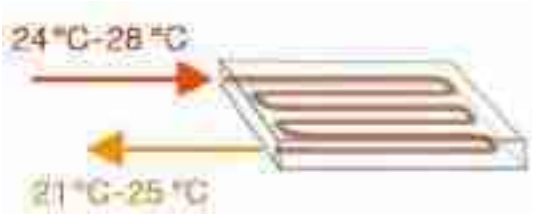
**SVANTAGGI**

Lo svantaggio principale dei termoconvettori/ventilconvettori è legato al fatto che essi sfruttano il principio fisico dell'aria calda che sale e dell'aria fredda che scende per cui: al pavimento la temperatura sarà più bassa, creando l'effetto "piedi freddi" e in alto più calda. Con il funzionamento a bassa temperatura di termoconvettori/ventilconvettori il fenomeno della stratificazione dell'aria si riduce.


Fonte: Innova

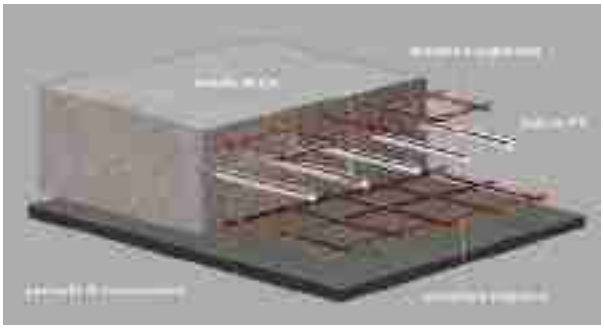
**Ventilconvettore a pavimento**

## Sistemi ad attivazione termica della massa




Molto diffusi nel mercato dell'Europa centrale sono i sistemi ad attivazione termica della massa (TABS Thermo-Active Building Systems), che rappresentano una particolare tipologia di impianto radiante ad acqua per il raffrescamento e il riscaldamento degli ambienti. Sono utilizzati principalmente negli edifici con destinazioni d'uso simili nei diversi piani, come le biblioteche, le scuole, gli edifici per uffici e quelli commerciali, dove è richiesto un fabbisogno termico costante e omogeneo nel tempo.

Il funzionamento è semplice: si installano tubazioni all'interno della soletta in calcestruzzo, senza l'aggiunta di isolante come nei tradizionali sistemi radianti. In funzione delle condizioni di comfort richiesto, l'energia viene assorbita o rilasciata per raffrescare o per riscaldare gli ambienti secondo il principio dell'irraggiamento che sfrutta il principio fisico secondo cui un corpo caldo cede calore a uno freddo.



**Sistema ad attivazione termica della massa**

### VANTAGGI

L'innovativo concetto di riscaldamento e raffreddamento con i TABS è particolarmente adatto per edifici a basso consumo energetico. Non solo si riduce l'energia primaria necessaria, ma può anche essere combinata con generatori alimentati con fonti di energia rinnovabile, come le pompe di calore in combinazione con la geotermia.

### SVANTAGGI

Un potenziale punto debole di questo sistema è la risposta ritardata dovuta all'inerzia della soletta in cui le tubazioni sono inserite. A causa di questa inerzia, è difficile ottenere regolazioni di temperatura puntuali e rapide.

### COME SCEGLIERE IL TERMINALE DI EMISSIONE

La scelta del terminale di emissione è legata oltre che all'uso dell'edificio (continuo e discontinuo), anche dall'efficienza dell'edificio stesso.
In edifici a basso consumo energetico sono in generale da favorire impianti a bassa inerzia termica che consentono di sfruttare al meglio la variazione del carico termico, dovuta, ad esempio, agli apporti gratuiti o agli apporti interni, garantendo comfort e risparmio energetico.

- Per gli edifici a uso continuativo è possibile sfruttare i fluidi a bassa temperatura, con evidenti benefici in termini energetici ed economici.
- Per gli edifici con elevata volumetria, come i capannoni industriali e fieristici, gli impianti a tutt'aria sembrano essere i più adatti, in quanto in grado di rispondere velocemente al cambiamento dei carichi e delle condizioni ambientali.
- Per gli edifici a uso discontinuo si dovranno preferire sistemi impiantistici a ridotta inerzia termica, che garantiscano quindi una messa a regime veloce.

# 13.5 VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA - VMC

L'ossigeno è vitale per l'uomo. In condizioni normali, l'aria contiene il 21% di ossigeno. Gli esseri umani respirano in media 16 volte al minuto e hanno bisogno di circa 20 litri di ossigeno all'ora in condizione di riposo.
Dato che trascorriamo gran parte della nostra vita all'interno degli edifici, dovremmo essere consapevoli di quanto sia importante un regolare ricambio d'aria all'interno degli ambienti per il nostro benessere, la nostra salute e il nostro rendimento. Che sia manuale o avvenga con l'aiuto di un sistema di ventilazione meccanica controllata, la ventilazione non solo fornisce nuovo ossigeno ricambiando l'aria viziata, ma rimuove anche gli agenti inquinanti e patogeni dagli spazi abitativi.

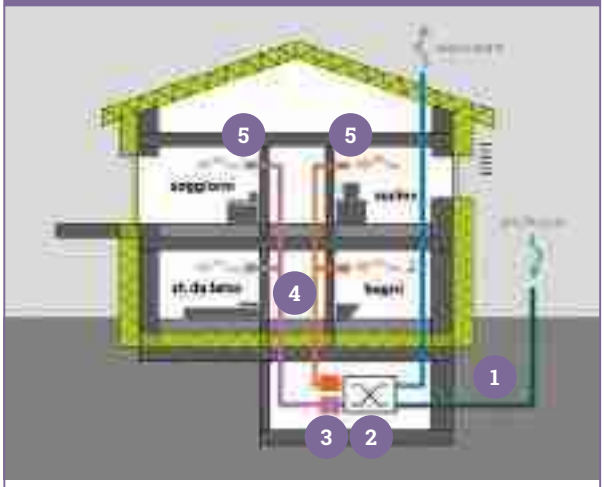
### RACCOMANDAZIONE PER UN SISTEMA DI VENTILAZIONE CONFORTEVOLE

Per evitare di dover ventilare costantemente aprendo manualmente le finestre, il mercato offre da tempo dei dispositivi per la ventilazione meccanica controllata degli spazi abitativi, che forniscono continuamente e in modo affidabile aria fresca ai nostri edifici. Poiché gli edifici sono sempre più ermetici e a tenuta all'aria per ragioni di efficienza e comfort, i sistemi di ventilazione meccanica controllata sono diventati parte integrante della tecnologia degli edifici.
L'Agenzia CasaClima raccomanda per questo motivo l'installazione di sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore all'interno degli edifici.

Un sistema di ventilazione smaltisce anche l'umidità in eccesso e previene così la formazione di muffe, mantenendo l'umidità relativa entro range ottimali. Se invece all'interno degli ambienti l'aria risulta secca e il range di umidità relativa si mantiene basso, è possibile adottare sistemi con uno scambiatore di calore entalpico che sono in grado di recuperare non solo il calore, ma anche l'umidità presente nell'aria prelevata dagli ambienti interni ed espulsa all'esterno.

L'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata è quindi soprattutto un investimento per la salubrità degli ambienti interni, perché da un punto di vista puramente economico, i risparmi energetici derivanti dal recupero del calore compensano i costi da sostenere per la corrente elettrica e il cambio dei filtri.

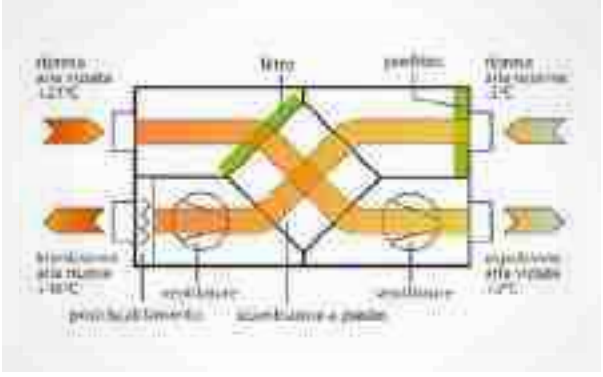
**Schema ed elementi di base di un impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore**




1. **Scambiatore di pretemperamento geotermico (opzionale)**
2. **Macchina di ventilazione**
3. **Silenziatori**
4. **Tubazioni di distribuzione**
5. **Bocchette immissione/ripresa**

Per arieggiare un ambiente energeticamente efficiente si può agire in due modi:

- manualmente, aprendo le finestre in maniera periodica e regolare. Non esiste una regola precisa su come arieggiare: la norma UNI TS 11300-1 considera un ricambio di 0,3 vol/h per gli edifici ad uso residenziale, il D.Lgs 311/06 invece considera un ricambio di 0,5 vol/h e infine la norma UNI EN 15251 considera un tasso variabile nel range 0,5-0,7 vol/h a seconda della categoria dell'ambiente.
- automaticamente, con un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) in grado di effettuare il ricambio d'aria in modo programmato, ottimizzando il funzionamento attraverso sensori di $CO_2$ e di umidità.



**Ventilazione controllata a recupero di calore con flussi incrociati**

## RICAMBI D'ARIA IN VOLUMI/ORA



Con il termine volumi/ora (vol/h) si indica il volume d'aria che in un'ora deve essere rinnovato: ad esempio un ricambio di 0,5 vol/h significa che in un'ora si rinnova una quantità d'aria paria alla metà del volume dell'ambiente, che equivale a un ricambio d'aria completo ogni due ore.

La Direttiva Tecnica CasaClima consiglia per gli edifici residenziali una portata di progetto della ventilazione meccanica tale da garantire un ricambio d'aria n ≥ 0,4 vol/h. Nel protocollo CasaClima Nature, nel caso sia presente la VMC, questa prescrizione è obbligatoria.

Il mercato offre principalmente due sistemi di ventilazione meccanica controllata:

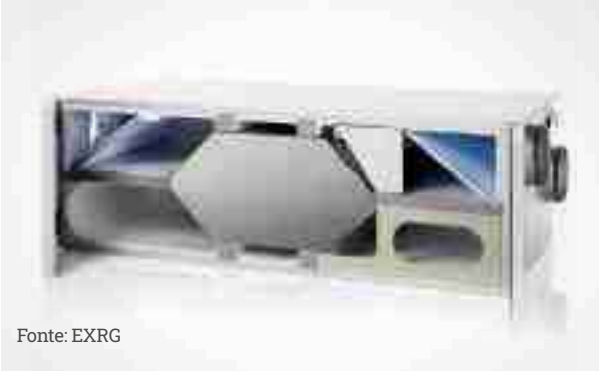
- VMC centralizzata/canalizzata;
- VMC decentralizzata/non canalizzata.

### VMC CENTRALIZZATA/CANALIZZATA

Il sistema consiste in un'unità di ventilazione con uno scambiatore di calore e due flussi separati d'aria: uno preleva l'aria dagli ambienti interni e la espelle all'esterno, l'altro preleva aria fresca dall'esterno e la immette negli ambienti interni.

La ventilazione meccanica avviene quindi in due fasi:

- l'aria calda interna, inquinata e viziata viene estratta dagli ambienti interni, di solito da stanze come la cucina, i bagni e la lavanderia, e passando attraverso uno scambiatore di calore all'interno della VMC, cede parte del calore allo scambiatore. Successivamente quest'aria l'aria viene espulsa all'esterno.



Fonte: EXRG

**VMC con scambiatore di calore a flussi incrociati**

- l'aria fresca e pulita proveniente dall'esterno viene filtrata e riscaldata attraverso il passaggio nello scambiatore di calore, che trasferisce il calore precedentemente immagazzinato all'aria fresca, e viene poi immessa negli ambienti interni a una temperatura più alta rispetto a quella esterna.

Nei sistemi centralizzati, l'aria viziata viene espulsa tramite un condotto di estrazione e l'aria fresca viene fornita tramite un condotto di immissione separato. Con la presa d'aria esterna, le polveri fini e i pollini possono essere filtrati attraverso filtri appropriati.
Attraverso il recuperatore di calore si può recuperare fino al 90% del calore. Lo scambio è solo di calore: l'aria fresca non entra mai in contatto diretto con l'aria viziata.

La VMC centralizzata consiste di una macchina centrale, tubazioni per la distribuzione dell'aria, silenziatori (per prevenire la trasmissione del rumore prodotto dalla macchina tra gli ambienti), bocchette di distribuzione dell'aria, filtri, ecc.
Il dimensionamento dei componenti e delle portate di aria in ambiente richiede un'attenta progettazione, installazione e regolazione del sistema. Le unità di ventilazione canalizzata di solito hanno di solito più velocità. Per evitare ricambi d'aria troppo frequenti o non necessari, i sistemi moderni sono controllati da sensori di umidità e anidride carbonica.

### VMC DECENTRALIZZATA/NON CANALIZZATA

I sistemi decentralizzati sono meno efficienti, ma molto più semplici e convenienti (a seconda del numero di unità che servono) rispetto ai sistemi canalizzati, soprattutto perché non c'è bisogno di un sistema di condotti d'aria.
Sono installati direttamente nella parete esterna e le singole stanze possono essere gestite individualmente. I sistemi decentralizzati sono particolarmente adatti alle ristrutturazioni. Ci sono anche soluzioni in cui la funzione di ventilazione con recupero di calore è integrata nell'area della finestra (ad es. nel controtelaio dell'infisso o nel cassonetto dell'avvolgibile).

In generale, si possono distinguere due tipi di sistemi decentrali: unità con flusso d'aria continuo con aria fresca e di recupero separate e unità a flusso alternante.

Questi ultimi sono anche chiamati sistemi di "push-and-pull" perché trasportano alternativamente l'aria fresca verso l'interno o l'aria di scarico verso l'esterno attraverso lo stesso condotto di ventilazione. Mentre l'aria calda estratta fluisce verso l'esterno, "carica" un accumulatore di calore in ceramica; quando la VMC inverte la direzione del flusso, quest'ultimo rilascia il calore precedentemente assorbito all'aria fresca prima che questa fluisca all'interno della stanza. Questo ciclo avviene ogni 60-90 secondi. Per ottenere un'efficiente miscelazione dell'aria, di solito si installano diverse unità all'interno dell'appartamento e, se possibile, su pareti esterne opposte, che poi lavorano alternativamente ma insieme in una direzione ciascuna.

#### VANTAGGI

- Risparmio energetico grazie all'elevato rendimento dello scambiatore.
- Controllo della qualità dell'aria ($CO_2$, polveri, cattivi odori, ecc.).
- Controllo dell'umidità, sia in estate che in inverno, con conseguente minor rischio di formazione di muffa.
- Minor inquinamento acustico, grazie al fatto di non dover obbligatoriamente aprire le finestre per cambiare l'aria nei locali. Inoltre, le macchine di ultima generazione hanno un funzionamento silenzioso, che assicura un comfort acustico ottimale.

#### SVANTAGGI

- I costi d'acquisto e di installazione possono essere elevati, specialmente se si sceglie di installare un impianto centralizzato in una ristrutturazione edilizia, dove sarà necessario prevedere un controsoffitto per nascondere i componenti della distribuzione.
- Indispensabile la consulenza di un tecnico energetico prima dell'acquisto o dell'installazione: un impianto mal progettato può solo causare problemi e non rispondere ai requisiti attesi.

### LA VMC NON IMPEDISCE LA VENTILAZIONE NATURALE



Bisogna sfatare il mito secondo cui in presenza di un impianto di VMC non si possano aprire le finestre. La presenza di VMC consente all'inquilino di ricambiare adeguatamente l'aria e di avere un comfort maggiore, anche senza aprire le finestre e, nel caso di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, di eliminare le perdite di calore dovute, in inverno, all'ingresso di aria fredda per l'apertura delle finestre. Ciò però non significa che le finestre non possano essere aperte!

## MANUTENZIONE FILTRI



Per mantenere l'impianto efficiente è necessario pulire e sostituire periodicamente i filtri secondo le indicazioni della casa costruttrice. La maggior parte dei produttori consiglia la sostituzione e la pulizia ogni 6 mesi circa.

I filtri utilizzati più spesso in ambito residenziale si distinguono in filtri per polvere grossa (serie G) e filtri per polveri fini (serie F) come definito dalla norma EN774.

La più recente norma ISO 16890 distingue invece i filtri in:

- F7 e PM10 65% minimo;
- M7 e PM10 60% minimo.



Fonte: EXRG

**Filtro G4**



Fonte: EXRG

**Filtro F7**

Sul mercato esistono inoltre filtri elettrostatici a celle modulari in alluminio composti da due sezioni separate e distinte di cui una attiva (sezione di polarizzazione) solidale alla struttura portante ed una passiva con anodo indotto (sezione di raccolta) estraibile ai fini manutentivi. Questi filtri sono generalmente dotati di sensori per segnalare il corretto funzionamento del filtro. Questi filtri posso raggiungere efficienza fino a ePM1 95% secondo la norma UNI EN ISO 16890:2017 anche in presenza di particolato aerodisperso con diametro compreso tra 0,2 - 0,4 micron (definito MPPS - Most Penetrating Particle Size) attestandosi ai livelli di prestazione di un filtro semi-assoluto classe E10/E11.



Fonte: Sabiana

**Filtri elettrostatici**

**VMC integrata nel sistema finestra**

### VANTAGGI

- I tempi e i costi di installazione sono molto ridotti e in parte sono compresi in quelli necessari per la posa in opera del sistema finestra, in quanto il sistema necessita solo di un collegamento elettrico.
- I disagi in termini di polvere e rumorosità sono ridotti, soprattutto se il sistema viene installato in un edificio occupato.
- La ventilazione può essere controllata ambiente per ambiente, favorendo un buon risparmio energetico.
- Non avendo canalizzazioni tra una stanza e l'altra si evita il tipico problema del passaggio di rumori attraverso le tubazioni.
- Si posso impostare contemporaneamente funzioni diverse per specifiche esigenze ambientali, ad es.freecooling in soggiorno e funzione notturna in camera da letto.
- Le soluzioni sono compatte, esteticamente "pulite" facilmente integrabili con ogni tipo di arredo.

### SVANTAGGI

- L'installazione di un sistema integrato nel foro finestra è possibile solo se contemporaneo ad un intervento di installazione o sostituzione del serramento.
- Il punto di prelievo dell'aria è obbligatoriamente in prossimità della finestra.
- È necessario porre attenzione a qualsiasi ostruzione davanti alle bocchette: avvolgibili, scuri o frangisole in posizione di chiusura e tende interne.
- Negli interventi di risanamento, se non viene ampliato il foro finestra, ci sarà una riduzione della luce netta della finestra originaria. In alcuni casi questa soluzione non è praticabile in quanto non consentita dal Regolamento Edilizio o perché non si rispetterebbe più il rapporto aero-illuminante minimo.

Esistono in commercio macchine di ventilazione che possono inoltre avere funzioni integrative:

- la funzione "**notturna**", cioè la possibilità di funzionamento nelle ore notturne alla velocità più bassa per limitare al minimo la rumorosità;

- la funzione "**antigelo**" (defrostring), che consente di attivare una valvola antigelo quando l'umidità relativa dell'aria esterna è tale da provocare presenza di ghiaccio nel recuperatore;
- funzione "**turbo**", per una ventilazione massima immediata e temporanea, utile in caso di sovraffollamento dell'ambiente;
- funzione **" free cooling"** un sistema intelligente che permette di raffrescare gli ambienti sfruttando solamente la temperatura esterna;
- funzione **"portata variabile"** in funzione dell'umidità dell'ambiente




**VMC inserita nello strato di isolamento del cappotto**

Nell'ambito dei sistemi decentralizzati stanno avendo un crescente interesse di mercato le unità di ventilazione meccanica decentralizzate posizionate in corrispondenza dei serramenti e integrate in essi. Questi sistemi prevedono un sistema di VMC contenuto interamente all'interno di un componente del sistema finestra, sia esso il serramento stesso, il monoblocco, il sottobancale o il cassonetto, con il quale costituisce un corpo unico.

Si differenziano per il componente dove sono installati:

- **Sistemi integrati nel serramento**. La VMC è inserita completamente nel telaio e dopo il montaggio nella parete sono visibili solo le griglie per il flusso dell'aria.




**VMC inserita nel serramento**

- **Sistemi integrati nel monoblocco**. Esistono sul mercato dei particolari modelli di controtelai termoisolanti con incorporata un'unità di ventilazione meccanica controllata. A seconda delle marche e dei modelli la macchina può essere posizionata nelle spalle laterali, nel sottobancale o nel cassonetto. Esternamente sono visibili solo le bocchette interne ed esterne di mandata e di ripresa che sono collocate, a seconda dei casi, sulla parete accanto alla finestra, o su quella sotto o sopra la finestra oppure all'interno della mazzetta;




**VMC integrata nel monoblocco**

- **Sistemi integrati nel cassonetto**. Si tratta di soluzioni tipiche per gli interventi di ristrutturazione: in questi casi l'unità di ventilazione è contenuta all'interno di un apposito cassonetto da riqualificazione che viene posto in opera in sostituzione di quello esistente. Il cassonetto è composto essenzialmente da un materiale isolante ad alta densità e ha un rivestimento esterno che, a seconda dei modelli e delle marche, può essere grezzo, quindi verniciabile come il resto della parete, oppure disponibile in varie finiture e colori.



**VMC inserita nel cassonetto**

### COME UTILIZZARE LA VMC IN ESTATE

Quando si parla di VMC è bene ricordare che il suo scopo è quello di garantire una buona qualità dell'aria indoor e non quello di condizionare gli ambienti. Ciononostante, essa può essere di aiuto per abbassare di qualche grado la temperatura interna.

Nelle fresche sere d'estate potrebbe essere conveniente, quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a quella interna, "disattivare" il recupero termico. Le macchine più efficienti prevedono la possibilità di by-passare il recuperatore di calore per effettuare la funzione di "free cooling" (raffrescamento gratuito) durante la stagione estiva. Durante il giorno, invece, quando l'aria esterna è più calda di quella interna, può essere un utile accorgimento installare nella macchina di ventilazione un sensore di umidità e $CO_2$. La VMC sarà così in grado, attraverso la lettura dei tassi di umidità e $CO_2$ presenti negli ambienti, di regolare la quantità di aria immessa in funzione dei parametri di anidride carbonica e umidità prefissati. In tal modo sarà ottimizzata la quantità d'aria calda esterna, limitandola allo stretto necessario per avere una buona qualità dell'aria interna. Il passaggio dell'aria immessa attraverso il recuperatore di calore ne abbasserà di qualche grado la temperatura.

Se invece si dispone di un impianto di raffrescamento, la VMC è utile, anche in estate, per garantire il giusto ricambio dell'aria senza dissipare il fresco raggiunto. L'aria indoor, raffrescatasi nel passaggio attraverso lo scambiatore, cederà parte del fresco a quella in entrata più calda, che sarà anche filtrata dalle impurità prima di essere immessa in ambiente.

L'Agenzia CasaClima richiede per i propri protocolli che sia sempre installato il by-pass del recuperatore di calore (oppure tecnologie analoghe) ad eccezione della zona climatica F, caratterizzata da climi più freddi.

### FUNZIONAMENTO DELLA VMC



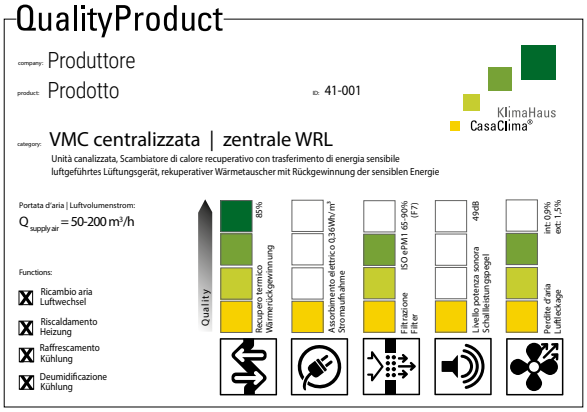
Un errore molto diffuso è quello di pensare che la VMC sia necessaria solo in presenza di persone nell'appartamento. È importante invece garantire un ricambio d'aria continuo, per mantenere costante il tasso di umidità ed evitare la formazione di muffa, anche quando la casa non è occupata. Meglio predisporre dispositivi per il controllo della concentrazione di $CO_2$ o di umidità per ottimizzare il funzionamento della macchina anche quando non si è in casa.

## ProdottoQualità CasaClima VMC

Il sigillo ProdottoQualità CasaClima VMC nasce con l'intento di informare il committente e il progettista sui prodotti di qualità presenti sul mercato. L'etichetta CasaClima prende in considerazione le cinque caratteristiche principali della macchina, le stesse richiamate anche nelle norme UNI EN 13141-7 e UNI EN 13141-8, ovvero:

- recupero termico ed igrometrico;
- consumo elettrico;
- filtrazione dell'aria;
- acustica;
- perdite d'aria.

A ogni indicatore è assegnato un livello di qualità, consentendo così la scelta della macchina più opportuna per ogni specifica esigenza. Le etichette sono diverse a seconda del tipo di macchina considerata, in modo da poter valutare adeguatamente le caratteristiche di ciascuna di esse. Gli apparecchi di ventilazione possono essere dotati di alcuni accessori che influenzano le loro prestazioni ed anche la gestione da parte dell'utente. Per questo tutti i prodotti con il sigillo ProdottoQualità CasaClima sono accompagnati da una scheda prodotto che elenca ulteriori caratteristiche rilevanti della macchina, come la modalità di regolazione, il controllo, la gestione e il bilanciamento della portata, la tipologia di regolazione e il controllo del by-pass, la strategia adottata per la protezione dal ghiaccio e il tipo di indicazione per il ricambio dei filtri.




**Fac-simile del sigillo ProdottoQualità CasaClima VMC**




**VMC inserita nel controsoffitto, a ridotto spessore**

| Criterio di Qualità | Simbolo | | Livello di Qualità | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Recupero di energia termica | | $\eta_{s,su}$ ($\eta_{p,su}$) | ≥ 60% | ≥ 67% | ≥ 74% | ≥ 80% |
| Recupero di energia igrometrica | | $\eta_{x,su}$ | ≥ 45% | ≥ 50% | ≥ 55% | ≥ 60% |
| Potenza assorbita specifica | | SPI | ≤ 0,50 W/m³/h | ≤ 0,40 W/m³/h | ≤ 0,30 W/m³/h | ≤ 0,20 W/m³/h |
| Livello di potenza sonora | | $L_{WA}$ | ≤ 52 dB(A) | ≤ 47 dB(A) | ≤ 43 dB(A) | ≤ 40 dB(A) |
| Perdite d'aria | | int./innen | ≤ 5% | ≤ 3,5% | ≤ 2% | ≤ 1% |
| | | est./außen | ≤ 5% | ≤ 3,5% | ≤ 2% | ≤ 1% |
| Filtrazione – classe dei filtri (EN 16890) (Filtri secondo EN779) | | Immissione Zuluft SUP | minimo $ePM_{10}$ 50% (~G4) | $ePM_1$ 50-65% $ePM_{2.5}$ 65-75% $ePM_{10}$ 80-90% (~F7) | $ePM_1$ 65-90% $ePM_{2.5}$ 75-95% $ePM_{10}$ ≥90% (~F8) | $ePM_1$ ≥80% $ePM_{2.5}$ ≥85% + $ePM_{10}$ ≥50% Coarse ≥90% (~F9) |
| | | Estrazione Abluft ODA | Not classified/ senza filtro | Coarse ≥60% (~G3) | Coarse ≥90% (~G4) | Coarse ≥90% (~G4) |

**Livelli prestazionali per le unità non canalizzate**

## PRODUTTORI VMC QUALITÀ CASACLIMA

| Produttore | Rivenditore | Denominazione commerciale | Tipo | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|---|---|
| Aldes | Aldes | InspirAir Home SC200 | centralizzata | 41-006 | ✓ |
| Fränkische Rohrwerke | Fränkische Ventilazione Italia | Profi-Air 250 flex | centralizzata | 41-015 | |
| Hoval | Hoval | HomeVent comfort FR 201<br>HomeVent comfort FR 251<br>HomeVent comfort FR 301<br>HomeVent comfort FRT 251<br>HomeVent comfort FRT 351<br>HomeVent comfort FRT 451 | centralizzata | 41-009<br>41-010<br>41-011<br>41-012<br>41-013<br>41-014 | ✓ |
| J. Pichler Gesellschaft m.b.H. | J. Pichler Gesellschaft m.b.H. | LG100 DE<br>LG150 A<br>LG150 AF<br>LG350 V<br>LG350 F<br>LG450 V<br>LG450 F | centralizzata | 41-029<br>41-023<br>41-024<br>41-025<br>41-026<br>41-027<br>41-028 | |

## PRODUTTORI VMC QUALITÀ CASACLIMA

| Produttore | Rivenditore | Denominazione commerciale | Tipo | Codice | Partner CasaClima |
|---|---|---|---|---|---|
| Nilan | EXRG | Comfort CT 150<br>Comfort CT 300 | centralizzata | 41-003<br>41-004 | ✓ |
| Sabiana | Sabiana | ENY-SPEL-180<br>ENY-SPEL-280<br>ENY-SPEL-370<br>ENY-SPEL-460<br>ENY-SHP-130<br>ENY-SHP-150<br>ENY-SHP-170 | centralizzata | 41-016<br>41-017<br>41-018<br>41-019<br>41-020<br>41-021<br>41-022 | ✓ |
| Viessmann | Viessmann | Vitoair FS (300E)<br>Vitovent 300-C H32S B150<br>Vitovent 300-F H32E B280<br>Vitovent 300-W H32S A225<br>Vitovent 300-W H32S C325<br>Vitovent 300-W H32S C400 | centralizzata | 41-030<br>41-032<br>41-033<br>41-034<br>41-035<br>41-036 | ✓ |
| Alpac | Alpac | Flow Plus 100 (HR, FULL)<br>Flow Compact (HR, FULL)<br>Flow Arias light, Flow Aliante<br>Flow Smart (HR, FULL) | decentralizzata | 42-003<br>42-004<br>42-006<br>42-016 | ✓ |
| Alpac | Helty | Flow 100, Flow 100 Pure<br>Flow 40 Pure-Easy-Plus-Elite | decentralizzata | 42-007<br>42-008 | ✓ |
| Blu Martin | Radmüller OHG | Free Air 100 | decentralizzata | 42-017 | |
| Finstral | Finstral | ActiveVent | decentralizzata | 42-012 | ✓ |
| J. Pichler Gesellschaft m.b.H. | J. Pichler Gesellschaft m.b.H. | LG 100 UP/AP | decentralizzata | 42-018 | |
| Meltem | Isodomus | M-WRG-S, M-WRG-K<br>M-WRG II P<br>M-WRG II E | decentralizzata | 42-009<br>42-010<br>42-011 | ✓ |
| Straudi | Posaclima | PosaClima PureAir | decentralizzata | 42-002 | ✓ |
| Zehnder | Zehnder | ComfoAir 70<br>ComfoSpot 50 | decentralizzata | 42-013<br>42-014 | ✓ |
| MyDatec -Telema | MyDatec -Telema | Smart RT 200 | termodinamica | 43-001 | ✓ |
| Nilan | EXRG | Compact P-VP 18<br>Combi 302 Top | termodinamica | 43-002<br>43-008 | ✓ |

# A better world needs better buildings

## Soluzioni invisibili per un benessere che si sente



Soluzioni **integrate** che
**semplificano** la progettazione
e la gestione del foro finestra

ALPAC
THINKIN, BUILDIN, LIVIN.

www.alpac.it

# Energy Smart

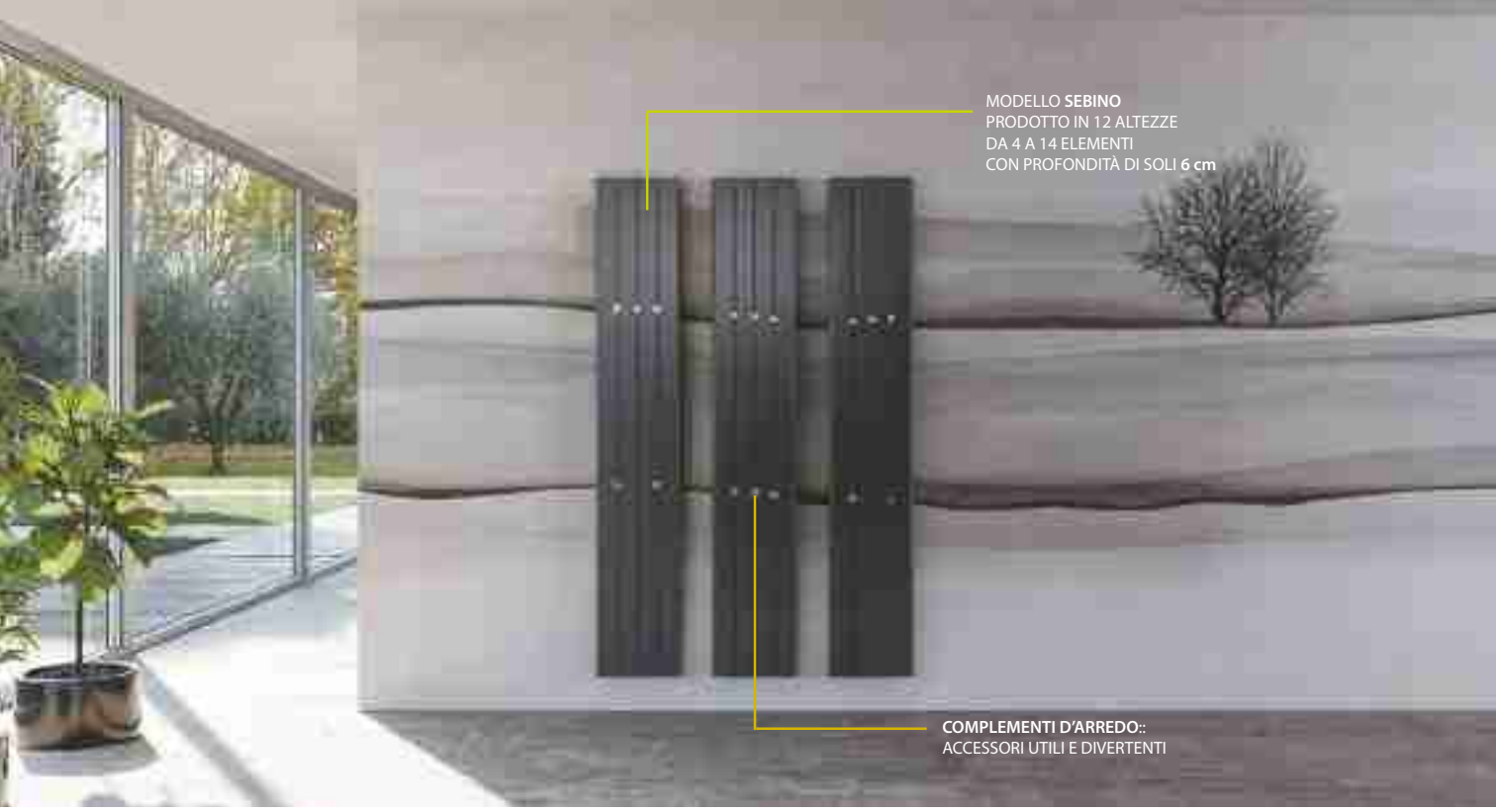
Il benessere delle persone
e l'efficienza energetica
degli edifici.



La qualità dell'aria è un elemento fondamentale nel determinare il nostro livello di comfort ambientale.
La soluzione ottimale è la Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) che, assicurando un costante ricambio d'aria, garantisce che quest'ultima sia sempre fresca e pura all'interno delle nostre abitazioni.

SABIANA
IL CLIMA AMICO

**www.sabiana.it**







50 1971•2021 ® GLOBAL RADIATORI

Partner KlimaHaus CasaClima®

LA MIGLIOR SOLUZIONE DI BENESSERE E RISPARMIO

# 13.6 IMPIANTI SOLARI

In un edificio a basso consumo energetico lo sfruttamento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili è molto importante in quanto consente di sfruttare il calore del terreno, la radiazione solare, la forza del vento, ecc.

Nell'edilizia residenziale grande rilievo assumono gli impianti che sfruttano la radiazione solare, che si distinguono in due categorie:

- gli **impianti solari termici** per la produzione di acqua calda sanitaria;
- gli **impianti solari fotovoltaici** per la produzione di energia elettrica.

**Pannello solare termico**



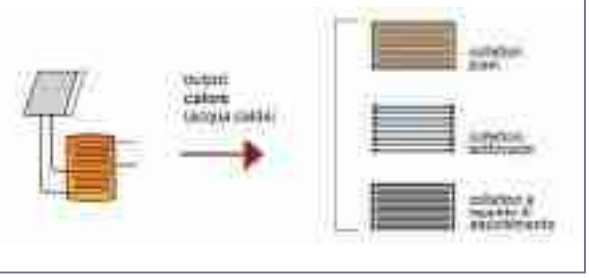

**Pannello solare fotovoltaico**




## Impianti solari termici

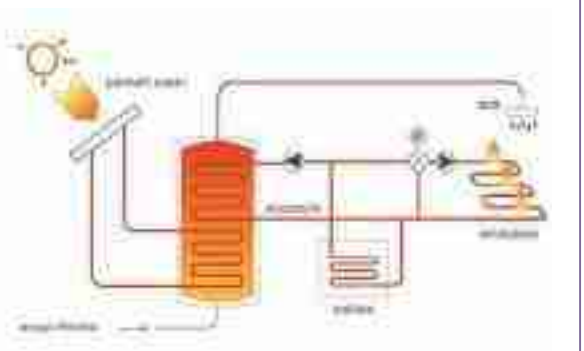
Gli impianti solari termici sfruttano l'energia gratuita fornita dal sole per produrre calore, e in particolare acqua calda, che può essere utilizzata per usi sanitari o come integrazione per l'impianto di riscaldamento.

**Schema di impianto solare termico**



I pannelli solari termici sfruttano la radiazione solare per riscaldare l'acqua contenuta al loro interno. L'acqua viene quindi immessa, attraverso una pompa di circolazione, nell'accumulo di acqua calda sanitaria (boiler) a cui cede calore tramite uno scambiatore.

**Schema di impianto con integrazione di solare termico**



### VANTAGGI

- Si sfrutta energia rinnovabile e gratuita.
- Si riducono i fabbisogni per la produzione di ACS.
- L'acqua calda prodotta può essere utilizzata anche a integrazione dell'impianto di riscaldamento.
- Si integrano facilmente in ogni configurazione di impianto.

### SVANTAGGI

- La produzione di ACS tramite panelli solari termici è legata alle condizioni meteo: in giornate poco soleggiate, la produzione di ACS tramite pannelli solari è notevolmente ridotta e deve essere integrata da altri sistemi.
- Il rendimento dell'impianto dipende dall'esposizione dei pannelli solari termici e dalla loro inclinazione.
- È necessario prevedere un accumulo per sfruttare l'acqua calda prodotta anche in orari diversi da quelli di massima produzione (ad es. per sfruttare di sera l'acqua calda prodotta nelle ore centrali della giornata).

I pannelli solari termici possono essere di diverso tipo e si distinguono in:

### COLLETTORI PIANI

Sono i più diffusi e sono costituiti da una superficie di assorbimento metallica sopra cui sono poste le tubazioni, protette da una superficie vetrata.

Sono caratterizzati da:

- buon rapporto costi-benefici;
- tecnica collaudata;
- bassi rendimenti a basse temperature.



**Collettori piani integrati in copertura**

## COLLETTORI SOTTOVUOTO

Sono costituiti da una serie di tubi in vetro sottovuoto nei quali è integrata la superficie di assorbimento della radiazione solare.

Sono caratterizzati da:

- tecnica collaudata;
- buoni rendimenti anche a basse temperature;
- maggior costo rispetto ai collettori piani.




**Collettori a tubi sottovuoto**

## COLLETTORI A TAPPETO DI ASSORBIMENTO

Sono caratterizzati da una superficie di assorbimento costituita da materiale plastico e non sono generalmente utilizzati in ambito di edilizia residenziale per gli scarsi rendimenti.

Sono caratterizzati da:

- costi ridotti;
- scarsi rendimenti a basse temperature;
- buona produzione di ACS in estate e per il riscaldamento delle piscine.



**Collettori a tappeto di assorbimento**




**Sistema a circolazione naturale senza l'ausilio di pompa di circolazione**

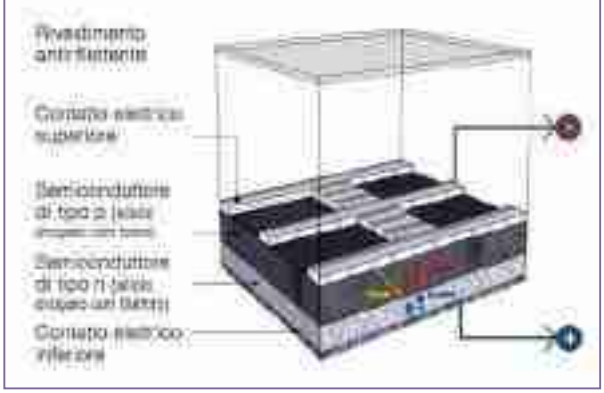
## Impianti solari fotovoltaici

Gli impianti solari fotovoltaici sfruttano l'energia gratuita fornita dal sole per produrre energia elettrica, che può essere utilizzata oltre che per gli usi quotidiani (alimentazione elettrodomestici, illuminazione, ecc.) anche per l'alimentazione di generatori elettrici per la climatizzazione (ad. es. pompe di calore) riducendo notevolmente i fabbisogni di un edificio.

Il funzionamento è relativamente semplice: i pannelli trasformano i fotoni provenienti dal sole in corrente continua, che per essere utilizzata nelle abitazioni ha bisogno di essere trasformata, attraverso un inverter, in corrente alternata.

I pannelli solari fotovoltaici sono costituiti da celle che, colpite dalla radiazione solare, sono in grado di trasformare l'energia solare in energia elettrica.

**Cella fotovoltaica**



Le celle sono realizzate con materiali semiconduttori che, per garantire buoni rendimenti, devono essere purissimi (ad es. silicio).
Quando si parla di rendimento di un pannello fotovoltaico si intende la percentuale di radiazione solare che il pannello riesce a convertire in energia elettrica in condizioni standard e varia in base alla tipologia di pannello. In generale le rese di un pannello fotovoltaico sono comprese in un range del 5-18%.
La potenza di un pannello fotovoltaico è invece indicata in kWp, ovvero kilowatt di picco, che indica la potenza massima erogata da un generatore in condizioni di prova standard.

Esistono sul mercato diversi tipi di moduli fotovoltaici per rispondere alle diverse necessità.

### PANNELLI IN SILICIO MONOCRISTALLINO

I moduli in silicio monocristallino si distinguono per un colore blu intenso, quasi nero. Sono generalmente più efficienti e hanno perciò bisogno di una superficie minore rispetto ai moduli policristallini e ai moduli a film sottile per produrre lo stesso quantitativo di energia. Sono generalmente più costosi delle altre tipologie di pannello, in quanto prodotti con materie prime molto pure.



**Silicio monocristallino**

### PANNELLI IN SILICIO POLICRISTALLINO

Sono ad oggi i più diffusi per il buon rapporto qualità-prezzo. I moduli policristallini hanno un'efficienza leggermente inferiore ai pannelli in silicio monocristallino, ma rappresentano comunque un buon compromesso tra costi, superficie occupata, rendimento produttivo ed efficienza. Come i pannelli in silicio monocristallino, anche i pannelli in silicio policristallino possono, se sottoposti ad adeguata manutenzione, produrre elettricità per almeno 25 anni con perdite fisiologiche di rendimento di circa l'1%.



**Silicio policristallino**

### I MODULI A FILM SOTTILE

I moduli a film sottile sono, tra tutti, quelli con efficienza minore, cioè un minore rapporto tra produzione e superficie. Hanno il vantaggio di essere economici e versatili. Le lastre di pochi millimetri di spessore hanno un buon livello di flessibilità, e sono perciò adatti a strutture architettoniche di diverse forme.

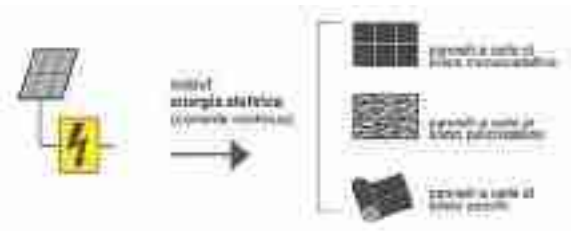
### MODULI PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI A CONCENTRAZIONE

Hanno la caratteristica di unire celle fotovoltaiche particolarmente efficienti a dispositivi ottici per concentrare la luce e inseguire il movimento del sole. Di solito sono utilizzati per impianti estesi e sono ad oggi poco adatti per il mercato residenziale.



**Copertura a tetto piano con pannelli in silicio monocristallino**

**Schema di impianto fotovoltaico**



L'elettricità prodotta da un impianto fotovoltaico può essere utilizzata in diversi modi:

- **l'autoconsumo** è in assoluto la strada più conveniente: l'energia prodotta è consumata direttamente dall'utente con un guadagno del 100% del costo del kWh;
- **lo scambio sul posto**: qualora non sia possibile auto consumare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, questa può essere ceduta in rete, ottenendo in cambio un contributo se si sottoscrive con il GSE (Gestore dei Servizi Energetici) la convenzione di scambio sul posto. Lo scambio sul posto però non è conveniente come l'autoconsumo, poiché si recupera solo la quota energia ed i servizi di rete (circa il 60% del costo del kWh);
- **l'accumulo**: l'energia prodotta viene convogliata in un sistema di batterie che consente di accumulare il surplus di energia prodotta dal sole e di sfruttarla durante tutto l'arco della giornata. Un sistema di accumulo è composto principalmente da due dispositivi: un pacco batterie e un inverter. La tecnologia oggi più affidabile per le batterie sembra essere quella elettrochimica a ioni di litio ferro-fosfato, con una maggiore durata e sicurezza.

L'inverter è un componente indispensabile per qualsiasi impianto fotovoltaico, perché consente di convertire la corrente prodotta dai moduli fotovoltaici da corrente continua ad alternata: ciò è indispensabile per utilizzare l'energia elettrica prodotta per le utenze domestiche.

### CONVIENE INSTALLARE UN SISTEMA DI ACCUMULO PER LA PROPRIA ABITAZIONE?

È possibile installare il sistema di accumulo contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico, scegliendo un sistema di accumulo ibrido, ovvero già dotato di inverter fotovoltaico, oppure installarlo successivamente in retrofit, ricordandosi però che l'inverter dovrà essere già predisposto per la gestione dei sistemi di accumulo. Attraverso l'analisi dell'energia prodotta, auto-consumata, ceduta alla rete o prelevata, dopo un anno di monitoraggio, si potrà scegliere un sistema di accumulo tarato esattamente sulle abitudini di vita dell'utente.



Fonte: Fronius

**Sistemi di accumulo**

**Schema di produzione, accumulo e utilizzo dell'energia elettrica**



Fonte: SolarWatt, Fronius

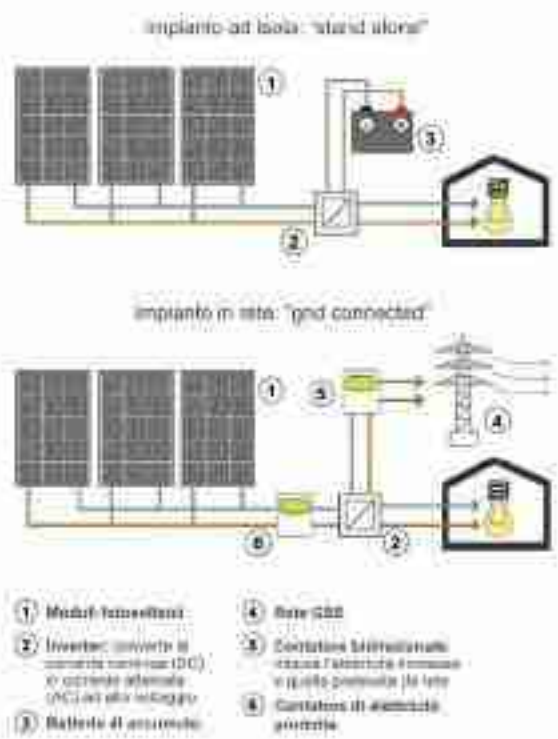
### IMPIANTI "STAND ALONE" E "GRID CONNECTED"

Un impianto fotovoltaico può essere di due tipi: "stand alone", conosciuto anche come impianto "ad isola" o "off grid", oppure "grid connected".

Un impianto fotovoltaico **stand alone** è un sistema che consente ai pannelli di non essere collegati con la rete elettrica nazionale, assicurando all'utente una completa indipendenza di energia elettrica. Indispensabile una batteria di accumulo per le ore notturne. Al momento gli impianti stand alone sono utilizzati solo nel caso di elevata difficoltà di allaccio alla rete elettrica nazionale, o nel caso in cui il costo di tale collegamento sia elevato, come ad esempio nel caso di una baita isolata in montagna.

Un impianto fotovoltaico **grid connected** funziona come un impianto stand alone. In questo caso però, una volta raggiunto il limite di energia accumulabile, la corrente prodotta viene immessa nella rete nazionale elettrica.

**Impianti fotovoltaici "stand alone" e "grid connected"**



La scelta della tipologia di impianto fotovoltaico va commisurata alle esigenze di consumo del committente, al fine di ottimizzare il più possibile il suo autoconsumo. La taglia dell'impianto, il fabbisogno dell'utente e la distribuzione dei consumi devono essere proporzionati per garantire un impianto su misura. Esistono degli strumenti di calcolo che aiutano installatore e committente a valutare la corretta potenza da installare.

## IL FOTOVOLTAICO CONVIENE?



La maggiore convenienza nell'installare un impianto fotovoltaico oggigiorno sta nella possibilità dell'autoconsumo, cioè di utilizzare il più possibile l'energia prodotta, ad esempio attraverso i sistemi di accumulo. Meno interessante economicamente è attuare lo scambio sul posto perché il costo dell'energia venduta è di molto inferiore di quella comprata dal gestore.

### PARAMETRI DA CONSIDERARE PER UN IMPIANTO "A MISURA DI UTENTE"

- **La bolletta elettrica**: essa rappresenta la reale fotografia dei consumi e delle abitudini dell'utente, è quindi dall'analisi della bolletta che deve partire la proposta per un impianto personalizzato. Per un impianto domestico, in grado di soddisfare il fabbisogno medio di una famiglia di 4 persone, servono almeno 3 kW di potenza di picco.
- **La latitudine**: un impianto fotovoltaico domestico al Nord Italia produce circa 1.150 KWh per kW installato, mentre al Sud Italia arriva a produrre circa 1.500 kWh all'anno.
- **L'altitudine**: incide sulla resa effettiva dei pannelli fotovoltaici. Ad esempio pannelli fotovotaici coperti da neve non possono funzionare correttamente e sono soggetti a maggiore rischio di danno se l'aggravio di peso è eccessivo.
- **Lo spazio a disposizione:** deve essere sufficiente per l'installazione dei componenti. Non tutti gli impianti sono uguali: in genere un impianto da 3 kW richiede 20/22 m², se si utilizzano pannelli con un rendimento medio, posizionati su un tetto a falde. Su superfici piane lo spazio da considerare è maggiore perché i pannelli devono essere distanziati per non farsi ombra reciprocamente.
- **L'orientamento dei pannelli:** per impianti disposti su superfici piane non è vincolato, anche se occorre fare attenzione alle ombre prodotte da camini, antenne, pali della luce, alberi o ad altri edifici. Per i tetti inclinati, tra i requisiti per l'installazione dei pannelli fotovoltaici rientra l'orientamento: quello verso Sud è da preferire e man mano che ci si allontana da questa esposizione la produzione annua decresce.
- **L'inclinazione dei pannelli:** deve essere compresa tra 0 e 45 gradi, l'ideale è di circa 30 gradi.

### MANUTENZIONE



È raccomandabile stipulare un contratto di manutenzione programmata che preveda almeno il monitoraggio dell'impianto fotovoltaico e un sopralluogo nei primi 2 anni, per garantire l'affidabilità e la massima resa nel tempo.



**Copertura a falde con integrati i pannelli fotovoltaici**

Inoltre, per un risparmio costante, è necessario gestire in maniera intelligente l'energia prodotta e l'energia consumata dalle varie utenze. L'applicazione della domotica al servizio di un impianto fotovoltaico permette di gestire i flussi di energia in modo da massimizzare l'autoconsumo nel momento stesso della produzione dell'impianto, utilizzando immediatamente l'energia prodotta riducendo i prelievi dalle reti.

#### VANTAGGI

- Si sfrutta energia rinnovabile e gratuita.
- Si riducono notevolmente i fabbisogni per la produzione di energia elettrica di uso quotidiano e per l'alimentazione di generatori elettrici per la climatizzazione (ad es. pompe di calore).
- Si integrano facilmente in ogni configurazione di impianto.

#### SVANTAGGI

- La produzione di elettricità tramite panelli solari fotovoltaici è legata alle condizioni meteo: in giornate poco soleggiate, la produzione potrebbe non essere sufficiente a coprire completamente i fabbisogni.
- Il rendimento dell'impianto dipende dall'esposizione dei pannelli fotovoltaici.

# 13.7 UN IMPIANTO ELETTRICO A NORMA

Fino agli anni '50 non esistevano leggi che regolavano le installazioni e i controlli sugli impianti elettrici. Essi erano formati perlopiù da trecce di soli due filamenti, mentre le prese, in ceramica, venivano fissate usando in modo inappropriato viti in ferro. La linea di messa a terra dell'impianto era cosa veramente rara.



Con la Legge 46/90 furono introdotte le prime norme per la sicurezza degli impianti. Quella legge fu successivamente rivista dal D.M. 37 del 22 Gennaio 2008, che attuò un riordino delle disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno degli edifici. Attraverso queste normative, già dal 1990, fu reso obbligatorio il rilascio, da parte dell'impresa installatrice, di una dichiarazione di conformità a garanzia della messa a norma dell'impianto e di adeguamento degli impianti già esistenti oggetto di intervento affinché fossero garantite alcune dotazioni minime di sicurezza.

### DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ



Nel caso di lavori di nuova costruzione o di lavori di ristrutturazione di edifici esistenti che interessano anche gli impianti, l'impresa esecutrice a fine lavori deve consegnare al proprietario la dichiarazione di conformità degli stessi.

## Livelli prestazionali secondo la CEI 64-8

Il principale riferimento normativo per gli edifici che operano in bassa tensione è la norma CEI 64-8 del giugno 2012. La norma prevede tre livelli di attuazione:

- **Livello 1 - standard minimo**: obbligatorio per la conformità dell'impianto, è tarato su un impianto elettrico basilare. Rispetta le norme di sicurezza e previene il rischio di incidenti domestici;
- **Livello 2 - standard intermedio**: regola l'installazione di dispositivi come sistemi di allarme, videocitofoni, video-sorveglianza, sistemi antintrusione e permette di ottimizzare l'uso di energia elettrica per ridurre i consumi;
- **Livello 3 - domotico**: è il livello più completo dal punto di vista dell'ottimizzazione dell'energia elettrica e prevede dotazioni impiantistiche ampie e innovative, con l'introduzione della domotica.

Le normative vigenti in materia di impianti elettrici per qualsiasi tipo di edificio prevedono che questi lavori vengano affidati a ditte qualificate, che siano in grado di realizzare sistemi elettrici certificati e quindi sicuri.

### POTENZA ELETTRICA

La norma CEI 64-8 prevede che nei nuovi impianti la potenza contrattuale impegnata fornita ai privati dai gestori, sia diversificata in base alla superficie della casa: in generale i 3 kW sono il valore minimo per abitazioni con superficie fino a 75 m² e 6 kW per quelle oltre i 75 m². Naturalmente l'utente non è obbligato ad impegnare questi valori, è solo necessaria la predisposizione.

Per definire correttamente la potenza di un moderno impianto elettrico si devono valutare diversi aspetti:

- la superficie calpestabile dell'abitazione;
- i carichi elettrici impiegati;
- le particolari richieste della committenza.



Benjaminnolte / Adobe Stock

Una chiara individuazione delle esigenze della committenza da parte del progettista elettrico è estremamente importante. La diffusione di tecnologie come il piano cottura ad induzione, per esempio, può richiedere l'aumento della potenza contrattuale a 4,5 kW, così come la volontà di predisporre nel proprio garage una presa per ricaricare un'auto o una bici elettrica comporta delle valutazioni aggiuntive.

## Componenti principali di un impianto elettrico

### CONTATORE

È lo strumento che consente l'ingresso dell'elettricità nell'abitazione e appartiene alla società elettrica a differenza del resto dell'impianto che appartiene al proprietario dell'immobile. Ha lo scopo di registrare i consumi effettuati in modo che il gestore possa definire l'importo di spesa da addebitare. Il contatore ha avuto negli anni un notevole sviluppo: da semplice contabilizzatore di consumi elettrici è diventato uno strumento in grado di dare molte informazioni all'utente come il numero di contratto, il consumo registrato, la potenza erogata, il funzionamento dell'impianto. Permette inoltre al gestore di eseguire operazioni da remoto, senza disturbare l'utente, come la lettura dei dati, fare nuovi allacci, cessazioni, subentri, ecc.

### QUADRO GENERALE

A valle del contatore il quadro generale distribuisce l'elettricità nelle varie stanze. Nel quadro elettrico di un appartamento medio ci sono generalmente: un interruttore generale, che consente di scollegare e ricollegare la corrente di casa in caso di necessità, gli interruttori magnetotermici, che servono a garantire la continuità di servizio alle linee dedicate all'illuminazione e agli elettrodomestici, almeno due interruttori differenziali, che permettono di mantenere separate le linee in modo da garantire la continuità di servizio qualora una di queste si dovesse guastare o debba essere staccata e, infine, un terzo interruttore differenziale, il cosiddetto "salvavita", che ha il compito di interrompere il flusso della corrente in caso di cortocircuito, sovraccarico o dispersioni di corrente.
Le più recenti norme di legge, in particolare la CEI 64-8 variante V3, stabiliscono che i quadri abbiano dimensioni maggiorate del 15%, rispetto al minimo necessario, per favorire l'installazione di moduli di riserva.

### LINEE ELETTRICHE

Consentono la distribuzione dell'elettricità ai vari ambienti e sono costituite da cavi elettrici, generalmente in rame, inseriti all'interno di guaine di gomma isolate e diversamente colorate, come stabilito dalla normativa CEI 64-100/2, in funzione del loro utilizzo. I cavi sono normalmente di colore nero e/o marrone per i conduttori di fase, blu per i conduttori neutri e giallo-striato-verde per il conduttore di terra. A loro volta i cavi, per distribuire l'e-

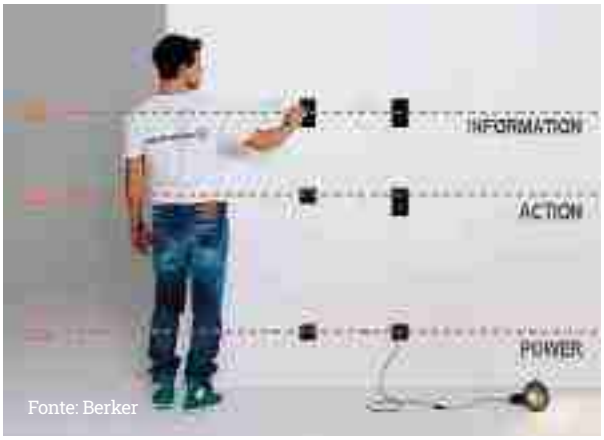



**Quadro generale**

lettricità in ogni punto della casa, devono essere inseriti, con modalità tale da poter essere eventualmente sfilati, all'interno di tubi plastici di tipo corrugato. I corrugati elettrici sono generalmente annegati nel massetto o inseriti in traccia nelle pareti. Il numero delle linee elettriche varia a seconda della grandezza dell'abitazione e della complessità dell'impianto. La norma CEI prevede che un impianto a norma per un appartamento di 76-125 m² debba avere almeno 4 linee che partono dal quadro elettrico (collegate ognuna ad un magnetotermico).

## MESSA A TERRA

In un impianto elettrico la messa a terra è considerata, insieme al salvavita, il sistema di protezione finalizzato a impedire folgorazioni accidentali e corto circuiti. La sua funzione è quella di far disperdere nel terreno eventuali




**Altezze di installazione**

## LA TENUTA ALL'ARIA DELLE PRESE ELETTRICHE



Infiltrazioni d'aria importanti si possono verificare attraverso i fori realizzati nelle pareti, in corrispondenza di interruttori e prese elettriche. Con il Blower Door Test si verificano i punti da cui derivano le infiltrazioni di aria, che compromettono sia il comfort termico che quello acustico.

Se possibile, evitare di posizionare prese in pareti esterne isolate dall'interno, altrimenti sarà necessario sigillare il punto di perdita con resine siliconiche o guarnizioni autoadesive. Per prevenire questo tipo di problematica è buona norma utilizzare fin da subito soluzioni come scatole portafrutti con guarnizioni integrate, membrane da applicare alla scatola elettrica, tappi da applicare ai tubi corrugati e coperchi stagni antivento per chiudere le scatole di derivazione.





**Dispositivi per la tenuta all'aria dei cavi**

sovracorrenti elettriche attraverso i cavi elettrici di colore giallo-verde collegati ad ogni presa elettrica e convergenti in un dispersore che non è altro che un palo di rame o di acciaio zincato inserito nel terreno in profondità.

## PUNTO LUCE

È il punto dove la corrente è utilizzabile. Una presa elettrica, un interruttore, una scatola di derivazione, una lampada sul soffitto, una presa della televisione o della rete sono tutti considerati punti luce.

## Fare il pieno di energia elettrica

A fronte delle crescenti preoccupazioni per le emissioni globali di gas serra e di particolato causate dalla mobilità urbana, negli ultimi anni la proposta dei veicoli elettrici sembra rappresentare uno sviluppo promettente per la riduzione del surriscaldamento globale e dei livelli di inquinamento ambientale.

Vanno in questa direzione le direttive comunitarie, successivamente recepite dagli Stati membri, per incentivare la mobilità elettrica e ibrida e premiare quelle auto di nuova immatricolazione che emettono meno $CO_2$ e che riceveranno per il 2019, in relazione alla fascia di appartenenza, un incentivo statale. Anche se il cammino verso una mobilità sostenibile è ancora lungo, è importante che il dibattito su questi temi e sulla necessità di informazione sui diversi aspetti di una mobilità meno impattante si sia finalmente aperto.
L'interesse verso i veicoli elettrici è crescente, ma la domanda è se le auto elettriche offrano un vantaggio ecologico reale rispetto ai veicoli con motore a combustione interna per tutto il loro ciclo di vita.
Difficile dare una risposta univoca poiché sono molti i fattori in gioco, quali la modalità di produzione dell'elettricità, la modalità del suo utilizzo, il clima del luogo di utilizzo, il reperimento dei materiali necessari alla produzione della componentistica, in particolare della batteria, il loro smaltimento a fine vita e, infine, la durata e il chilometraggio attesi.

Uno dei punti più controversi riguarda proprio la scelta del parametro premiante (l'emissione di $CO_2$) che lascia però insoluto il problema dell'emissione del particolato e delle polveri sottili (PM10) che creano lo smog, e a cui contribuiscono fortemente l'usura dei pneumatici e dei freni. Considerando infatti che un'automobile diesel, riconosciuta come poco virtuosa per le emissioni di particolato, è al contempo virtuosa rispetto alle emissioni di $CO_2$, appare chiaro che il problema non è di immediata soluzione. Se si considerano poi gli impatti ambientali calcolati sull'intero ciclo di vita delle batterie che alimentano le auto elettriche, si capisce quanto sia importante informarsi su questi temi per riuscire a fare delle scelte consapevoli.
Alcuni studi pongono l'accento sul fatto che utilizzando veicoli elettrici le emissioni degli inquinanti sono semplicemente spostate geograficamente: dai luoghi in cui le auto circolano (molto spesso le aree urbane) a quelli in cui sono localizzate le centrali per la produzione dell'energia elettrica. Luoghi questi ultimi probabilmente meno densamente abitati, ma nei quali sono comunque immesse nell'atmosfera ingenti quantità di gas climalteranti, soprattutto se l'energia elettrica è prodotta con il carbone, come avviene attualmente in molti paesi industrializzati.

Le elevate emissioni di $CO_2$, legate alla produzione delle batterie elettriche e al reperimento della corrente necessaria al loro funzionamento, sono le grandi criticità delle auto elettriche. Più aumentano le dimensioni della batteria e il consumo, più peggiora il bilancio di $CO_2$ risparmiata rispetto a un veicolo tradizionale. La zavorra iniziale di un'auto elettrica è superiore e solo dopo 50.000 – 100.000 km circa (in relazione al modello sia dell'auto elettrica che di quella tradizionale) si arriva a un punto di pareggio, poi il bilancio complessivo volge a favore dell'auto elettrica. Se è positivo o negativo dipende dalla capacità della bat-



Foto: Fotolia / Simon Kraus

teria. Con un mix energetico come quello italiano (36% di rinnovabili – fonte GSE; Alto Adige 49,32% - fonte Alperia) l'auto elettrica vince, in termini di minore impatto complessivo, su quelle a combustione solo se si prendono in considerazioni utilitarie di classe medio-bassa a parità di km percorsi.


Foto: Shutterstock

Non sarà di certo un processo immediato quello che porterà le auto elettriche sulle nostre strade. Oltre alla necessità di una rete infrastrutturale di ricarica equivalente alle stazioni di servizio per le auto a benzina, sarà indispensabile riuscire a produrre l'energia elettrica con fonti rinnovabili e a migliorare la produzione, il rendimento e il riuso delle batterie.

### "EFFETTO RIMBALZO"



A lungo termine anche l'atteggiamento degli utenti dovrebbe cambiare, ad esempio tenendo presente che le auto di lusso con motori potenti che richiedono grandi sistemi di accumulo sono difficilmente sostenibili. In particolare, per non incorrere nell'effetto "rimbalzo", il numero di chilometri percorsi non dovrebbe aumentare solo perché con il cambiamento di tipo di mobilità i costi energetici sembrano ridursi e l'impatto ambientale diminuire!

## Rifornirsi a casa

Dal primo gennaio 2018, secondo il D.Lgs. 257/2016, i Comuni hanno dovuto adeguare il proprio regolamento edilizio inserendo l'obbligo, in caso di richiesta di nuovo titolo abilitativo, della predisposizione all'allaccio di punti di ricarica per veicoli elettrici.
Il Decreto, in attuazione alla Direttiva europea relativa alla realizzazione di infrastrutture dedicate ai combustibili alternativi, definisce quelli che sono i requisiti minimi per la costruzione di infrastrutture per i combustibili alternativi e, in particolare, per l'installazione di colonnine di ricarica nelle città metropolitane, nelle aree urbane e sulla rete stradale.

Nello specifico per gli edifici tale obbligo riguarda:

- le nuove costruzioni ad uso diverso da quello residenziale con superficie utile superiore a 500 m² e gli edifici esistenti interessati da interventi di ristrutturazione importante di primo livello (interventi che interessano più del 50% della superficie disperdente esterna e il contestuale rifacimento dell'impianto termico invernale e/o estivo);
- gli edifici residenziali di nuova costruzione con almeno 10 unità abitative e gli edifici esistenti interessati da interventi di ristrutturazione importante di primo livello.

Dovrà pertanto essere consentita la connessione per almeno una vettura in ciascuno spazio destinato a parcheggio coperto o scoperto e per ciascun box per auto, siano essi pertinenziali o meno; mentre per gli edifici residenziali di nuova costruzione la predisposizione non deve essere inferiore al 20% dei posti auto totali.



# 13.8 HOME, SMART HOME

Il termine "domotica" identifica la disciplina delle tecnologie che automatizzano processi e funzioni all'interno della casa.
In ambito internazionale, quella che in Italia chiamiamo domotica, viene definita Home Automation, derivata nel tempo dalla Building Automation, cioè l'automazione legata a edifici industriali, commerciali, hotel, ospedali, locali di ristorazione, ecc.

In generale, qualsiasi impianto domotico è costituito da tre elementi che sono comando, attuatori e mezzo trasmissivo:

- il **comando** è il componente che invia il messaggio, come il pulsante che comanda l'accensione di una lampadina;
- **l'attuatore** è il dispositivo che riceve il comando e lo esegue, come l'accensione di una luce;
- il **mezzo trasmissivo** è una piattaforma fisica dove possono circolare le informazioni e che consente la comunicazione tra comandi ed attuatori. Ad oggi esistono tre possibili mezzi trasmissivi:
  - un cavo dedicato, che mette in comunicazione le componenti domotiche tra loro (cavo BUS);
  - le onde radio;
  - il cavo di alimentazione elettrica.

Il mezzo più diffuso è il cavo dedicato alla trasmissione dati BUS. I dati sono trasmessi in formato digitale, secondo uno specifico protocollo di comunicazione.

Il meccanismo che sta alla base della domotica è:
**comando > mezzo trasmissivo > attuatore.**

Esistono attuatori che svolgono funzioni più complesse della semplice accensione di una lampadina, così come esistono comandi più evoluti di un semplice pulsante, si pensi ad esempio al touch-screen, ma lo schema di funzionamento è sempre lo stesso. Il funzionamento dell'impianto nella sua interezza può essere reso più complesso dall'uso di moduli logici o memorie, che non si limitano a trasmettere dei comandi, ma elaborano le informazioni presenti sull'impianto.



Fonte: Berker

**Attuatore**

## La lingua di comunicazione: il protocollo KNX

Il "dialogo" tra gli elementi del sistema domotico è permesso da un linguaggio di comunicazione digitale, detto protocollo di comunicazione. Il più diffuso e conosciuto è lo standard EIB/KNX, approvato come standard europeo EN 50090 nel dicembre del 2003 e successivamente, nel novembre del 2006, come standard mondiale ISO/IEC 14543-3. Oggi il protocollo EIB/KNX è utilizzato da oltre 100 aziende in Europa per sviluppare e commercializzare complessivamente più di 10.000 diversi prodotti. Il vantaggio risiede nella possibilità di interfacciarsi con una vasta quantità di dispositivi di tipo diverso.
Per continuare con l'esempio della lampadina: si preme il pulsante sul nostro dispositivo (comando); da lì, attraverso il cavo bus, il messaggio arriva al ricevitore (attuatore) in corrispondenza della nostra lampada che, riconosciuto il linguaggio di comunicazione, accetta il comando in ingresso e alimenta il carico, cioè accende la luce.

## Perché una casa domotica



Fonte: Berker

Se in un impianto elettrico tradizionale, per ogni tipo di funzione, esistono componenti e sistemi completamente indipendenti tra loro (luci, tapparelle, termostato, ecc.), nell'impianto domotico ogni singolo dispositivo è interconnesso con gli altri. Ciò si traduce in una semplificazione della gestione, del cablaggio, della manutenzione e dell'aggiornamento del sistema.

**GESTIONE**

Tutti gli impianti possono essere gestiti, per ogni loro applicazione da un unico punto di comando, che di solito è un pannello touch-screen installato a parete nell'ambiente domestico oppure tramite un'applicazione via smartphone, tablet o pc.

**CABLAGGIO**

Esiste una separazione fisica tra le linee di potenza e quelle di comando. I vantaggi che ne derivano sono: semplicità

dell'installazione e dei collegamenti, maggiore sicurezza e notevole riduzione della quantità di cavi impiegati.

**MANUTENZIONE**

Costituisce uno dei punti di forza degli impianti domotici, in quanto la percentuale dei guasti è piuttosto bassa e la maggior parte di essi può essere gestita a distanza dal tecnico manutentore.

**AGGIORNAMENTO**

Aggiornare il sistema significa, principalmente, poter variare la funzione che svolge ogni componente del sistema sfruttando le potenzialità del protocollo di comunicazione. Ogni dispositivo viene, infatti, identificato con un nome (tecnicamente un indirizzo) e ognuno di essi sa cosa deve fare, in che momento, ma soprattutto con quali altri dispositivi deve farlo. Così, senza dover intervenire fisicamente sui componenti, da remoto si può, ad esempio, modificare in ogni momento la funzione di un interruttore o le azioni di un sensore semplicemente riprogrammando gli indirizzi a cui impartire i comandi.

Un grande vantaggio dell'utilizzo di un sistema domotico risiede nella sua scalabilità, cioè nel fatto che si possa partire con una configurazione limitata in termini di componenti e funzioni, che possono essere facilmente ampliate e adattate secondo le nuove esigenze, in poco tempo e con investimenti finanziari contenuti.

## Principali applicazioni

Le principali applicazioni della domotica riguardano:

- regolazione del comfort della casa, attraverso la regolazione del ricambio d'aria, della termoregolazione e del riscaldamento, della climatizzazione estiva, dell'illuminazione sia artificiale che naturale attraverso l'automazione dei sistemi di schermatura solare dei serramenti, della diffusione sonora, dell'irrigazione del giardino, ecc.;
- controllo degli impianti domestici per gestire anche a distanza il loro funzionamento, come la lavatrice o la lavastoviglie, anche attraverso il controllo dei carichi;
- sicurezza ambientale per la possibilità di segnalare attraverso la presenza di sensori eventuali fughe di gas e attivare la chiusura dell'elettrovalvola sul contatore, eventuali perdite d'acqua o l'inizio d'incendio attraverso la presenza di sensori di fumo o di temperatura, ecc.;
- sicurezza e videosorveglianza per segnalare intrusi attraverso rivelatori di presenza, ma anche la possibilità di rimanere in casa da soli in sicurezza con la possibilità di chiedere con facilità aiuto in un momento di bisogno;
- comunicazione video e audio integrata per poter comunicare con l'esterno dell'abitazione o effettuare chiamate intercomunicanti da una stanza all'altra.





Fonte: Berker

**Rilevatore di presenza e sistemi audio**

### IMPOSTAZIONE "SCENARI"

In un impianto domotico si possono collegare in maniera più articolata le diverse funzioni in modo da selezionare dei veri e propri scenari.

Scegliendo ad esempio lo scenario "**uscita di casa**" si attivano le funzioni di:

- chiusura sistemi oscuranti;
- spegnimento luci interne;
- accensione luci esterne;
- attivazione antifurto;
- attivazione telecamere di sorveglianza;
- riduzione della temperatura ambiente.

Scegliendo uno scenario "**relax**" si potranno invece attivare:

- accensione riscaldamento fino al raggiungimento della temperatura di set-point;
- regolazione luminosità delle luci;
- avvio sottofondo musicale;
- regolazione sistemi oscuranti.

## Domotica per il risparmio energetico



Foto: Berker

La domotica si occupa anche della gestione degli impianti di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione meccanica controllata, produzione di acqua calda sanitaria e illuminazione ed è in grado di creare automazioni integrate in modo da massimizzare il risparmio energetico.
Si possono ridurre notevolmente i consumi regolando, ad esempio, la temperatura in funzione dei profili di utilizzo di ogni singolo ambiente oppure disattivando riscaldamento o raffrescamento in caso di aperture di porte o finestre. La qualità dell'aria può essere ottimizzata attraverso i sensori di $CO_2$ o di umidità interna.

### AD OGNUNO LA SUA CASA

La domotica è sempre più utilizzata per ottimizzare l'assistenza a disabili e anziani. Le potenzialità della domotica assistenziale emergono con particolare evidenza nel caso delle persone con ridotta autonomia fisica. In questi casi le nuove tecnologie appaiono in grado di incrementare significativamente le possibilità di vita indipendente e il livello di sicurezza nell'ambiente domestico, oltre a rappresentare un ulteriore passo verso l'abbattimento delle barriere architettoniche. Azionare le tapparelle delle finestre, accendere le luci, il riscaldamento o l'impianto di condizionamento semplicemente utilizzando un telecomando oppure installare all'interno della casa dei sensori che monitorano i parametri fisiologici, individuano eventuali cadute o segnalano la porta d'accesso aperta, possono essere indispensabili per chi ricerca la possibilità di vivere in casa propria in modo autonomo e sicuro.

Sono state sviluppate, inoltre, funzioni intelligenti di autoapprendimento per i termostati fino a renderli dei veri e propri minicomputer.
Il vantaggio è quello di poter regolare l'emissione di calore, e quindi le temperature, in base ai comportamenti degli utenti, relazionando i dati storici immagazzinati in memoria. Altrettanto utili in tal senso sono il monitoraggio e la visualizzazione dei consumi in tempo reale, con una suddivisione per dispositivi e apparecchiature in grado di individuare i più energivori.

Nello stesso tempo si può regolare il funzionamento dei sistemi di condizionamento di natura elettrica, come le pompe di calore e altri utilizzatori, in base alle tariffe orarie più convenienti del fornitore di energia, sempre in relazione al fabbisogno degli utenti.

#### VERSO EDIFICI "NEARLY ZERO PROBLEM"

Perché queste tecnologie diventino quotidianità, oltre al problema dei costi, è necessario che si vada verso un loro uso sempre più semplice e intuitivo, come attraverso uno smartphone.
L'introduzione di tecnologie troppo spinte tende anche a introdurre ulteriori complessità nella gestione della casa, compresa la loro manutenzione. Se dunque è necessario incentivare l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni climalteranti anche attraverso la costruzione di "nearly Zero Energy Building" (edifici a energia quasi zero) intelligenti, è altresì importante che essi siano anche edifici robusti, capaci di adattarsi alle diverse esigenze, semplici nella gestione, diventando costruzioni il più possibile "nearly Zero Problem".
Negli ultimi decenni il progresso tecnologico ha permesso di costruire case sempre più funzionali e confortevoli. Allo stesso tempo però i nostri edifici con le loro componenti passive (stratigrafie, nodi costruttivi, ecc.) e attive (impianti e domotica) sono diventati sempre più complessi. Questa complessità tende a introdurre una maggiore necessità di manutenzione, che se non gestita correttamente in tutte le diverse fasi, aumenta la probabilità di errori.
Gli impianti (termici ed elettrici), quelli ritenuti necessari, vanno progettati evitando di sovradimensionare l'impianto, preferendo l'impiego di vettori energetici locali (sole, legno, energia idroelettrica, ecc.) o le reti energetiche esistenti (gas, elettricità, teleriscaldamento).


Foto: Freepik / rawpixel.com

## Sistemi di aspirazione centralizzati

L'importanza della qualità dell'aria negli spazi abitativi non deve essere sottovalutata. Poiché trascorriamo gran parte del nostro tempo in ambienti chiusi, dovremmo porre particolare attenzione a far sì che gli spazi in cui viviamo siano privi di inquinanti atmosferici.

A tal fine, occorre prendere in considerazione tre misure:

- evitare i materiali e i prodotti che emettono inquinanti atmosferici;
- eliminare gli inquinanti alla fonte con sistemi di scarico adeguati;
- "diluire" gli inquinanti atmosferici immettendo aria esterna attraverso la ventilazione.

In quest'ottica, un sistema di aspirazione centralizzata delle polveri può avere effetti positivi per la qualità dell'aria interna, perché a differenza dei classici aspirapolvere a traino, le particelle di polvere non trattenute non vengono più fatte girare per l'ambiente, ma trasportate all'esterno attraverso dei condotti già predisposti sottotraccia, lasciando l'ambiente salubre e respirabile. Infatti, oltre all' ottima potenza di aspirazione in fase di utilizzo, non è necessario trasportare l'aspirapolvere su pavimenti o scale, ma utilizzare solo un tubo flessibile idoneo al raggio d'azione da soddisfare.
L'aria aspirata non è reimmessa nell'ambiente, ma è condotta all'esterno attraverso la rete tubiera, eliminando così in modo efficace anche le particelle più piccole di polvere, senza creare problemi di odori. L'inquinamento acustico è inoltre minore di quando si utilizza l'aspirapolvere tradizionale, poiché la centrale aspirante è generalmente installata in locali tecnici, esterni all'unità abitativa.
Non ci sono controindicazioni nell'installare i sistemi di aspirapolvere centralizzati in edifici altamente efficienti ed ermetici come una CasaClima. L'ermeticità dei locali stessi è garantita dall'utilizzo di contro prese e prese di aspirazione di alta qualità e dai condotti di scarico, che, come tutti gli altri condotti, devono essere a tenuta all'aria così da ridurre il rischio di ponti termici.


Foto: Disan

# 13.9 LARGO ALLA BANDA LARGA

Se si parla di domotica per la sicurezza, per l'efficienza energetica e per il comfort delle abitazioni, si deve parlare anche di trasmissione veloce dei dati.
Navigare su internet è impossibile senza una connessione che ci permetta di inviare e scaricare dati ad elevata velocità e in maniera sicura. Un internet veloce non solo è indispensabile per il lavoro e le imprese, ma assume sempre più rilievo in molti ambiti della vita quotidiana: dai pagamenti, all'online banking, alla gestione del tempo libero, al settore della formazione, fino alla possibilità di avere supporti medici a distanza.
Le due tecnologie di trasmissione dati più comuni sono l'ADSL e la fibra ottica. La differenza sostanziale fra le due è la diversa velocità di trasmissione dei dati che riescono a fornire.
La prima è una tecnologia che utilizza per la connessione internet le linee telefoniche tradizionali. Il vantaggio di questo sistema è che non sono necessarie nuove infrastrutture di telecomunicazione, a fronte però di una velocità di trasmissione dati più lenta.


Foto: Fotolia/Pink Badger

La fibra ottica, che si definisce solitamente come tecnologia di trasmissione dati a banda larga/ultra larga, utilizza per la trasmissione piccoli cavi in fibra vetrosa attraverso cui possono propagarsi dei segnali ottici.
Per le loro caratteristiche le fibre ottiche sono molto vantaggiose perché permettono un'ampia capacità di banda, per cui la trasmissione dei dati avviene con un'alta velocità di trasmissione e può coprire grandi distanze; non subiscono interferenze da disturbi elettromagnetici, radiofrequenze o condizioni climatiche e forniscono una sicurezza maggiore per quanto riguarda le intercettazioni.
Progressivamente le fibre ottiche stanno sostituendo i tradizionali cavi telefonici in rame in tutto il mondo, circa 80% delle informazioni internet, le immagini video come pure le conversazioni telefoniche viaggiano in questo modo.

## Normativa per i condomini

Già dal 1° luglio 2015 le nuove costruzioni e quelle ristrutturate in modo sostanziale sono obbligate a dotarsi di sistemi di cablatura in fibra ottica e a predisporre un punto di accesso per la banda larga fino alle abitazioni, in attuazione della direttiva 2014/61/UE del Parlamento Europeo.
La disposizione si inserisce all'interno delle azioni del Piano Nazionale per la Banda ultra-larga, che ha l'obiettivo di garantire a tutti i cittadini, entro il 2020, connessioni ad almeno 30 Mb e all'85% di essi connessioni ad almeno 100 Mb.

Per i Comuni, e pertanto per gli uffici tecnici, dal 2015 esiste l'obbligo di controllare l'esistenza, tra gli allegati alla domanda di progetto edilizio, dell'impianto multiservizio e della sua rispondenza ai requisiti di legge.

**LINEE GUIDA INSTALLAZIONE FIBRA OTTICA**

L'Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima, su invito dell'Amministrazione Provinciale di Bolzano, ha elaborato delle linee guida per dare uno strumento operativo a progettisti, operatori edili ed installatori e favorire l'installazione della fibra ottica negli edifici. Lo scopo è di predisporre le infrastrutture necessarie per il cablaggio in fibra ottica, sia per gli edifici esistenti che per quelli di nuova costruzione.

# 13.10 L'IMPIANTO IDRICO NELLE ABITAZIONI

Durante l'ultimo secolo, l'aumento dell'impermeabilizzazione del suolo dovuta alla crescente urbanizzazione ha influenzato negativamente il ciclo naturale dell'acqua, alterando l'equilibrio fra precipitazione, evaporazione, alimentazione della falda acquifera e deflusso superficiale. Questi fenomeni, da una parte, provocano un impoverimento della falda acquifera, dall'altra, sono la causa di esondazioni.

## Il nostro consumo di acqua

L'Italia è uno dei paesi europei a maggior consumo idrico. L'European Environment Agency (Agenzia Europea dell'Ambiente) ha stimato che il consumo medio per abitante nel nostro Paese è pari a 236 litri al giorno: con questo numero, l'Italia si conferma al primo posto in Europa per consumo d'acqua pro-capite.


Foto: Freepik / Master1305

Di questo prelievo giornaliero solo il 47% è effettivamente utilizzato, mentre il resto viene disperso nella rete idrica. Oltre alla necessità di interventi su scala urbana e di adeguate politiche territoriali, è fondamentale una migliore gestione dell'acqua nelle abitazioni e nei luoghi in cui svolgiamo ogni nostra attività.

**La salvaguardia di questo bene parte, innanzitutto, dall'installare e mantenere un impianto idraulico efficiente.**


Franz Peter Rudolf / Fotolia

| Consumo effettivo d'acqua per abitante al giorno | | |
|---|---|---|
| 149 litri | 32% | 48 litri per il bagno e l'igiene personale |
| | 30% | 45 litri per il WC (6-8 scarichi al giorno) |
| | 12% | 18 litri per la lavatrice |
| | 15% | 22 litri per la cucina e lavastoviglie |
| | 11% | 16 litri per la pulizia della casa, irrigazione e usi esterni |

**Dati dell'Arpae - Emilia- Romagna, sul consumo acqua potabile al giorno riferiti alla città di Bologna, al netto delle dispersioni idriche.**

## La rete idrica

L'impianto idrico di un edificio riceve l'acqua dalla rete idrica dell'acquedotto (ente gestore) e la distribuisce a tutte le utenze. Che sia centralizzato o autonomo, l'impianto deve essere dotato di alcuni strumenti fondamentali.

### IL CONTATORE

È il primo elemento della rete idrica e fornisce una serie di indicatori utili, informazioni sul funzionamento dell'impianto e sui consumi. Per il consumo basta leggere il valore numerico progressivo, espresso in metri cubi, mentre per sapere se l'impianto funziona e l'acqua scorre, basta osservare se la rotella posta al centro del contatore si muove.


Foto: Fotolia / Lagom

**Contatore**

È normalmente posto all'ingresso della fornitura dell'alloggio e serve a interrompere l'erogazione dell'acqua in caso di perdite o di manutenzione. Oggi si tende a dotare ogni ambiente di un proprio rubinetto generale, in modo da sezionare l'impianto così che, in caso di guasto, si possa chiudere l'acqua solo in quell'ambiente lasciando serviti tutti gli altri.

### AUTOCLAVE

L'acqua potabile viene consegnata all'utente solitamente con la sola pressione di rete, in genere di alcuni bar (un bar corrisponde a 1 kg/cm² ed equivale alla pressione esercitata da una colonna d'acqua alta poco più di 10 m). Ciò consente al liquido di raggiungere un'altezza di alcune decine di metri, in funzione del punto di consegna e delle perdite di carico nelle tubazioni.
Se non si ha una pressione sufficiente per servire tutti i livelli, si utilizza un impianto in grado di incrementare la pressione dell'acqua: l'autoclave. Abbinata a un'elettropompa di soprelevazione, essa ha il compito di spingere l'acqua fino all'ultimo piano dell'edificio.

### TUBAZIONI

L'acqua, spinta dall'elettropompa, sale attraverso la colonna montante verticale, una lunga tubazione inserita all'interno dei muri. Ad ogni piano, alla colonna sono collegate le tubazioni orizzontali, che portano l'acqua ad ogni elemento idrico dell'appartamento (wc, doccia lavabo, lavastoviglie, lavatrice, scaldabagno, caldaia, ecc.).

### SIFONE

L'acqua utilizzata viene eliminata attraverso altre tubazioni realizzate in materiale plastico, molto resistenti alle azioni degli agenti corrosivi. Prima di finire nelle tubazioni, le acque attraversano un tubo chiamato sifone. La sua forma a U o a T ha lo scopo di far restare all'interno sempre una parte di acqua pulita in modo da non far risalire l'aria maleodorante della fognatura.


Foto: Freepik / rwapixel.com

## Focus: rischio legionella

L'acqua che utilizziamo ogni giorno contiene per natura numerosi microrganismi e batteri innocui per l'uomo. Tuttavia, se un impianto non viene manutenuto in modo adeguato, è malfunzionante o caratterizzato da temperature inadatte si può verificare un aumento della concentrazione di batteri nell'acqua e di conseguenza un aumento dei


Foto: Fotolia / Bludesign

**Miscelatore termostatico**



Foto: Fotolia / Photocreo Bednarek

rischi per la salute.
La fornitura d'acqua potabile è assicurata dal comune, anche se la competenza delle amministrazioni pubbliche e la garanzia dell'igiene dell'acqua termina al contatore principale. Dal contatore in poi la responsabilità per la qualità dell'acqua ricade sul proprietario dell'edificio. Uno dei rischi che spesso non vengono adeguatamente considerati è quello della legionella.

È presente in natura, in laghi e pozze d'acqua, ma prolifera tra 22 e 48 °C, ovvero a temperature che interessano le condutture di acqua calda e fredda, e si sviluppa maggiormente dove sono presenti incrostazioni e depositi di calcare che resistono ai disinfettanti.
L'infezione da legionella si manifesta come una febbre nella forma leggera, ma può evolvere anche in forma di polmonite acuta.
La trasmissione all'uomo avviene tramite l'inalazione di aerosol contaminato da docce, rubinetti, vasche idromassaggio, ecc. Bere, invece, acqua contaminata non costituisce pericolo d'infezione.

Con l'installazione sempre più frequente di impianti energeticamente efficienti, dove le temperature dell'acqua possono scendere tra 35 e 45 °C, la questione è diventata centrale. Molti impianti hanno installato il cosiddetto "programma anti legionella" per compensare le minori temperature di funzionamento. Il programma innalza una volta a settimana la temperatura dell'acqua a circa 75 °C per un paio d'ore. In ogni caso, per garantire una efficace diminuzione della concentrazione del batterio della legionella, è opportuno tenere la temperatura dell'acqua nel range 55-60 °C in tutta la distribuzione sanitaria.

In Italia, ad oggi, la normativa di riferimento sono le "Linee guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi" (GU n.103 del 5 maggio 2000) predisposte dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) per fornire indicazioni utili ad affrontare il problema, dettagliate successivamente per le strutture turistico-recettive e termali (GU n.29 del 5 febbraio 2005).

## LA COIBENTAZIONE DELLA RETE IDRICA E TERMICA



Il DPR 412/93 impone che la rete di distribuzione della rete termica e idrica sia coibentata, con spessore di coibentazione differente in base al diametro della tubazione, per contenere e ridurre le dispersioni di calore dell'impianto.

In edifici a basso consumo energetico la coibentazione della rete di distribuzione diventa ancora più importante in quanto l'incidenza dei consumi associati a questo sottosistema è maggiore dati i ridotti consumi globali dell'edificio.



**Rete termica con tubazioni coibentate**



Vladimir Voronin / AdobeStock

**Isolamento delle tubazioni di distribuzione**

### EFFICIENZA E QUALITÀ DELL'ACQUA

La qualità dell'acqua e le sostanze in esse presenti possono essere la causa di depositi e incrostazioni, specialmente negli impianti di riscaldamento, con conseguente perdita di efficienza nello scambio termico, elevata rumorosità, rottura di apparecchiature o occlusioni delle linee. L'entrata in vigore del DPR 59/2009, del DM 26 giugno 2015 e delle normative di riferimento sul trattamento acqua, come la UNI 8065, hanno messo ordine in questo settore.
A parte le dovute differenziazioni date dalla tipologia di impianto, per tutti gli impianti è obbligatoria l'installazione di un filtro e di un condizionamento chimico (in genere dosatore di polifosfati) in modo da preservare le tubazioni e gli apparecchi da danni dovuti alla corrosione ed alla presenza di impurità, installati a monte degli impianti da proteggere.
Per gli impianti di produzione di ACS (con o senza riscaldamento), per potenze minori di 100 kW, oltre al filtro ed al condizionamento chimico è obbligatorio l'addolcitore in presenza di acque con durezza maggiore di 25 °f (UNI 8065). Se invece parliamo di potenze superiori, l'addolcimento diventa obbligatorio già per le acque con durezza maggiore di 15 °f (DPR. 59/2009). La durezza dell'acqua, indica la concentrazione di sali, quali carbonato di calcio [$CaCO_3$] e solfato di magnesio [$MgSO_4$], presenti nel liquido, varia sensibilmente a seconda della zona in cui ci si trova con forti escursioni anche all'interno della stessa zona.
Le regolamentazioni in questo settore riguardano sia i nuovi impianti che quelli sottoposti a ristrutturazione o a semplice sostituzione del generatore.


Nondakovit / AdobeStock


Andrey Kuzmin / AdobeStock

## Risparmiare l'acqua: come?

È necessario ridurre i consumi idrici, e non solo nelle aree dove l'acqua scarseggia, ma anche nelle zone dove sembra che la risorsa sia illimitata.
L'attenzione deve partire dalla nostra casa. Ogni componente del sistema idraulico deve essere quindi progettato e realizzato con l'obiettivo di ridurre i consumi d'acqua garantendo lo stesso comfort finale. Le tecnologie dedicate al risparmio idrico hanno avuto una grande attenzione da parte del mercato negli ultimi anni, diventando dei veri e propri oggetti di design, oltre che molto efficienti:

- **sciacquoni a basso flusso** o a flusso differenziato, che consentono di comandare due flussi. Uno dai 9 ai 12 litri e uno di portata di 3 litri a seconda delle esigenze;
- **rubinetti e docce a comando elettronico** con apertura e chiusura automatica o rubinetti con temporizzatore, che permette l'erogazione di acqua solo nei momenti di reale necessità. Sono particolarmente indicati in servizi igienici di locali pubblici, nei quali l'utente tende a prestare meno attenzione agli sprechi;
- **rubinetti termostatici**, particolarmente indicati per le docce, consentono di mantenere l'acqua alla temperatura desiderata, evitando così di sprecarla nella ricerca della temperatura voluta;
- **riduttori di flusso**, che posizionati tra la chiave di chiusura e il rubinetto, svolgono la funzione meccanica di limitare il passaggio d'acqua in entrata e di mantenerla costante al variare della pressione. È necessario un controllo periodico per evitare la formazione di accumuli di calcare all'interno dell'anello;
- **frangiflusso**, che miscelano l'acqua in uscita dal rubinetto con l'aria, potenziando il getto, ma riducendo i consumi. Il risultato è quello di un getto d'acqua dalla forte pressione, ma con il 50-70% in meno di acqua realmente utilizzata;
- **riduttore di pressione**: sono dispositivi che riducono la pressione dell'acqua evitando bruschi cambiamenti di pressione nella rete. La loro installazione è raccomandata soprattutto nelle strutture alberghiere o nelle palestre dove si consuma molta acqua contemporaneamen-

te in determinate ore del giorno, in modo che nelle ore di minor consumo la pressione nella rubinetteria non sia eccessiva, causando oltre a malfunzionamenti anche un notevole spreco;

- **irrigazione programmata** con timer elettronico, per programmare l'irrigazione delle piante in determinate fasce orarie in modo da evitare le ore più calde del giorno. Si può ridurre il consumo di acqua fino al 40%;
- **irrigazione a goccia**, che limita l'irrigazione delle piante alla sola zona interessata dalle radici. Può essere utilizzata per le colture nei vasi, in giardino e quelle in pieno campo. Il vantaggio di impiegare un sistema di microirrigazione è la certezza di distribuire l'acqua nel modo migliore senza inutili sprechi.

### PROGETTARE IN MODO SOSTENIBILE: IMPIANTI PER IL RIUSO DELL'ACQUA

Sarebbe possibile quotidianamente ridurre il consumo di acqua a meno della metà, a parità di comfort, diminuendo il prelievo e la quantità di acqua di scarico da depurare?
L'acqua che usiamo per bere, cucinare e per usi sanitari deve possedere elevati standard igienici. Per altri utilizzi, come gli scarichi dei wc, la lavatrice e l'irrigazione, può essere invece riutilizzata l'acqua piovana e quella proveniente dagli scarichi, se idoneamente trattate in appositi impianti.
La tecnologia impiegata in questi dispositivi è sempre più all'avanguardia. Se fino a qualche anno fa dotare gli edifici di questi impianti poteva essere molto oneroso, oggi - e sempre di più in futuro - il progresso tecnologico renderà l'installazione di questi dispositivi sempre più vantaggiosa.

Vedi cap. 12 FOCUS: Recupero acqua piovane

### RECUPERO DI CALORE DALLE ACQUE DI SCARICO

Sul mercato esistono innovativi sistemi di recupero del calore dallo scarico degli apparecchi sanitari dotati di scambiatore in contro corrente tra acqua di scarico e acquedotto: con lo scarico delle acque si preriscalda l'acqua proveniente dell'acquedotto.
In questo modo si recupera calore che altrimenti sarebbe dissipato e si possono avere dimensioni più contenute degli accumuli termici, sia in ambito residenziale che non residenziale (centri sportivi, centri benessere, hotel, case di riposo).




**Dispositivo per il recupero del calore dall'acqua di scarico della doccia.**

### ETICHETTA ENERGETICA E CONSUMO IDRICO

Una lavatrice comune consuma circa 100 litri di acqua per un lavaggio di 5-6 kg di biancheria. I modelli più efficienti possono arrivare a consumi di circa 40 - 50 litri per 5 kg di biancheria. Ciò consente di utilizzare anche una minore quantità di detersivo, con un ulteriore risparmio per l'utente e una riduzione dell'inquinamento da detersivi.




Nell'acquisto di nuova lavatrice o lavastoviglie oltre al consumo energetico è importante verificare sempre anche il consumo idrico, valutando le informazioni di risparmio presenti sull'etichetta energetica. L'etichetta energetica è obbligatoria in tutti i paesi membri dell'Unione Europea. Deve essere esposta dal negoziante, davanti o sopra a tutti gli apparecchi in vendita, anche se ancora imballati.

Nel caso di acquisti fatti per corrispondenza o on-line, il venditore deve rendere note le prestazioni energetiche e funzionali del prodotto nel catalogo di offerta al pubblico.

Partner

disan

IMPIANTI ASPIRAPOLVERE
CENTRALIZZATI



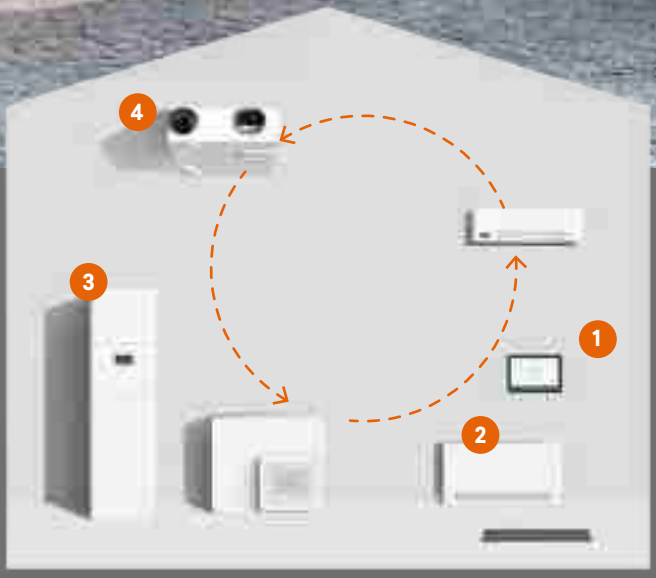
# Vivere in ambienti sani e confortevoli

**www.disan.com**

innova

# STØNE

## La pompa di calore che mancava, ora c'è.




1 **BUTLER** PRO TOUCH
Il controllo evoluto dell'impianto.

2 **Fancoils**
Sottili, silenziosi, estetici.

3 **Pompe di calore**
Monoblocco, splittata, da incasso.

4 **VMC**
Passiva, termodinamica, con deumidifica.

www.innovaenergie.com

made in Italy

Partner KlimaHaus CasaClima

# 13.11 CHECKLIST: CONTROLLO DI QUALITÀ DEGLI IMPIANTI

Fonte: Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH - http://www.digitale-bauherrenmappe.de/checklisten

## 1. Checklist: impianti di riscaldamento

| | IMPIANTO DI RISCALDAMENTO NUOVO | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Esiste un progetto generale energeticamente efficiente per l'edificio e gli impianti? | ☐ | ☐ | |
| 2 | È stato verificato l'impiego di energia da fonti rinnovabili nel rispetto della normativa in materia di efficienza energetica? | ☐ | ☐ | |
| 3 | Esiste la possibilità di collegarsi alla rete di teleriscaldamento con cogenerazione? | ☐ | ☐ | |
| 4 | Sono state definite le priorità nella scelta del sistema in base all'efficienza economica, alla protezione del clima e al comfort? | ☐ | ☐ | |
| 5 | È possibile abbinare all'impianto scelto un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria e a integrazione del sistema di riscaldamento? | ☐ | ☐ | |
| 6 | È stato fatto il bilancio idraulico dell'impianto? | ☐ | ☐ | |

## 2. Checklist: impianti per produzione ACS

| | PRODUZIONE ACS | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | La produzione di ACS è combinata con l'impianto di riscaldamento? | ☐ | ☐ | |
| 2 | È previsto un accumulo per ACS? | ☐ | ☐ | |
| 3 | I punti di prelievo per l' acqua calda sono vicini all'accumulo in modo tale che non siano necessari lunghe tubazioni di distribuzione e una pompa di circolazione? | ☐ | ☐ | |
| 4 | Sono previsti piccoli accumulatori elettrici decentralizzati o scaldabagni istantanei? | ☐ | ☐ | |
| 5 | La produzione di ACS può essere fornita direttamente da un impianto solare oppure essere riscaldata elettricamente attraverso un impianto fotovoltaico? | ☐ | ☐ | |
| 6 | L'accumulo di ACS è posizionato in una zona riscaldata? | ☐ | ☐ | |

## 3. Checklist: impianti per ventilazione

| | VENTILAZIONE MECCANICA | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ci sono requisiti richiesti per la permeabilità all'aria dell'involucro da verificare con il Blower Door test? | ☐ | ☐ | |
| 2 | È previsto solo il ricambio d'aria dell'edificio tramite ventilazione naturale? | ☐ | ☐ | |
| 3 | Esistono altre opzioni di ventilazione meccanica controllata (ad es. bocchette di areazione nelle pareti esterne, integrate nelle finestre)? | ☐ | ☐ | |
| 4 | È necessaria l'aspirazione forzata nella cucina e/o nel bagno? | ☐ | ☐ | |
| 5 | È prevista una ventilazione meccanica controllata centralizzata con recupero di calore? | ☐ | ☐ | |

## 4. Checklist: produzione da fonti energetiche rinnovabili - pompe di calore

| | POMPE DI CALORE | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sono stati verificati costi e benefici delle possibili fonti di calore (aria, geotermia, acqua di falda)? | ☐ | ☐ | |
| 2 | Sono stati considerati gli ulteriori lavori necessari (ad es. perforazione profonda, scavo)? | ☐ | ☐ | |
| 3 | Sono necessari permessi ulteriori per le pompe di calore geotermiche o quelle che utilizzano acqua di falda? | ☐ | ☐ | |
| 4 | Sono state confrontate le varie possibilità di produzione di acqua calda sanitaria (ACS)? | ☐ | ☐ | |
| 5 | Sono state stabilite la posizione/locale della pompa di calore e le precauzioni per l'insonorizzazione? | ☐ | ☐ | |
| 6 | È stato constatato che l'impianto di riscaldamento funziona a bassa temperatura (riscaldamento a pavimento o a parete, radiatori di grandi dimensioni)? | ☐ | ☐ | |
| 7 | È previsto un generatore di calore supplementare per integrare il riscaldamento nel caso di picchi di richiesta o basse temperature esterne (ad es. resistenza elettrica nell'accumulatore o caldaia a gas)? | ☐ | ☐ | |
| 8 | Può essere conveniente una pompa di calore reversibile, idonea sia per il raffrescamento che per il riscaldamento? | ☐ | ☐ | |

# Il ***COMFORT abitativo***
# che colore ha?
# *Verde!*



# *Elis*AIR

Climatizzare con ElisAIR,
la nuova VMC ad ***elevate prestazioni e consumi bassi*** che ti *cambia la vita!*

www.mydatec.com/it

MYDATEC
La VMC termodinamica

## 5. Checklist: produzione da fonti energetiche rinnovabili - cogenerazione

| | COGENERAZIONE | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Il fabbisogno di calore e di corrente elettrica è sufficiente per giustificare un impianto a cogenerazione? È stata fatta un'analisi costi-benefici? | | | |
| 2 | L'acqua calda sanitaria viene prodotta con impianto centralizzato? | | | |
| 3 | C'è un locale adatto per l'installazione dell'impianto di cogenerazione e dell'accumulo? | | | |
| 4 | Sono necessarie precauzioni di insonorizzazione? | | | |
| 5 | Sono regolati sia tecnicamente che contrattualmente il fabbisogno proprio e/o l'immissione nella rete elettrica? | | | |
| 6 | Come vengono posate le condotte per acqua, gas, elettricità e le canne fumarie? Sono necessarie ulteriori misure costruttive per l'installazione e la posa in opera? | | | |
| 7 | È necessario un generatore di calore aggiuntivo per coprire i picchi di richiesta? | | | |
| 8 | È stata definita l'installazione di tutte le apparecchiature di misurazione necessarie (contatore di calore, contatore di elettricità per immissione in rete e, se necessario, consumo proprio)? | | | |

## 6. Checklist: produzione da fonti energetiche rinnovabili - fotovoltaico

| | FOTOVOLTAICO | SI | NO | ALTRO |
|---|---|---|---|---|
| 1 | L'orientamento e l'inclinazione del tetto sono idonei all'irraggiamento solare? | | | |
| 2 | Il tetto può sostenere anche il peso dei pannelli? | | | |
| 3 | L'impianto è privo di ombreggiamenti da edifici prospicienti, parti dell'edificio stesso o alberi circostanti durante tutto il corso dell'anno? | | | |
| 4 | È stata definita l'installazione elettrica in casa e l'allacciamento alla rete pubblica, compresi i contatori aggiuntivi necessari? | | | |
| 5 | Sono regolati sia tecnicamente che contrattualmente il fabbisogno proprio e/o l'immissione nella rete? | | | |

zehnder

always the best climate

Sempre il miglior clima per

# IL TUO BENESSERE

**Comfort, salute ed efficienza energetica per il perfetto clima abitativo**

**www.zehnder.it**





WÜRTH

# ABBIAMO UN MULTIPIANO IN COMUNE:

Costruire in legno

**Inquadra il QR Code** e scopri un mondo di prodotti e servizi dedicati alla Carpenteria in legno.

**Würth il tuo partner per le costruzioni in legno.**

**wuerth.it**

# 14
# LA MIA NUOVA VECCHIA CASA


**14.1 COSA DEVE ESSERE RINNOVATO**

Un EnergyCheck per scoprire le potenzialità di risparmio

**14.2 LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

Interventi sulle pareti

**14.3 COPERTURE**

Coibentazione dall'esterno di copertura piana in latero-cemento con rifacimento dell'impermeabilizzazione

Coibentazione dall'esterno di una copertura piana con impermeabilizzazione esistente

Coibentazione dall'esterno di copertura inclinata in latero-cemento

Coibentazione dall'esterno di copertura inclinata in legno

Focus: cos'è un'impermeabilizzazione

Cool Roof

**14.4 SOLAI**

Coibentazione all'intradosso del solaio verso vani non riscaldati

Coibentazione all'estradosso del solaio controterra

**14.5 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PARZIALE DELL'INVOLUCRO**

**14.6 ATTENZIONE AI PUNTI CRITICI: MITIGAZIONE DEI PONTI TERMICI**

Ponti termici nel caso di isolamento termico dall'esterno

Ponti termici nel caso di isolamento termico dall'interno

**14.7 SERRAMENTI**

Gli interventi di riqualificazione energetica del foro finestra

FOCUS: il cassonetto

**14.8 SOPRAELEVAZIONE COME STRUMENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA**

**14.9 RISANAMENTO IMPIANTI**

Sostituzione o installazione di un nuovo sistema impiantistico

Sostituzione parziale del sistema impiantistico

**14.10 CASACLIMA R COME RISANARE, RISTRUTTURARE, RIQUALIFICARE**

Perché risanare con il protocollo CasaClima R

Un felice incontro: Luca Mercalli e CasaClima




# 14.1 COSA DEVE ESSERE RINNOVATO

Chi considera la ristrutturazione spesso pensa solo a una nuova cucina, a un bagno più spazioso o a un arredamento più moderno. In realtà, però, la ristrutturazione non dovrebbe essere pensata solo in termini di modifiche interne, ma dovrebbe anche includere piccoli o grandi interventi di manutenzione o di ammodernamento a intervalli regolari. Se si deve affrontare una ristrutturazione necessaria, questo è il momento ideale non solo per migliorare l'architettura e creare uno spazio di vita moderno, ma anche per ridurre in maniera significativa il consumo energetico e, se possibile, sostituire i combustibili fossili con fonti energetiche rinnovabili.

La spesa per gli interventi per migliorare l'efficienza energetica ammonta generalmente a circa un terzo dei costi totali, il resto è rappresentato da costi comunque necessari, cioè spese per ponteggi, per la riparazione di danni strutturali o per il ripristino e il rifacimento di intonaco e finitura esterna.

A causa dei costi operativi più bassi, queste misure si ripagheranno in un tempo relativamente breve durante la vita dell'edificio. Inoltre, gli incentivi fiscali per aumentare l'efficienza energetica o il bonus di cubatura sono interessanti opportunità per la ristrutturazione degli edifici.

In termini di priorità, le dispersioni di calore devono essere ridotte prima e solo dopo devono essere implementate misure per la fornitura efficiente ed ecologica dell'energia necessaria per il riscaldamento, il raffrescamento, la ventilazione e la produzione di acqua calda.

**RICORDA!**



Meglio non rimandare troppo i lavori di manutenzione: più si aspetta e più i costi dell'intervento rischiano di aumentare. Una pianificazione previdente a lungo termine aiuta ad avere un quadro completo delle spese da sostenere e a programmare nel tempo gli interventi necessari.

È quindi necessario evitare i ponti termici, isolare le pareti esterne e sostituire le finestre poco performanti, coibentare i soffitti delle cantine e il tetto garantendo la realizzazione di lavori eseguiti a regola d'arte e garantendo la tenuta all'aria.

Per massimizzare l'efficacia degli interventi di manutenzione e di risanamento, è opportuno, in prima battuta, calcolare realisticamente le spese energetiche e gestionali dell'esistente, per poi individuare e programmare gli interventi necessari a migliorare il comfort abitativo e diminuire le spese di gestione future, cercando di definire una sequenza temporale dei lavori per massimizzare i vantaggi e minimizzare le spese e i disagi.

Ad esempio, intervenire sull'impianto di riscaldamento prima di coibentare le pareti esterne e di sostituire le finestre, non sarebbe economicamente vantaggioso, perché con una buona coibentazione e con buone finestre il fabbisogno energetico della casa si riduce notevolmente per cui l'impianto termico, rinnovato per primo, risulterebbe poco efficiente e più costoso perché inutilmente sovradimensionato.



Arkna / Adobe Stock

## Un EnergyCheck per scoprire le potenzialità di risparmio

Un investimento deve essere valutato attentamente per garantire il risultato desiderato a costi contenuti: un buon intervento di risanamento inizia con una verifica dei consumi energetici e della situazione in cui si trovano gli ambienti, in particolare rilevando l'eventuale presenza di condensa, di muffa, di umidità di risalita, di infiltrazioni d'acqua piovana o di spifferi indesiderati. L'Agenzia CasaClima mette a disposizione dei committenti lo strumento dell'EnergyCheck.

Durante un sopralluogo un consulente energetico inviato dall'Agenzia esaminerà lo stato di fatto dell'abitazione, ponendo particolare attenzione all'isolamento termico delle pareti esterne, del tetto, del pavimento e delle finestre e ai sistemi impiantistici, determinando il potenziale di miglioramento dell'abitazione in termini di comfort e di consumi. Proporrà al committente le misure più appropriate e i potenziali risparmi e al termine del sopralluogo rilascerà un report dettagliato con tutti i dati e i suggerimenti utili per compiere la scelta di un investimento economicamente ed energeticamente sostenibile.

In questo modo si avranno i presupposti per ottenere dalla propria casa le aspettative di risparmio e di comfort desiderate, oltre che a garantire il valore dell'immobile nel tempo.

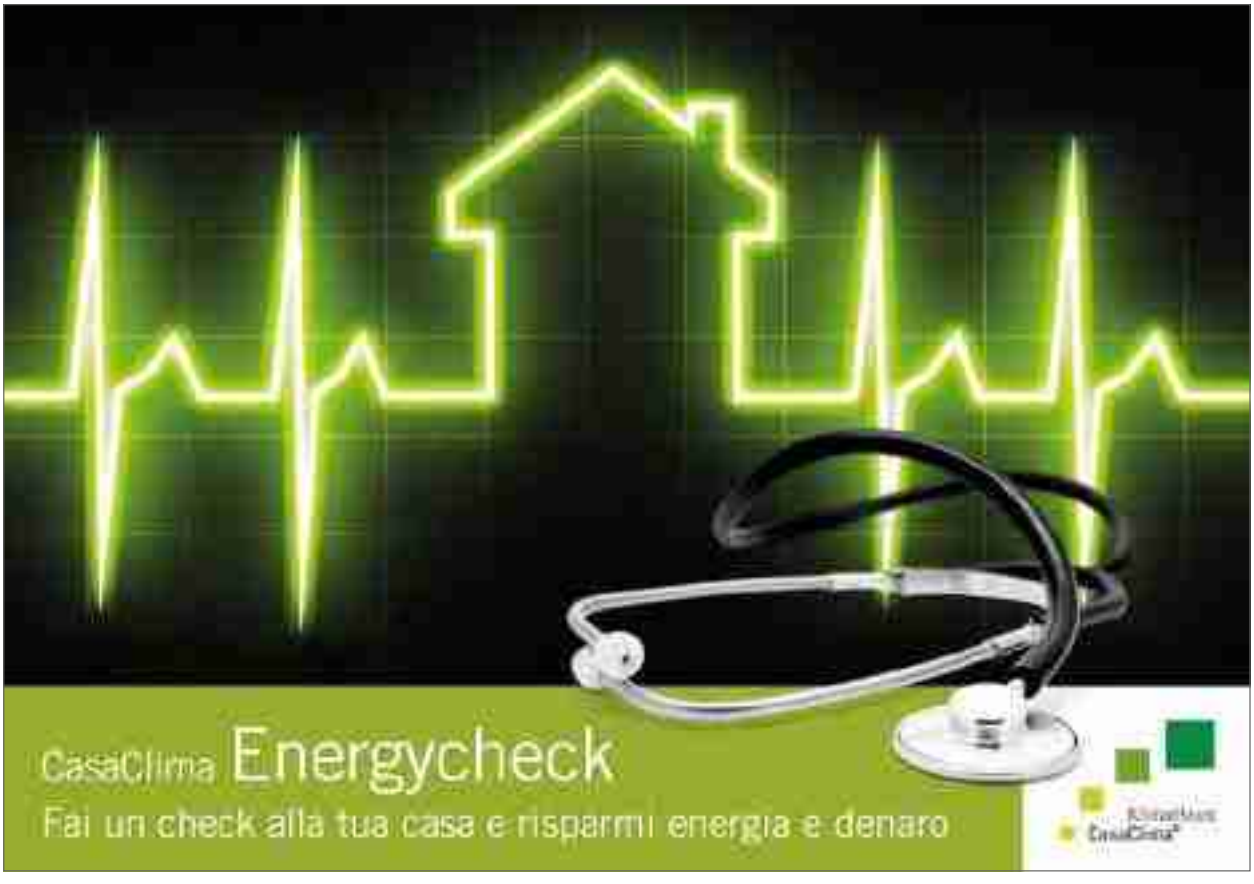
### ATTENZIONE!



Nel valutare l'acquisto di un edificio esistente, anche se appare in buono stato, è consigliabile valutare insieme ad un tecnico qualificato i costi per tutte le manutenzioni e le opere di rinnovo che si vogliono intraprendere. Si avrà così una base oggettiva per negoziare il prezzo e le condizioni d'acquisto.

**PER RICHIEDERE UN ENERGYCHECK**

http://energycheck.agenziacasaclima.it/it/benvenuti-1.html



# 14.2 LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Gli interventi di riqualificazione energetica sulle strutture opache (pareti, coperture, pavimenti) sono generalmente i più efficaci in quanto con essi si interviene sulla porzione più estesa di superficie rivolta verso l'esterno o verso i locali non riscaldati (ad es. vano scale, autorimesse, sottotetto, ecc.), ovvero sulla principale fonte di dispersione di calore.
Un intervento sulle strutture opache ha come obiettivo non soltanto la riduzione dei consumi per la climatizzazione invernale ed estiva, ma anche l'aumento del comfort termico per gli occupanti. In caso di risanamento questo è di particolare rilievo ed è uno dei motivi principali, oltre alla riduzione dei fabbisogni energetici, a spingere i committenti a riqualificare il proprio immobile.

- In inverno la coibentazione, unita alla mitigazione dei ponti termici, contribuisce al miglioramento del comfort poiché assicura temperature superficiali interne omogenee e tali da ridurre i rischi di condensa superficiale e di formazione di muffe.
- In estate l'isolamento termico dell'involucro opaco può contribuire a ritardare e smorzare l'onda termica esterna e, in combinazione con altre strategie passive (schermature solari, massa di accumulo, ecc.), a evitare i picchi di calore interno durante le ore più calde.

Le strategie principali per migliorare le prestazioni energetiche di un edificio esistente sono:

- isolamento termico delle superfici opache disperdenti;
- mitigazione dei ponti termici;
- miglioramento della tenuta all'aria.

**ATTENZIONE!**



Prima di affrontare qualsiasi tipo di intervento di isolamento sulle strutture esistenti è opportuno valutare con attenzione le stratigrafie esistenti dal punto di vista termico, igrometrico, di accumulo termico e di conservazione. Per questo nel risanamento è opportuno affidarsi a progettisti competenti, qualificati ed esperti.

## Interventi sulle pareti

Intervenire sulle pareti esterne è sempre consigliato in quanto ad esse è generalmente imputabile la percentuale maggiore di dispersione termica se si considera l'estensione dei componenti opachi di un edificio.
Per l'isolamento termico delle pareti esterne si configurano tre modalità di intervento in funzione della collocazione dello strato isolante rispetto alla stratigrafia esistente:

- isolamento termico dall'esterno (a cappotto);
- isolamento termico in intercapedine;
- isolamento termico dall'interno.

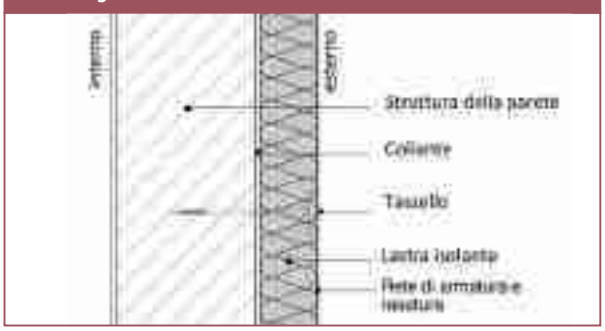
**Perdita di calore di una casa tradizionale: incidenza delle pareti**




### ISOLARE DALL'ESTERNO CON UN SISTEMA DI ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO

Il cappotto esterno è la soluzione più efficace per coibentare le pareti di un edificio, perché garantisce continuità all'isolamento e consente una maggiore efficacia nella mitigazione dei ponti termici esistenti. Come visto per le nuove costruzioni, è necessario scegliere un "sistema cappotto" che preveda tutti i componenti e gli accessori di posa in accordo con un'approvazione tecnica del sistema che rappresenta una garanzia per l'utente finale di avere scelto un pacchetto in cui tutti i componenti sono stati studiati per la specifica applicazione. I sistemi di isolamento a cappotto termico devono essere dotati di Benestare Tecnico Europeo (ETA: European Technical Approval) e di apposita marcatura CE.

**Stratigrafia**



**Dove è possibile applicarlo:** il cappotto esterno può essere applicato su tutte le strutture murarie ma, in caso di risanamento, è necessario verificare che il supporto esistente sia compatibile con l'incollaggio e il fissaggio dei pannelli isolanti, che sia complanare e che i materiali siano coesi, coerenti e non siano soggetti a efflorescenze saline o a umidità di risalita. In caso contrario prima della posa sarà necessario ripristinare il supporto e assicurarsi che siano risolti i problemi di umidità.

### VANTAGGI

- Continuità dell'isolamento termico delle pareti.
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici.
- Riduzione del rischio di formazione di condensa interstiziale e di muffa in quanto il cappotto mantiene "calde" le pareti esterne e garantisce, in genere, un corretto comportamento termoigrometrico della parete, sia in condizioni invernali che estive.
- Le pareti esterne e la struttura dell'edificio sono protette dagli agenti atmosferici riducendo il rischio di degrado per gli sbalzi termici.
- Sfruttamento della capacità di accumulo della parete e possibile miglioramento della prestazione estiva.
- Facile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Necessità di intervenire su soglie, davanzali, imbotti dei serramenti.
- Necessità di installare il ponteggio per l'applicazione della coibentazione.
- Riduzione dell'ingresso della luce naturale all'interno degli ambienti: la necessaria coibentazione delle spallette dell'imbotte e il maggior spessore della parete rispetto all'esistente (nel caso in cui non si sostituisca contestualmente anche l'infisso) diminuiscono le dimensioni del foro finestra.
- Aumento dello spessore della parete verso l'esterno e necessità di verificare il rispetto delle distanze minime tra edifici o dal confine.
- Strato di finitura esterno (rasatura) più sensibile agli urti rispetto all'intonaco su muratura classica.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Fibre minerali (ad es. lana di roccia).
- Materiali di origine organica (ad es. fibra di legno e sughero).
- Materiali di origine sintetica (ad es. polistirene espanso sinterizzato EPS, anche nella versione additivata con grafite, e poliuretano).
- Pannelli a base minerale (as es. silicato di calcio idrato).



**Cappotto termico in EPS**




**Cappotto termico in sughero**

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **ISOLAMENTO DALL'ESTERNO** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺☺ |
| Assenza di condensa e muffa | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺☺ incide il costo del ponteggio |

## LEGENDA TABELLE DI VALUTAZIONE

| | |
|---|---|
| **Soluzione molto vantaggiosa** | ☺☺☺ |
| **Soluzione mediamente vantaggiosa** | ☺☺ |
| **Soluzione poco vantaggiosa** | ☺ |

### ISOLARE DALL'INTERNO

Si isola sul lato interno della parete esistente quando si vogliono mantenere inalterate le caratteristiche estetico-architettoniche e dimensionali delle facciate. La coibentazione interna è una soluzione tecnica che presenta alcune criticità, e pertanto deve essere presa in considerazione solo quando altre soluzioni non siano perseguibili. In particolare, in fase di progettazione è necessario valutare attentamente il comportamento igrometrico della stratigrafia in quanto, applicando la coibentazione sul lato "caldo" della parete aumenta il rischio di formazione di condensa interstiziale; in tal senso può essere necessario applicare un freno a vapore sul lato interno dell'isolante per una corretta gestione dell'umidità. Sempre per questo motivo è sconsigliabile applicare internamente elevati spessori di coibentazione (generalmente si parla di spessori massimi di 10-12 cm). La tenuta all'aria della stratigrafia assume in questo caso un ruolo fondamentale, al fine di impedire moti convettivi di aria nel pacchetto costruttivo e ridurre il rischio di conseguenti fenomeni di condensazione interstiziale.

In caso di coibentazione interna la risoluzione/mitigazione dei ponti termici risulta più complessa e onerosa rispetto agli interventi con sistemi di isolamento dall'esterno e, a questo scopo, risulta necessario proseguire l'isolamento interno con dei risvolti anche su parte degli elementi costruttivi interni (ad es. pareti e solai interni), in modo da evitare punti critici con temperature superficiali interne a rischio condensa/muffa. Come per la coibentazione esterna è necessario risolvere eventuali problemi di umidità di risalita ed efflorescenze saline presenti e verificare lo stato di conservazione del supporto prima di applicare i pannelli isolanti.

**Dove è possibile applicarlo:** l'isolamento interno può essere applicato su tutte le strutture murarie, ma è molto importante valutare la stratigrafia e lo stato di conservazione della parete esistente per scegliere la soluzione tecnica più adeguata al caso specifico. Risulta particolarmente vantaggioso nel caso di edifici soggetti a vincolo storico-architettonico o dove non è possibile perseguire altre soluzioni tecniche.

**Stratigrafia**






**Sistema per cappotto termico interno con pannelli in fibra di legno**

### VANTAGGI

- Possibilità di intervenire su singoli appartamenti in edifici plurifamiliari.
- Rapidità di esecuzione e non necessità di opere provvisionali esterne (ad es. ponteggio).
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici quasi sempre possibile prevedendo risvolti interni.
- Nessuna modifica dimensionale ed estetica alla facciata esterna.

### SVANTAGGI

- Riduzione delle dimensioni interne dei vani.
- Riduzione della capacità di accumulo termico interno della parete.
- Possono essere utilizzati solo alcuni materiali adatti ad uso interno.
- Maggior rischio di formazione di condensa interstiziale e impossibilità di applicare elevati spessori di coibentazione.
- È sempre necessario migliorare la protezione dall'acqua battente della parete esistente (protezione mediante sporti di gronda, utilizzo di prodotti idrofobizzanti specifici, ecc.) poiché l'asciugatura nella stratigrafia verso l'interno di eventuale umidità presente nella parete risulta più complessa per la presenza dell'isolante.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **ISOLAMENTO DALL'INTERNO** | |
| Efficacia invernale | ☺☺ limitata dal ridotto spessore che generalmente è possibile applicare all'interno |
| Efficacia estiva | ☺ la coibentazione interna riduce generalmente la capacità di accumulo della parete |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ necessario prevedere risvolti sulle pareti e sui solai che interrompono la continuità dell'isolante |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺ valutare con attenzione il materiale da utilizzare anche in base alla stratigrafia della muratura esistente |
| Costo dell'intervento | ☺☺ |

### SISTEMI CON MATERIALI NON IGROSCOPICI

Si tratta di sistemi che, per garantire un corretto comportamento termo-igrometrico della parete, riducono il passaggio del vapore dall'interno verso l'esterno tramite uno strato funzionale con funzione di freno a vapore attraverso materiali di rivestimento interno con freno a vapore integrato.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Pannelli isolanti di origine minerale come lana di roccia, vetro cellulare;
- Pannelli isolanti di origine vegetale come sughero, fibra di legno, di canapa o di lino;
- Pannelli isolanti di origine sintetica come il poliuretano.

### SISTEMI CON MATERIALI IGROSCOPICI

Sono adatti all'isolamento interno tutti quei materiali che, come i pannelli minerali a base di silicato di calcio idrato, i pannelli in calcio-silicato, i pannelli in fibra di legno, presentano spiccate caratteristiche igroscopiche.
Anche in questo caso si deve sempre evitare il passaggio di umidità per convezione all'interno della stratigrafia e, pertanto, si deve garantire una perfetta tenuta all'aria tramite la rasatura minerale per evitare l'ingresso di umidità all'interno della stratigrafia.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Pannelli a base di idrati di silicato di calcio;
- Pannelli in calcio-silicato;
- Pannelli in fibra di legno.



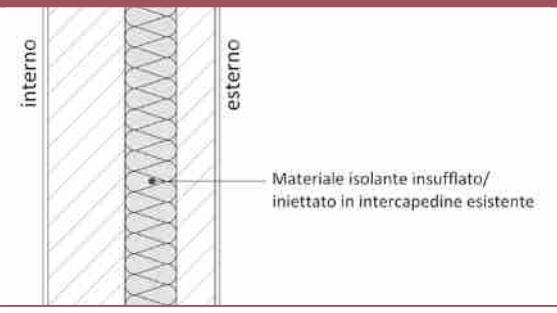
**Isolamento interno in lastre di calcio silicato**

## ISOLARE NELL'INTERCAPEDINE

La coibentazione in intercapedine è una soluzione tecnica che consiste nel riempimento dell'intercapedine d'aria, talvolta presente nelle stratigrafie di edifici esistenti, con materiale isolante sfuso mediante la tecnica dell'insufflaggio. Questa tecnica offre il vantaggio di coibentare una parete esistente senza aumentarne lo spessore, ma presenta maggiori difficoltà nella riduzione/mitigazione dei ponti termici, in quanto le murature con intercapedine non sono mai continue per la presenza della struttura portante (pilastri e solai) e per la presenza di altri elementi di interruzione dell'intercapedine quali finestre, camini, balconi, ecc. I ponti termici in corrispondenza di questi elementi possono essere mitigati solo con soluzioni di isolamento dall'interno o dall'esterno. I materiali isolanti utilizzati per insufflaggio o iniezione in intercapedine devono avere proprietà idrofughe, in modo da evitare che eventuale umidità proveniente dall'esterno o dalle fondazioni possa essere trasferita alla muratura interna. Può essere utile una tinteggiatura della facciata con sistemi idrorepellenti per ridurre/eliminare la penetrazione dell'umidità a causa della pioggia battente.

**Dove è possibile applicarlo:** questo intervento si può realizzare solo laddove siano presenti murature a doppio strato con intercapedine d'aria interposta (ad es. murature a cassa vuota).

**Stratigrafia**







**Coibentazione con insufflaggio nell'intercapedine**

### VANTAGGI

- Si mantengono inalterati gli spessori della muratura esistente senza variare le dimensioni dei locali e le caratteristiche estetiche della facciata.
- Non sono generalmente richieste opere provvisionali esterne in quanto l'intervento si realizza dall'interno.
- Si può eseguire anche solo su porzioni di involucro (ad es. in singole unità immobiliari in edifici plurifamiliari) assicurandosi che l'intercapedine sia chiusa a livello del solaio di interpiano.

### SVANTAGGI

- Lo spessore di coibentazione è limitato allo spessore dell'intercapedine d'aria.
- La scelta dei materiali utilizzabili è limitata ai materiali granulari o schiume con buone proprietà idrofughe per la difficoltà di definire con precisione le condizioni igrometriche dell'intercapedine.
- Difficile dare continuità alla coibentazione per la presenza della struttura portante (ad es. pilastri, solai, ecc.) che interrompe l'intercapedine.
- Mitigazione dei ponti termici quasi sempre di difficile risoluzione.
- Maggior rischio di formazione di condensa interstiziale per l'impossibilità di porre strati con funzione di tenuta all'aria/freno a vapore sul lato caldo dello strato isolante.
- Necessità di una dettagliata verifica del comportamento termico e igrometrico della parete.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Perlite espansa, argilla espansa.
- Granulato di vetro cellulare.
- Perle di EPS idrofobizzato.
- Granuli di sughero.
- Fiocchi di cellulosa.
- Schiume poliuretaniche espanse o resine ureiche espanse (tramite iniezione).

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **ISOLAMENTO NELL'INTERCAPEDINE** | |
| Efficacia invernale | ☺☺ in funzione del materiale scelto e influenzato dallo spessore dell'intercapedine |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto e influenzato dallo spessore dell'intercapedine |
| Mitigazione ponti termici | ☺ generalmente complessa per la presenza di strutture che interrompono l'intercapedine (ad es. solai e pilastri) e non consentono la continuità dello strato isolante |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺ si deve valutare con attenzione il materiale da porre in intercapedine anche in base alla stratigrafia della muratura esistente |
| Costo dell'intervento | ☺☺ in base al tipo di struttura esistente |




**Tecnica di insuflaggio con cellulosa**

## CONDENSA SUPERFICIALE E CONDENSA INTERSTIZIALE

I fenomeni di condensa si verificano quando l'aria umida è portata alla temperatura del punto di rugiada, ovvero alla temperatura a cui il vapore contenuto nell'aria si trasforma in acqua (condensa).

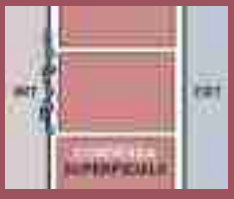
L'aria calda può contenere una quantità di acqua sotto forma di vapore superiore a quanto può fare l'aria fredda.




Se si rappresenta l'aria come un bicchiere che varia di altezza a seconda della temperatura (più è basso il bicchiere, minore è la temperatura e la capacità dell'aria di accumulare umidità): a parità di quantità di liquido il bicchiere può contenerlo agevolmente (bordo del bicchiere alto - aria calda) oppure essere troppo piccolo per contenerlo tutto (bordo del bicchiere basso - aria fredda) facendolo fuoriuscire e bagnando il tavolo. L'acqua fuoriuscita dal bicchiere corrisponde alla formazione di condensa, ovvero l'acqua che si forma in un punto freddo della casa.

**I fenomeni di condensazione si distinguono in:**

### CONDENSA SUPERFICIALE




Il fenomeno di condensazione avviene sul lato interno delle strutture edilizie e può essere evitato mantenendo le superfici sufficientemente calde in modo tale che l'aria umida che entra in contatto con esse non raggiunga il punto di rugiada: a questo fine occorre isolare e mitigare i ponti termici.
**Cause:** insufficiente isolamento, presenza di ponti termici.

### CONDENSA INTERSTIZIALE




Il fenomeno di condensazione avviene all'interno della stratigrafia e può compromettere la struttura stessa, deteriorando gli elementi costruttivi e riducendo la resistenza termica dei materiali isolanti. Per evitarla occorre costruire secondo una stratificazione corretta ed evitare "fessure" in cui l'aria umida possa penetrare in quantità superiore al resto della struttura.
**Cause:** errata stratificazione dei materiali all'interno degli elementi costruttivi, scarsa tenuta all'aria.

## ISOLARE DALL'ESTERNO CON LA FACCIATA VENTILATA

La facciata ventiliata è un sistema di coibentazione esterna che non prevede rasatura. È un intervento più raro rispetto al sistema di isolamento a cappotto, anche perché è generalmente più costoso. Al posto della rasatura il sistema è finito esternamente con l'applicazione di un rivestimento. Negli ultimi anni questa tecnologia si è diffusa soprattutto nelle ristrutturazioni di grandi edifici, permettendo in alcuni casi l'inserimento nella facciata di soluzioni impiantistiche.

La caratteristica principale della facciata ventilata è di generare una "camera di aria in movimento" tra la parete ed il paramento esterno di rivestimento.

**Stratigrafia**




### VANTAGGI

- È in grado di attenuare il calore estivo con minori costi per la climatizzazione.
- Contribuisce allo smaltimento dell'umidità attraverso la camera d'aria esterna.
- Lo strato di rivestimento che delimita verso l'esterno l'intercapedine, oltre ad avere una funzione estetica, ha il compito di proteggere la struttura dell'edificio dagli agenti atmosferici con un minore degrado delle pareti esterne.
- Il sistema è facilmente smontabile per eventuali riparazioni e a fine vita è possibile il recupero di gran parte dei materiali utilizzati.
- Come per i sistemi a cappotto, anche in questo caso è quasi sempre possibile risolvere o mitigare in modo semplice i ponti termici geometrici o costruttivi. Per limitare possibili ponti termici puntuali in corrispondenza degli ancoraggi alla struttura portante, questi dovrebbero essere a taglio termico.
- Possibile miglioramento dell'isolamento acustico.

I principali componenti di questo sistema sono:

- la struttura di sostegno e ancoraggio da fissare alla struttura portante esistente;
- il materiale isolante;
- il paramento di rivestimento.

**Dove si applica:** in tutti gli edifici in cui si desideri riqualificare energeticamente l'immobile tramite un completo restyling dell'edificio esistente.

### SVANTAGGI

- Si aumenta in maniera significativa lo spessore verso l'esterno delle pareti perimetrali con conseguente aumento del volume lordo dell'edificio: questo richiede la verifica del rispetto delle distanze minime tra edifici o dai confini.
- Si riduce la penetrazione della luce naturale per la diminuzione delle dimensioni del foro finestra e per la maggior profondità dell'imbotte rispetto all'esistente.
- Il supporto deve essere in grado di reggere il peso dell'isolamento termico, ma anche del rivestimento esterno e della struttura di sostegno e di ancoraggio.
- Data la presenza dell'intercapedine ventilata, che a causa dell'effetto camino facilita la propagazione del fuoco in caso di incendio, andrebbero sempre utilizzati materiali isolanti con requisiti di reazione al fuoco particolarmente performanti o comunque protetti con rivestimenti adeguati.
- Anche nel caso di rivestimento esterno continuo è sempre opportuno proteggere il materiale isolante con uno strato funzionale impermeabile all'acqua e al vento, ma aperto alla diffusione del vapore.
- Per evitare ponti termici e problemi di tenuta all'acqua e al vento si deve porre particolare cura nella posa del materiale isolante in corrispondenza dei sistemi di ancoraggio puntuale.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Pannelli in fibre minerali (lana di roccia, lana di vetro).
- In alcune situazioni si utilizzano anche pannelli in fibra di legno o pannelli in sughero.

I pannelli isolanti sono applicati direttamente alla parete esistente, ma separati dallo strato di rivestimento da un'intercapedine d'aria ventilata con spessore non inferiore ai 2-3 cm. È necessario lasciare aperture alla base e alla sommità della facciata per consentire un'efficace ventilazione tramite l'"effetto camino" e non interromperla.
Il rivestimento è collegato alla muratura esistente attraverso una struttura di sostegno, generalmente in alluminio o acciaio, fissata alla struttura portante esistente con ancoraggi puntuali a taglio termico.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **ISOLAMENTO CON FACCIATA VENTILATA** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺☺☺ dipende dal tipo di parete ventilata scelta. Incide il costo del ponteggio. |



**Dettaglio di facciata ventilata**

# 14.3 COPERTURE

La copertura rappresenta l'elemento costruttivo a cui generalmente è associata, per unità di superficie, la maggiore dispersione termica specifica.



Fonte: Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it

**Tetto coibentato con cellulosa**

**Perdita di calore di una casa tradizionale: incidenza della copertura**




* i valori possono variare a seconda delle caratteristiche tipologiche, costruttive e geometriche dell'edificio

Ad essa è imputabile circa il 20-25% totale delle perdite di calore dell'edificio, ma, considerata la sua ridotta superficie rispetto alle pareti esterne, risulta l'elemento proporzionalmente più dispersivo. Per questo motivo la copertura esterna dovrebbe essere riqualificata energeticamente con spessore di materiale coibente maggiore rispetto a quello previsto per le pareti esterne, anche per migliorarne le prestazioni termiche estive. La copertura è, infatti, più esposta all'azione della radiazione solare. Anche in questo caso, l'intervento di isolamento termico può prevedere l'applicazione del materiale coibente sul lato esterno o sul lato interno dell'elemento costruttivo esistente. Nel caso di copertura in legno o di copertura con travetti prefabbricati in c.a., si può avere la possibilità di inserimento dei pannelli coibenti fra gli elementi portanti.

Le coperture inoltre sono generalmente soggette a forti escursioni termiche cui è associato un forte stress termo-igrometrico. L'intervento di coibentazione della copertura può mitigare anche questo effetto e garantire al componente edilizio una maggiore durabilità.

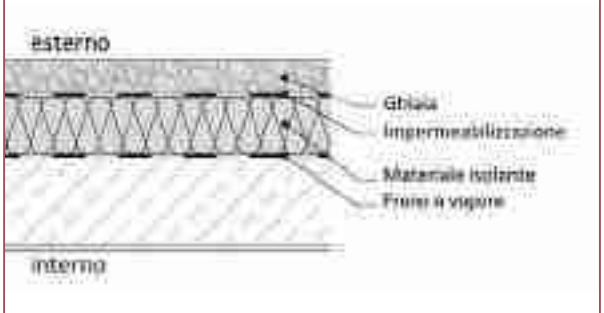
## Coibentazione dall'esterno di copertura piana in latero-cemento con rifacimento dell'impermeabilizzazione

Se la copertura necessita di un completo rifacimento è consigliabile rimuovere l'impermeabilizzazione esistente e procedere solo successivamente alla posa dell'isolamento termico sul lato esterno del solaio.

Generalmente, è necessario installare all'estradosso del solaio esistente un freno al vapore per una migliore gestione dell'umidità interna ed evitare il rischio di formazione di condensa interstiziale.
Dopo aver posato un materiale isolante resistente a compressione si prosegue con la posa dell'impermeabilizzazione e degli strati di protezione e finitura (ad es. massetto e pavimentazione in caso di copertura praticabile, strato di ghiaia nel caso di copertura non praticabile).

**Dove è possibile applicarlo:** su tutte le coperture piane in latero-cemento previa verifica dello stato di conservazione della struttura esistente.

**Stratigrafia**






**Impermeabilizzazione del tetto e coibentazione con vetro cellulere**

### IMPORTANTE!



I freni/barriere a vapore sono da posizionare sul lato "caldo", all'interno, mentre l'impermeabilizzazione sul lato "freddo" esterno.

### VANTAGGI

- Continuità dell'isolamento termico della copertura.
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici quasi sempre possibile.
- La struttura della copertura è protetta dagli agenti atmosferici e si riduce il rischio di degrado causato dagli sbalzi termici.
- Sfruttamento della capacità di accumulo della struttura esistente e possibile miglioramento della prestazione estiva.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Necessaria attenta verifica igrometrica per escludere il rischio di formazione di condensa interstiziale.
- Possono essere applicati solo materiali isolanti con una buona resistenza a compressione.
- Possono essere applicati solo materiali isolanti con una buona resistenza all'acqua e al gelo.
- Lo strato isolante deve essere protetto da un possibile sollevamento a causa del vento mediante un adeguato fissaggio o con strati di finitura e protezione.
- In caso non sia già presente la linea vita, è generalmente richiesta la sua installazione insieme alle opere di coibentazione con aumento dei costi dell'intervento.
- Necessità di porre attenzione ad eventuali elementi passanti (ad es. camini, sfiati, antenna, ecc.) prendendo misure specifiche per l'attraversamento della coibentazione, la resistenza al fuoco del tetto e l'adeguamento dell'altezza e dell'impermeabilizzazione dell'elemento passante.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine sintetica: XPS, poliuretano.
- Vetro cellulare in lastre.
- Pannelli in lana di roccia ad alta densità calpestabile.

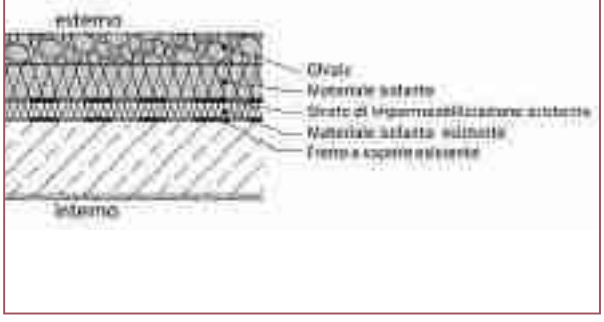
| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE DALL'ESTERNO DI COPERTURA PIANA IN LATERO-CEMENTO CON RIFACIMENTO DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺ valutare con attenzione il materiale isolante da utilizzare in funzione della stratigrafia esistente e degli strati funzionali (freno a vapore, impermeabilizzazione, ecc.) |
| Costo dell'intervento | ☺☺ incide la rimozione del manto impermeabile esistente |

## Coibentazione dall'esterno di una copertura piana con impermeabilizzazione esistente

Se la copertura è caratterizzata da uno strato di impermeabilizzazione da poco rifatto o in buone condizioni, anche nel caso sia già presente uno strato di isolamento termico, seppur di spessore ridotto, è possibile intervenire posando un nuovo strato isolante non sensibile all'acqua e all'umidità sopra l'impermeabilizzazione esistente ("tetto rovescio"). In questo modo si protegge la guaina impermeabile esistente da stress termici e meccanici.

**Dove è possibile applicarlo:** su tutte le coperture piane in latero-cemento previa verifica dello stato di conservazione della guaina impermeabilizzante e della struttura esistente.

**Stratigrafia**




## COS'È UN'IMPERMEABILIZZAZIONE?

Con il termine "impermeabilizzazione" si intende il trattamento eseguito su una superficie allo scopo di proteggere questa e gli strati sottostanti dal passaggio e dalle infiltrazioni di acqua.

Qualora l'impermeabilizzazione sia posizionata sopra lo strato isolante, il tetto si definisce "caldo". È di gran lunga la tecnologia più utilizzata anche se sottopone la guaina a una notevole usura. Se lo strato impermeabilizzante invece è posizionato sotto lo strato isolante si ha una "copertura rovescia", con uno strato di ghiaia o un'eventuale pavimentazione a protezione dell'isolamento, riducendo però le prestazioni energetiche.

**Esistono sul mercato diverse tecnologie di impermeabilizzazione:**

- manti impermeabilizzanti traspiranti, che garantiscono anche un'elevata permeabilità al vapore e quindi una corretta migrazione del vapore verso l'esterno, mantenendo asciutta la struttura sottostante;
- membrane impermeabilizzati a caldo, che si applicano con l'ausilio di una fiamma per il fissaggio dei sormonti della guaina. In questa tipologia rientrano ad esempio le guaine bituminose, che possono richiedere uno strato superiore di protezione quale ghiaia, pavimentazione o guaina bugnata;
- membrane impermeabilizzanti a freddo, che sono particolarmente indicate per i muri di fondazione; esse sono spesso costituite da una massa bituminosa pastosa contenente caucciù che le rende altamente elastiche e in grado di seguire le varie dilatazioni e le micro fessurazioni della parete. Sono più sicure di quelle a caldo, perché non necessitano dell'uso della fiamma per il fissaggio delle sovrapposizioni, che è invece realizzato saldando i giunti con apparecchi ad aria calda per facilitarne l'adesione. Sono particolarmente indicate su pannelli isolanti sensibili alla fiamma, come il polistirene espanso o estruso e poliuretano. Durante l'applicazione non producono fumi, odori e rumori;
- impermeabilizzazioni liquide, che sono generalmente composte con soluzioni a base di resine elastomeriche e offrono una grande versatilità in quanto possono impermeabilizzare anche superfici molto complesse. Altamente resistenti ai ristagni d'acqua, ai raggi UV, alle intemperie ed ai cicli di gelo e disgelo, si caratterizzano per la totale assenza di giunture, saldature e sovrapposizioni.

### VANTAGGI

I vantaggi sono gli stessi di un intervento di coibentazione di copertura piana con rifacimento dell'impermeabilizzazione. Gli ulteriori vantaggi sono dati dai minori costi per la non necessaria rimozione e la successiva posa della guaina e dello strato isolante eventualmente esistente.

### SVANTAGGI

Rispetto all'intervento precedente, in questo caso è necessaria la verifica dello stato di conservazione della guaina esistente e una maggiore attenzione allo stato di conservazione del materiale isolante; essendo infatti esposto agli agenti atmosferici è più soggetto a deterioramento.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine sintetica: XPS, poliuretano.
- Vetro cellulare in lastre.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE DALL'ESTERNO DI UNA COPERTURA PIANA CON IMPERMEABILIZZAZIONE ESISTENTE** | |
| Efficacia invernale | ☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺ valutare con attenzione il materiale isolante da utilizzare in funzione della stratigrafia esistente e degli strati funzionali (impermeabilizzazione esistente, ecc.) |
| Costo dell'intervento | ☺☺☺ |


Lunamarina / Adobe Stock

**Tetto rovescio ricoperto con ghiaia**

## Coibentazione dall'esterno di copertura inclinata in latero-cemento

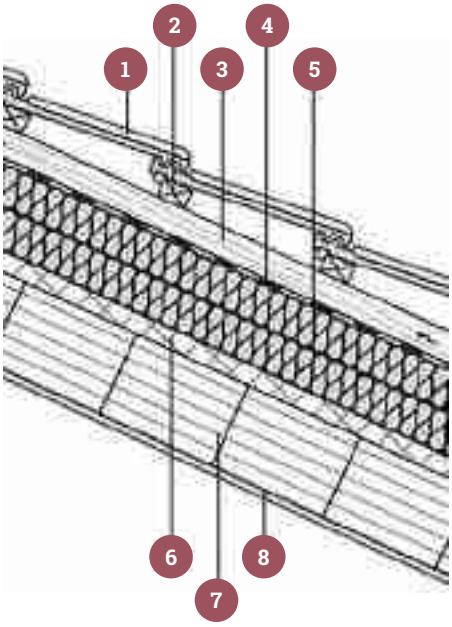
L'intervento prevede la posa dello strato coibente all'estradosso del solaio in latero-cemento esistente, previa rimozione del manto di copertura esistente, compresa eventuale impermeabilizzazione, fino alla struttura portante.

Normalmente non è necessario installare un telo di tenuta all'aria/freno vapore sul lato caldo dell'isolante, perché questa funzione è già assolta dall'intonaco interno, mentre si deve prevedere una membrana con funzione di tenuta al vento e all'acqua sul lato freddo. Per il corretto funzionamento igrometrico della stratigrafia tale membrana deve essere quanto più possibile aperta alla diffusione del vapore.

Per migliorare le prestazioni igrometriche della stratigrafia è bene posare il manto di copertura su una sottostruttura ventilata, in modo che l'eventuale umidità proveniente dall'interno possa essere smaltita facilmente. L'inserimento di uno strato di ventilazione all'estradosso della coibentazione ha un notevole beneficio anche sulle prestazioni estive della copertura. In questo caso saranno da prevedere elementi speciali di colmo e griglie in prossimità dello sporto di gronda per garantire la corretta circolazione dell'aria (ingresso aria in prossimità dello sporto di gronda e uscita aria dal colmo ventilato).

**Dove è possibile applicarlo:** su tutte le coperture piane in latero-cemento, previa verifica dello stato di conservazione della struttura esistente.

## Stratigrafia




1. **Manto di copertura**
2. **Listello**
3. **Controlistello**
4. **Telo sottomanto traspirante e impermeabilizzante**
5. **Materiale isolante**
6. **Soletta collaborante**
7. **Solaio in latero-cemento**
8. **Intonaco**

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE DALL'ESTERNO DI COPERTURA INCLINATA IN LATERO-CEMENTO** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺ incide la rimozione del manto di copertura esistente e la necessità di opere provvisionali |

### VANTAGGI

- Continuità dell'isolamento termico della copertura.
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici quasi sempre possibile.
- La struttura della copertura è protetta dagli agenti atmosferici e si riduce il rischio di degrado per gli sbalzi termici.
- Sfruttamento della capacità di accumulo della struttura esistente e possibile miglioramento della prestazione estiva.
- Possibile miglioramento de-le prestazioni estive della copertura anche grazie all'inserimento dello strato di ventilazione.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Necessità di installare il ponteggio per l'applicazione della coibentazione.
- In caso non sia già presente la linea vita, è generalmente richiesta la sua installazione insieme alle opere di coibentazione con aumento dei costi dell'intervento.
- Necessità di porre attenzione ad eventuali elementi passanti (ad es. camini, sfiati, antenna, ecc.) prendendo misure specifiche per l'attraversamento della coibentazione, la resistenza al fuoco del tetto e l'adeguamento dell'altezza e dell'impermeabilizzazione dell'elemento passante.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine vegetale: fibra di legno ad alta densità, sughero.
- Materiali di origine minerale: lana di roccia.
- Materiali di origine sintetica: EPS, XPS, poliuretano.




**Coibentazione copertura in fibra di legno**

# Coibentazione dall'esterno di copertura inclinata in legno

Nel caso di copertura inclinata in legno le possibilità di intervento per il miglioramento delle prestazioni termiche possono essere molteplici. Se la struttura in legno è ammalorata o non più adeguata dal punto di vista strutturale, o nei casi in cui si prevede una sopraelevazione dell'edificio, è sempre opportuno procedere con una rimozione completa. Se la struttura è ancora integra e adeguata dal punto di vista strutturale, sono possibili diverse soluzioni per l'efficientamento energetico. Per un corretto funzionamento termo-igrometrico, si consiglia sempre, laddove possibile, la completa rimozione del pacchetto coibente esistente.

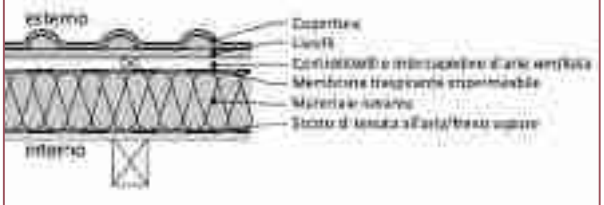
### SOLUZIONE 1: COIBENTAZIONE SOPRA AI TRAVETTI

La soluzione prevede la rimozione completa della copertura, ad esclusione della struttura portante in legno (travi e travetti). In alcuni casi è possibile mantenere anche lo strato di chiusura verso l'interno (ad esempio il tavolato in legno o il rivestimento in cartongesso), a patto che questo sia in buono stato e in grado di sostenere il peso dei materiali sovrastanti e degli operatori che devono intervenire.

L'intervento consiste nel posare uno strato funzionale di tenuta all'aria e freno a vapore sullo strato di chiusura (tavolato o cartongesso) e, successivamente, nel posare l'isolamento termico costituito da pannelli rigidi resistenti a compressione.
L'isolamento termico dovrà essere chiuso superiormente con membrana traspirante con funzione di tenuta all'acqua e al vento.
Trattandosi di una stratigrafia aperta alla diffusione del vapore, il manto di copertura dovrà essere sempre posato su sottostruttura ventilata, in modo da facilitare un'eventuale smaltimento verso l'esterno dell'umidità presente all'interno della stratigrafia.

**Dove è possibile applicarlo:** su tutte le coperture a falde con struttura portante in legno, nel caso in cui essa presenti un buono stato di conservazione.

**Stratigrafia**




#### VANTAGGI

- Continuità dell'isolamento termico della copertura.
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici quasi sempre possibile.
- La struttura della copertura è protetta dagli agenti atmosferici e si riduce il rischio di degrado per gli sbalzi termici.
- Possibile miglioramento delle prestazioni estive della stratigrafia, se si utilizzano materiali isolanti con elevata densità e capacità termica e se si adotta uno strato di ventilazione sotto il manto di copertura.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

#### SVANTAGGI

- Necessità di installare il ponteggio per l'applicazione della coibentazione.
- In caso non sia già presente la linea vita, è generalmente è richiesta la sua installazione insieme alle opere di coibentazione, con aumento dei costi dell'intervento.
- Necessità di porre attenzione ad eventuali elementi passanti (ad es. camini, sfiati, antenna, ecc.) prendendo misure specifiche per l'attraversamento della coibentazione, la resistenza al fuoco del tetto e l'adeguamento dell'altezza e dell'impermeabilizzazione dell'elemento passante.

#### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine vegetale: fibra di legno, sughero.
- Materiali di origine minerale: lana di roccia.



**Isolamento sopra i travetti**

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE DALL'ESTERNO DI COPERTURA INCLINATA IN LEGNO** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺ incide la rimozione del manto di copertura esistente e la necessità di opere provvisionali |

**SOLUZIONE 2: COIBENTAZIONE TRA I TRAVETTI**

Nel caso si mantenga la struttura portante esistente, ma si decida di intervenire ponendo la coibentazione tra i travetti del tetto in legno, è possibile intervenire sia dall'esterno, rimuovendo il manto di copertura esistente, che dall'interno.

**Intervento dall'esterno:** la difficoltà maggiore riguarda la posa dello strato funzionale di tenuta all'aria/freno a vapore. Esso può essere fissato da sotto in modo continuo e senza interruzioni solo nel caso in cui non si mantenga il rivestimento interno (ad es. tavolato in legno o rivestimento in cartongesso). In caso contrario, invece, esso dovrebbe essere posato da sopra fra i travetti e fatto risvoltare su di essi prima dell'inserimento del materiale isolante. Lo strato di tenuta all'aria/freno a vapore si verrebbe però così a trovare, in corrispondenza di ogni singolo travetto, sul lato freddo della stratigrafia, con rischio di formazione di condensa interstiziale. Per questo, laddove si scelga tale soluzione, è sempre opportuno prevedere una stratigrafia che preveda uno strato di isolamento termico anche sopra i travetti.

**Intervento dall'interno:** l'inserimento del materiale isolante dall'interno, senza rimozione del manto di copertura, potrebbe essere problematico per l'impossibilità di inserire una membrana per la tenuta al vento/all'acqua nel caso in cui non sia già presente. In questo caso se il manto di copertura non è ben posato o in grado di garantire la tenuta all'acqua, l'umidità e l'acqua potrebbero penetrare dall'esterno. Se invece è già presente uno strato di tenuta all'acqua, è possibile che esso sia costituito da una guaina non traspirante, che impedisce il corretto funzionamento termo-igrometrico della copertura, ostacolando la fuoriuscita di eventuale umidità proveniente dall'interno. In questi casi, l'inserimento di un'ulteriore barriera al vapore sul lato interno non sempre risulta la soluzione più appropriata. Meglio adottare un freno a vapore igrovariabile in grado di impedire l'ingresso di umidità nella stratigrafia durante la stagione fredda, ma che permetta contemporaneamente un'asciugatura dell'elemento costruttivo verso l'interno nella stagione più calda.

## ATTENZIONE!

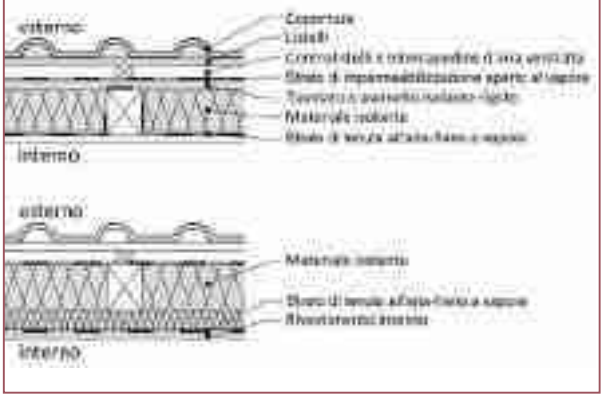


Quando si isola una copertura esistente è sempre necessario adeguare l'altezza di sfiati e camini e prendere adeguate misure per l'impermeabilizzazione dell'elemento passante e la resistenza al fuoco del tetto!

Per le soluzioni di isolamento fra travetti si utilizzano generalmente materiali isolanti in pannelli semirigidi o a bassa densità. Esiste però anche la possibilità di utilizzare materiali sfusi da inserire con insufflaggio, qualora fra i travetti ci sia un'intercapedine completamente chiusa.

**Dove è possibile applicarlo:** su tutte le coperture a falde con struttura portante in legno, qualora essa abbia uno stato di conservazione buono.

**Stratigrafia**




### VANTAGGI

- Possibilità di sfruttare lo spessore tra le travi portanti.
- Risoluzione/mitigazione dei ponti termici quasi sempre possibile, adottando un adeguato spessore di coibentazione anche in corrispondenza dei travetti.
- La struttura della copertura è protetta dagli agenti atmosferici e si riduce il rischio di degrado per gli sbalzi termici.

- Sfruttamento della capacità di accumulo della struttura esistente e possibile miglioramento della prestazione estiva.
- Possibile miglioramento delle prestazioni estive della copertura anche grazie all'inserimento dello strato di ventilazione nel caso si intervenga sul manto di copertura.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Necessità di installare il ponteggio per l'applicazione della coibentazione se si interviene dell'esterno.
- In caso non sia già presente la linea vita, è generalmente richiesta la sua installazione insieme alle opere di coibentazione con aumento dei costi dell'intervento.
- Necessità di porre attenzione ad eventuali elementi passanti (camini, sfiati, antenna, ecc.) prendendo misure specifiche per l'attraversamento della coibentazione, la resistenza al fuoco del tetto.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine vegetale: fibra di legno a bassa densità, cellulosa.
- Materiali di origine minerale: lana di roccia a bassa desnità, fibra di vetro a bassa densità.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE DALL'INTERNO DI COPERTURA INCLINATA IN LEGNO** | |
| Efficacia invernale | ☺☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺☺ incide l'eventuale rimozione del manto di copertura esistente e la necessità di opere provvisionali |

### ATTENZIONE!



La riqualificazione energetica di un tetto è un'ottima occasione per installare in copertura anche un impianto fotovoltaico o solare termico.
In questo caso è necessario prendere adeguate misure per l'integrazione degli impianti nel manto di copertura, magari optando per sostituire parte di esso con i pannelli solari termici o fotovoltaici. È molto importante, inoltre, fissare i pannelli senza forare lo strato di impermeabilizzazione o prevedendo pezzi speciali per ripristinare i punti di passaggio ed evitare spiacevoli infiltrazioni di acqua nello strato isolante.



**Isolamento interno ai travetti**

## Cool Roof

ll **"cool roof"** (tetto freddo) è un sistema impermeabilizzante per coperture piane e inclinate particolarmente adatto nei rifacimenti dello strato di impermeabilizzazione. Questa soluzione si caratterizza per la notevole capacità di riflettere la radiazione solare incidente così da mantenere basse le temperature superficiali della copertura, anche quando essa è soggetta a forte irraggiamento solare diretto, e dissipare più velocemente il calore assorbito.
È un'efficace soluzione al problema del surriscaldamento estivo dei singoli edifici e delle grandi aree urbane, particolarmente adatta per coperture in zone molto soleggiate e caratterizzate da elevate temperature estive.

## EFFETTO "ISOLA DI CALORE"

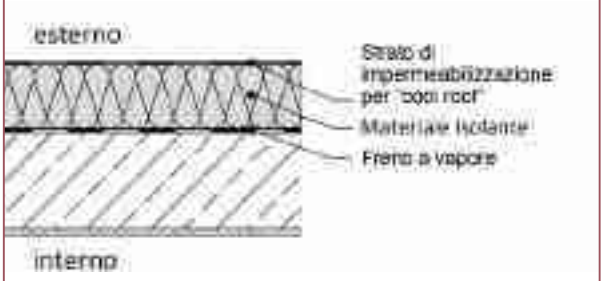
Le superfici che delimitano gli edifici assorbono la radiazione solare e immagazzinano calore per poi rilasciarlo, provocando l'aumento della temperatura sia all'interno degli ambienti che negli spazi urbani limitrofi. Si crea in questo modo l'effetto definito "isola di calore", tipico dei centri urbani, che comporta un aumento della temperatura dall'aria anche di 4-5 °C rispetto alle zone periferiche. Il fenomeno è incrementato dalla presenza delle numerose superfici asfaltate che caratterizzano le nostre città. Questo si accompagna alla riduzione di aree verdi urbane importanti per la regolazione del microclima locale. Inoltre, nelle grandi città si concentra un gran numero di attività che producono calore. Il traffico e le emissioni delle automobili, le industrie, i sistemi di riscaldamento e raffrescamento degli edifici sprigionano una grande quantità di calore che difficilmente riesce a disperdersi. Infatti, anche l'effetto del vento, che favorisce un ricambio d'aria e un conseguente raffrescamento, è spesso schermato dalla elevata densità di edifici.

In commercio esistono diversi materiali per "cool roof" tra cui membrane impermeabilizzanti riflettenti e pitture. La colorazione di questi prodotti è generalmente bianca o grigio chiara, ma esistono sul mercato anche prodotti colorati ("cool colors") con formulazioni in grado di rendere anche i materiali colorati adatti ad un "cool roof".



**Pannelli fotovoltaici inseriti nel sistema tetto cool roof , altamente riflettente, che permette la riduzione della temperatura superficiale della copertura e la diminuzione dell'effetto isola di calore.**

**Stratigrafia**




### VANTAGGI

- Miglioramento delle prestazioni estive dell'edificio e maggiore comfort interno per la riduzione del carico di surriscaldamento estivo con riduzione della potenza richiesta all'impianto di raffrescamento.
- Elevata durata di vita delle impermeabilizzazioni e delle pitture.
- Maggiore durabilità della copertura grazie alla minore temperatura superficiale sulla copertura e alla riduzione dello stress termico associato.
- Miglioramento delle prestazioni di pannelli fotovoltaici e pompe di calore installati in copertura per le minori temperature superficiali raggiunte.
- Facile applicazione e costo contenuto.

### SVANTAGGI

- Se eseguito su un edificio esistente senza intervenire sulla coibentazione, il miglioramento riguarderà solo le prestazioni estive e non quelle invernali.
- Se non si isola la copertura i ponti termici esistenti non vengono risolti o mitigati.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Pitture con elevata riflettanza solare.
- Impermeabilizzazioni con elevata riflettanza solare.
- Manti di copertura realizzati con tecnologia "cool colors".

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **SISTEMA COOL ROOF** | |
| Efficacia invernale | ☺ efficacia invernale nulla se non si interviene anche coibentando la copertura |
| Efficacia estiva | ☺☺☺ |
| Mitigazione ponti termici | ☺ mitigazione nulla se non si interviene anche coibentando la copertura |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺☺ |

# 14.4 SOLAI

Il primo solaio freddo, o il solaio controterra, rappresentano l'elemento costruttivo sul quale risulta generalmente più difficile intervenire con la posa di un isolamento termico, sia per la frequente mancanza di spazio (altezza e quote del pavimento non modificabili), sia per la presenza di numerosi elementi (ad es. pilastri e pareti portanti, tubazioni, installazioni elettriche, ecc.) che rendono difficoltosa la posa di un isolamento termico ininterrotto.

Nel caso del solaio verso ambienti non climatizzati è possibile intervenire sia con un isolamento all'estradosso (lato superiore del solaio) che all'intradosso (lato inferiore del solaio). Va inoltre ricordato che, isolando termicamente il primo solaio, c'è il rischio di un aumento dell'umidità relativa nei locali sottostanti: in mancanza di adeguata ventilazione in questi locali potrebbe quindi aumentare anche il rischio di formazione di condense e muffe.

**Perdita di calore di una casa tradizionale: incidenza del primo solaio.**

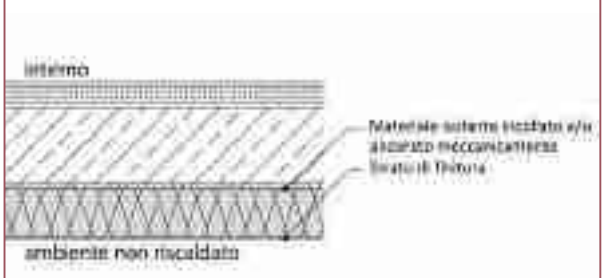



* i valori possono variare a seconda delle caratteristiche tipologiche, costruttive e geometriche dell'edificio

## Coibentazione all'intradosso del solaio verso vani non riscaldati

È generalmente la soluzione meno costosa e più vantaggiosa, in quanto consente di non intervenire sulle pavimentazioni interne e di mitigare efficacemente i ponti termici. La scelta dei materiali isolanti è ampia, ma può essere condizionata da esigenze di protezione al fuoco che dipendono dalla destinazione d'uso del locale non riscaldato (ad es. autorimessa). In questo caso sono preferibili materiali come le fibre minerali o i pannelli a base minerale.

**Stratigrafia**




### VANTAGGI

- Non si interviene all'interno dei locali abitati.
- L'intervento è generalmente poco invasivo e di facile realizzazione.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Necessario proseguire l'isolamento termico lungo i pilastri e le pareti dei locali non riscaldati per la mitigazione dei ponti termici.
- Necessario valutare e risolvere la possibile interferenza dell'isolamento termico con installazioni impiantistiche già presenti.
- Nella definizione dell'intervento di isolamento termico bisogna sempre considerare l'altezza utile dei locali e si deve fare attenzione a non interferire con l'altezza di porte o finestre esistenti.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine minerale: lana di roccia, silicato di calcio idrato.
- Materiali di origine sintetica: EPS, XPS.

La posa dei pannelli avviene generalmente tramite incollaggio o fissaggio meccanico al soffitto.
La finitura può essere ad intonaco o con rivestimento in lastre di cartongesso.
Esistono pannelli che possono essere posati senza necessitare di alcuna finitura interna con una leggera riduzione dei costi.

**Dove è possibile applicarlo:** la coibentazione all'intradosso è possibile su tutte le strutture, previa verifica che il supporto esistente sia compatibile con l'incollaggio e/o il fissaggio dei pannelli isolanti, che sia complanare e non presenti degrado.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO VANI NON RISCALDATI** | |
| Efficacia invernale | ☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺☺ necessario prevedere risvolti sulle pareti e sui solai che interrompono la continuità dell'isolante |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺☺☺ |
| Costo dell'intervento | ☺☺ |

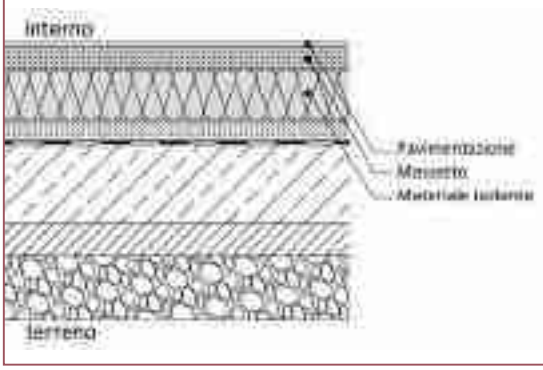

Fonte: YTONG - Xella

**Coibentazione del solaio verso vani non riscaldati con calcestruzzo cellulare aerato autoclavato**

## Coibentazione all'estradosso del solaio controterra

Difficilmente in una riqualificazione energetica si interviene rimuovendo l'intero solaio a contatto con il terreno, per questo l'isolamento termico è, in questi casi, generalmente realizzato sul lato interno. Ciò comporta una variazione della quota del piano di calpestio, quindi si modificano le altezze utili interne e bisogna conseguentemente intervenire anche sulle altezze di eventuali aperture. Prima di coibentare il solaio è necessario eliminare l'eventuale umidità di risalita dal terreno prevedendo adeguati accor-

**Stratigrafia**




### VANTAGGI

- Possibile intervenire senza rimuovere la struttura portante.
- Possibile raggiungimento dei valori limite per accedere alle detrazioni fiscali per il risparmio energetico.

### SVANTAGGI

- Intervento invasivo che richiede il rifacimento dei massetti e delle pavimentazioni esistenti.
- Necessario valutare e risolvere la possibile interferenza dell'isolamento termico con installazioni impiantistiche già presenti.
- Possibile intervenire sui ponti termici solo intervenendo sulle pareti esterne o risvoltando la coibentazione sulle pareti interne.

### MATERIALI ISOLANTI ADATTI ALL'INTERVENTO

- Materiali di origine sintetica: XPS, poliuretano.
- Vetro cellulare.
- Materiali di origine naturale: sughero, sughero granulare.
- Materiale di origine minerale idrofobizzato: perlite idrofobizztata.

gimenti, come la posa di una guaina di impermeabilizzazione sul lato freddo dell'isolante. La posa delle tubazioni impiantistiche dovrebbe sempre avvenire sopra allo strato isolante, per evitare di tagliare il coibente con il passaggio delle tubazioni e per scongiurare, nelle zone climatiche più fredde, possibili problemi di gelo.

**Dove è possibile applicarlo:** la coibentazione all'estradosso del solaio controterra è possibile nei casi in cui si decida di intervenire sui pavimenti e sui massetti esistenti. È necessario verificare preliminarmente la presenza di eventuale risalita di umidità, e prendere provvedimenti per risolvere il problema prima della posa della coibentazione.

| Tabella di valutazione | |
|---|---|
| **COIBENTAZIONE ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA** | |
| Efficacia invernale | ☺☺ |
| Efficacia estiva | ☺☺ in funzione del materiale scelto |
| Mitigazione ponti termici | ☺ necessario prevedere risvolti sulle pareti e sui solai che interrompono la continuità dell'isolante |
| Assenza di condensa interstiziale | ☺ in funzione del materiale scelto |
| Costo dell'intervento | ☺ incide la rimozione della pavimentazione e il rifacimento dei massetti |



Fonte: Sasil

**Coibentazione fondazioni con vetro cellulare**

# 14.5 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PARZIALE DELL'INVOLUCRO



**Intervento di risanamneto parziale**

Se un intervento globale sull'intero sistema edificio-impianto permette di bilanciare e definire in modo ottimale le diverse misure da intraprendere, le problematiche maggiori si verificano nel caso di interventi parziali. Questo tuttavia non impedisce che laddove non sia possibile un unico intervento globale, ad esempio per mancanza dei necessari finanziamenti, non possa comunque essere interessante, ai fini della riduzione dei consumi energetici, intervenire con interventi parziali da attuare in step temporali successivi.
Gli interventi parziali devono essere progettati e realizzati tenendo conto dei possibili rischi a cui si va incontro: sia per chi progetta, ma anche per chi realizza l'intervento. Al committente deve essere chiaro che ogni misura può avere delle ripercussioni anche negative sull'edificio. Se si sostituiscono i serramenti senza intervenire sull'involucro opaco si può, ad esempio, andare incontro a problematiche di formazione di muffa sulle pareti più fredde, soprattutto laddove la ventilazione degli ambienti risulti insufficiente.

Le possibili ripercussioni negative dipendono dalla scelta dei materiali e dei sistemi, dalla combinazione e dalla sequenza degli interventi.
Affinché interventi di risanamento parziale non siano l'origine di danni o problematiche per l'edificio e per gli oc-

cupanti, esse devono essere previste, valutate e regolate. In particolare, risultano fondamentali:

- attenta analisi dello stato di fatto;
- definizione degli obiettivi che si vogliono raggiungere con i diversi step di riqualificazione;
- progettazione degli interventi e della loro successione temporale;
- verifica degli obiettivi in base allo stato di fatto raggiunto con i diversi interventi;
- programma di gestione e monitoraggio dell'edificio parzialmente riqualificato.

# 14.6 ATTENZIONE AI PUNTI CRITICI: MITIGAZIONE DEI PONTI TERMICI

Nella maggior parte degli edifici realizzati in Italia fra gli anni '60 e gli anni '80 del secolo scorso, molti sono i punti di discontinuità termica dell'involucro. Per attuare un corretto intervento di risanamento non si potrà prescindere, nella fase di analisi dell'esistente, dall'individuare i ponti termici dell'involucro edilizio per poi procedere alla loro mitigazione, sia nel caso di una coibentazione con isolamento dall'interno che in intercapedine o dall'esterno.

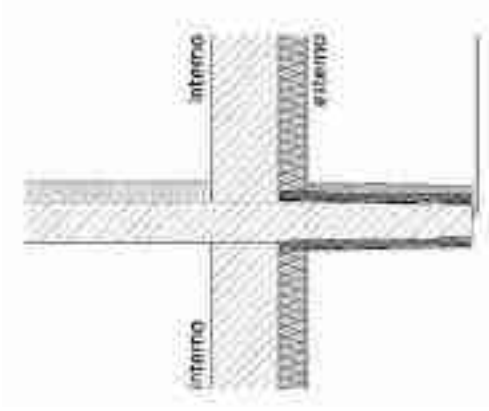
Per la risoluzione dei ponti termici, la strategia più opportuna è quella di garantire la completa continuità e uniformità dello strato isolante su tutte le superfici disperdenti dell'involucro. Laddove questo non sia possibile, come nel caso dell'isolamento dall'interno, l'attenuazione del ponte termico può essere realizzata applicando il concetto di sovrapposizione, ossia andando a prolungare la posa dell'isolamento termico sui due lati dello stesso elemento costruttivo in modo da allungare il percorso di fuoriuscita del flusso di calore (si pensi ad es. agli aggetti).
L'obiettivo principale di un intervento di risoluzione o mitigazione dei ponti termici, deve essere quello di evitare temperature superficiali interne critiche per il rischio di formazione di muffa sulle superfici interne più fredde, scongiurando le conseguenti ricadute sulla salute degli occupanti. Solo in secondo luogo viene la necessità di ridurre le perdite energetiche associate ai ponti termici.

A seconda del tipo di intervento (isolamento dall'esterno o isolamento dall'interno) sono analizzate in modo schematico le possibili soluzioni per la riduzione dei ponti termici in corrispondenza di alcuni nodi costruttivi ritenuti significativi.

## Ponti termici nel caso di isolamento termico dall'esterno

### BALCONI O AGGETTI CHE INTERROMPONO LA CONTINUITÀ DELLO STRATO ISOLANTE

Questo nodo può essere risolto solo con "l'impacchettamento" del balcone (compresi eventuali parapetti in muratura) o dell'aggetto con materiale isolante su tutti i lati o in alternativa con la rimozione dell'elemento e la sua nuova realizzazione mediante struttura portante agganciata solo puntualmente attraverso fissaggi a taglio termico alla muratura.




Sezione verticale



Fonte: Hella

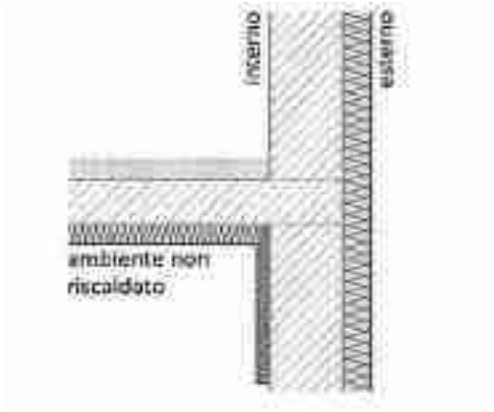
**Coibentazione del balcone**



**Costruzione di un balcone con struttura esterna**

### NODO TRA PARETE ESTERNA E SOLAIO VERSO LOCALI NON RISCALDATI (AD ES. GARAGE O CANTINA ) CON ISOLAMENTO TERMICO SUL LATO INFERIORE

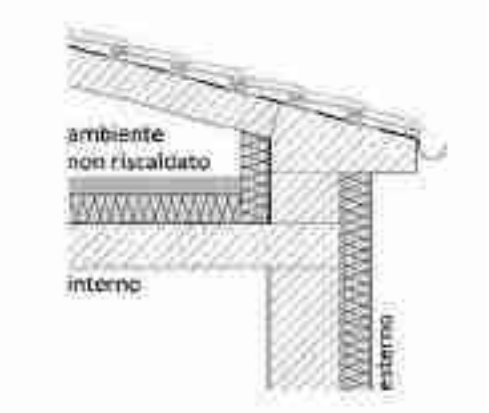
Il ponte termico può essere attenuato, ma non completamente risolto, facendo proseguire lungo i due lati della parete esterna sia l'isolamento termico esterno di facciata sia l'isolamento termico del solaio.




Sezione verticale

### NODO TRA PARETE ESTERNA E IL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO NON RISCALDATO

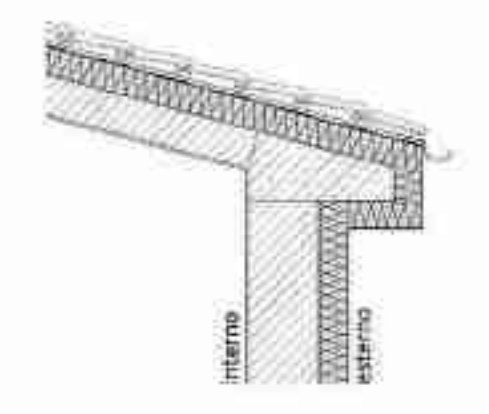
Il ponte termico dovuto al cornicione/trave di bordo, può essere attenuato facendo proseguire l'isolamento termico del solaio anche lungo la trave di bordo oppure intervenendo con un isolamento termico sul lato interno del solaio e della parete in corrispondenza del nodo tra i due elementi costruttivi.




Sezione verticale

### NODO TRA PARETE ESTERNA E COPERTURA INCLINATA

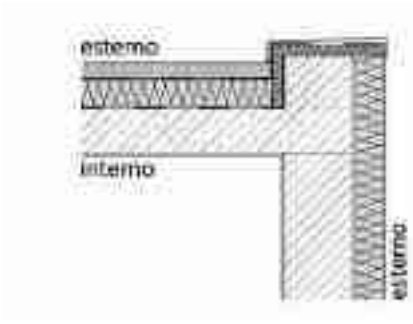
In questo caso, si deve garantire la continuità fra isolamento termico della parete e isolamento termico della copertura, tramite coibentazione del cornicione/trave di bordo.




Sezione verticale

### NODO TRA PARETE ESTERNA E COPERTURA PIANA

Per mitigare il ponte termico l'isolamento termico deve essere continuo, lungo tutti i lati del cordolo perimetrale o, nel caso del parapetto, prolungato il più possibile in altezza lungo ambedue i lati.




Sezione verticale

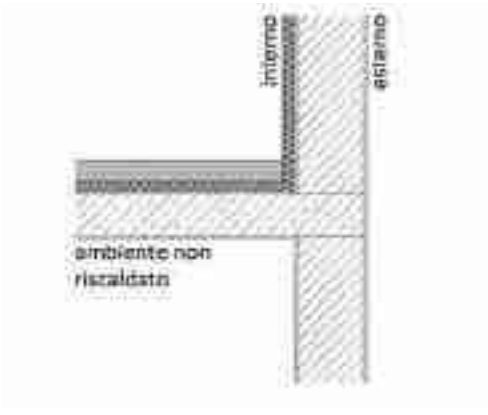
## Ponti termici nel caso di isolamento termico dall'interno



Fonte: Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it

### NODO TRA PARETE ESTERNA E SOLAIO CONTRO TERRA O SOLAIO VERSO AMBIENTI NON CLIMATIZZATI (PRIMO SOLAIO)

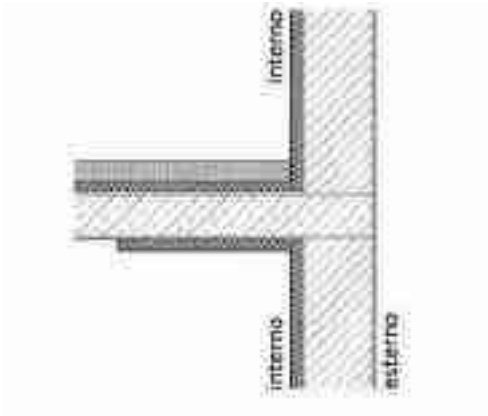
L'isolamento termico dall'interno del primo solaio deve essere realizzato in continuità con l'isolamento interno delle pareti esterne. Nel caso di isolamento termico del solaio verso ambienti non climatizzati, per agevolare la mitigazione dei ponti termici nel caso in cui anche le pareti siano isolate dall'interno, è sempre meglio intervenire dall'interno, se possibile. Se l'isolamento termico viene posato invece sul lato inferiore del solaio, è opportuno prevedere comunque uno spessore minimo anche sul lato superiore interno.




Sezione verticale

### NODO TRA PARETE ESTERNA E SOLAIO INTERNO

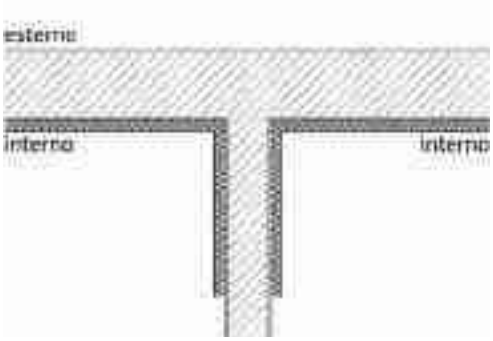
In questi casi, per mitigare il ponte termico, è possibile far proseguire l'isolamento lungo ambedue i lati dell'elemento di partizione interno orizzontale, anche mediante elementi a cuneo, in modo da limitare la dispersione del calore in corrispondenza del nodo.




Sezione verticale

### NODO TRA PARETE ESTERNA E PARETE INTERNA

Anche in questi casi si procede facendo proseguire l'isolamento lungo l'elemento di partizione verticale. Nel caso di pareti non portanti, un'alternativa potrebbe essere quella di tagliare l'elemento di partizione in corrispondenza dell'aggancio con la parete esterna, per permettere la posa dell'isolante in continuità con quello della parete esterna. In alternativa sarà necessario prevedere un risvolto di coibentazione lungo il tramezzo interno.




Sezione orizzontale

### SOLUZIONE ATTIVA DEI PONTI TERMICI

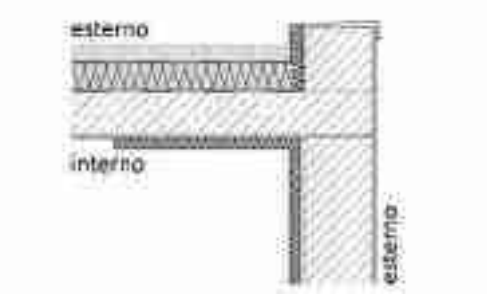


I ponti termici non possono sempre essere risolti passivamente per ridurre la dispersione di calore e ridurre il rischio di formazione di muffa, cioè applicando un isolamento dall'esterno o dall'interno. In questi casi, si possono applicare le seguenti opzioni:

- installare un sistema di ventilazione meccanica controllata per garantire un ridotto tenore di umidità relativa negli ambienti riducendo il rischio di formazione di muffa;
- optare per la soluzione attiva dei ponti termici: questo comporta l'installazione di resistenze elettriche sotto l'intonaco. Se la temperatura scende sotto il valore critico per la formazione di muffa, gli elementi si attivano e riscaldano l'area critica impedendo la formazione di condensa e muffa.

### NODO TRA PARETE ESTERNA E COPERTURA PIANA/ULTIMO SOLAIO CON ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO

In questi casi, per la risoluzione termica del nodo, è necessario intervenire con il risvolto dell'isolamento interno anche sul soffitto.




Sezione verticale

# 14.7 SERRAMENTI

Nella riqualificazione di un edificio è fondamentale intervenire anche sui serramenti, in quanto ad essi è imputabile una voce importante (circa il 20-25%) delle dispersioni termiche totali di un edificio esistente.

**Perdita di calore di una casa tradizionale: incidenza dei serramenti**




Per ottenere i migliori risultati è però necessario operare una riqualificazione dell'intero "foro finestra", cioè intervenire anche:

- sul cassonetto esistente, se presente;
- sul davanzale passante, se presente;
- sul vecchio controtelaio, se presente, soprattutto se questo è in metallo (materiale che, come noto, è un ottimo conduttore di calore);
- sulle schermature solari per la riduzione degli apporti solari nella stagione estiva.

In questo modo possono essere garantite prestazioni termiche e di tenuta all'acqua, all'aria e al vento adeguate, soddisfacenti prestazioni acustiche e può essere evitato il surriscaldamento estivo dei locali interni. Solo in casi molto limitati, può avere senso mantenere i serramenti esistenti: se sono stati sostituti di recente, se non presentano difetti costruttivi o la situazione permette di intervenire con dei miglioramenti (ad es. per quanto riguarda la tenuta all'aria o la sostituzione dei vetri con vetrate isolanti) o in caso di edifici vincolati.

Ancor più che per le altre opere, l'intervento sui serramenti deve essere eseguito a perfetta regola d'arte per poter raggiungere i requisiti prestazionali attesi.

Quando si sceglie un infisso gli aspetti da tenere in considerazione sono:

- prestazioni di isolamento termico dell'intero elemento composto da telaio, vetro isolante e distanziale (che in funzione delle reali dimensioni della finestra determinano la trasmittanza termica dell'intero serramento $U_W$);
- capacità del vetro di favorire o meno l'ingresso dell'energia solare (fattore solare g);
- capacità del vetro di favorire o meno l'ingresso della luce solare (trasmissione luminosa TL)
- prestazioni acustiche;
- tenuta all'acqua e al vento;
- sicurezza anti-intrusione.

### PRIMA ISOLARE, POI SOSTITUIRE



È in generale sconsigliabile intervenire sui serramenti senza prevedere, prima o contemporaneamente, interventi di isolamento termico delle pareti (esternamente o internamente).
I serramenti di nuova generazione garantiscono infatti una maggiore ermeticità (tenuta all'aria) rispetto ai serramenti esistenti e minimizzano gli spifferi. Questo naturalmente è positivo, in quanto si riducono le perdite energetiche indesiderate, ma, se la ventilazione dei locali non è regolare ed efficace, si possono verificare problemi di formazione di muffa e di condensa sulle pareti più fredde non coibentate. Pertanto, se si vogliono garantire buoni livelli di comfort negli ambienti è bene associare alla sostituzione dei serramenti anche la coibentazione delle superfici opache. In caso contrario sarà necessario ricambiare periodicamente l'aria manualmente o tramite un impianto di ventilazione meccanica controllata.

## Gli interventi di riqualificazione energetica del foro finestra

La riqualificazione del foro finestra è un'operazione molto delicata, soprattutto quando avviene in una casa abitata, in quanto occorre trovare la giusta mediazione tra la volontà da parte dei committenti di avere il miglior infisso dal punto di vista estetico, termico e acustico, le esigenze di contenere al minimo i costi dell'intervento e, soprattutto, la necessità di limitare il più possibile i disagi per gli abitanti.
Non esiste una modalità di posa dei serramenti che sia la migliore in assoluto e quindi non è possibile generalizzare: di volta in volta occorrerà esaminare la situazione di partenza e tenere conto di quali sono le esigenze prioritarie per il committente.
Ogni intervento proposto corregge una sola criticità del serramento esistente. Qualora si riscontrasse che il serramento esistente possiede tutte le criticità indicate allora si suggerisce la sostituzione integrale del vecchio serramento con un nuovo sistema completo e performante in ogni componente.

**Intervento 1**

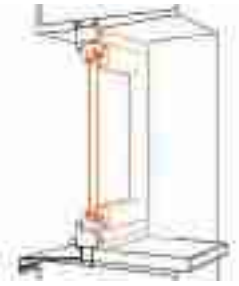
**SOSTITUZIONE DEL TELAIO MOBILE CON FISSAGGIO SU TELAIO ESISTENTE**



**1.**
L'anta e la ferramenta della vecchia finestra vengono rimosse mentre il telaio fisso viene mantenuto.



**2.**
I nuovi profili vanno a rivestire il telaio esistente sul lato interno della finestra.



**3.**
Successivamente la nuova anta viene agganciata al telaio con profili a scomparsa.

**Vantaggi:** miglioramento delle prestazioni dell'infisso; riduzione degli spifferi; intervento con disagio minimo in termini di polvere e rumore, in quanto non è necessario allestire un cantiere; l'aspetto esterno del foro finestra rimane inalterato, ma si può realizzare una nuova estetica sul lato interno.
**Svantaggi:** possibile diminuzione della superficie vetrata.


Fonte: Finstral

**Rivestimento del vecchio telaio con un nuovo serramento**

Intervento 2

**TAGLIO DELLA BANCHINA O SOGLIA E INSERIMENTO DEL QUARTO LATO DEL CONTROTELAIO.**

Questa operazione non può essere effettuata singolarmente, ma si deve effettuare solo in concomitanza della sostituzione dell'intero serramento esistente con uno nuovo.

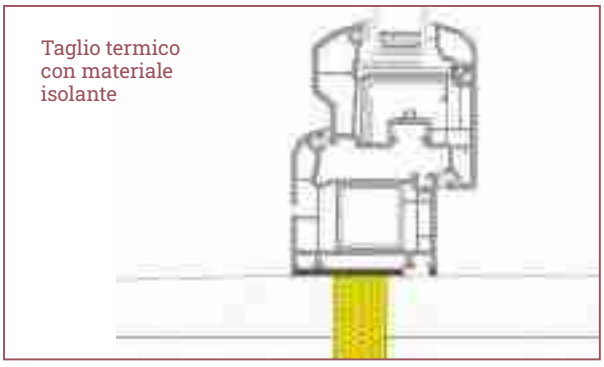
**Vantaggi:** si elimina il ponte termico, che può essere causa di condensa e di dispersioni di calore.
**Svantaggi:** richiede opere murarie.

Intervento 3

**TAGLIO DELLA SOGLIA/DAVANZALE PASSANTE CON INSERIMENTO DI TAGLIO TERMICO CON MATERIALE ISOLANTE.**

L'intervento prevede l'interruzione della soglia/davanzale passante tramite la realizzazione di un taglio termico di dimensione adeguata in base alla zona climatica e al tipo di isolante utilizzato.

**Vantaggi:** si interrompe il passaggio del flusso di calore.
**Svantaggi:** richiede di intervenire sulla soglia/davanzale esistente tramite utensili specifici e di interporre un materiale isolante adeguato alla realizzazione del taglio termico. Questo intervento si realizza generalmente in concomitanza con la sostituzione dell'infisso.






**Sottobancale isolato**

Intervento 4

**COIBENTAZIONE DELLE SPALLETTE LATERALI ESTERNE DEL FORO FINESTRA**

Nel caso in cui l'intervento sul serramento sia accompagnato dalla coibentazione esterna delle pareti, è di fondamentale importanza dare continuità all'isolante esterno, coibentando anche l'imbotte del foro finestra con uno spessore di almeno 5-6 cm.


Fonte: Tecnosugheri

**Coibentazione dell'imbotte della finestra**

**Vantaggi:** riduzione delle perdite di calore associate al foro finestra; mitigazione del ponte termico e riduzione del rischio di condensa e formazione muffa.
**Svantaggi:** possibile restringimento del foro finestra. Per ovviare questo problema si possono utilizzare materiali speciali (ad es. aerogel) che a parità di prestazione isolante richiedono spessori inferiori, a costi però più elevati rispetto agli altri materiali.

Intervento 5

**SOSTITUZIONE INTEGRALE DELL'INTERO SERRAMENTO**

La sostituzione integrale di tutti i componenti del foro finestra è in molti casi la soluzione migliore per eliminare tutte le criticità del serramento esistente e non sempre questo intervento è più costoso della somma degli interventi parziali illustrati nei punti precedenti.

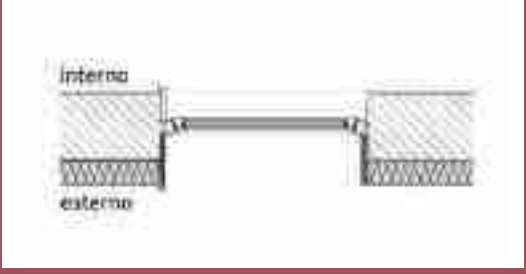



**Sostituzione del serramento**

## COIBENTAZIONE FORO FINESTRA



Nel caso sia possibile coibentare le pareti esterne, è preferibile portare il piano di posa del serramento sul piano dell'isolante per garantire una continuità termica fra i due elementi isolanti, consentendo così una migliore riduzione dei ponti termici.




Nel caso questo non fosse possibile, sarà necessario isolare le mazzette laterali del foro finestra fino a raggiungere il telaio fisso del serramento.

## FOCUS: il cassonetto

Il cassonetto ha un ruolo fondamentale: è l'elemento che raccoglie l'avvolgibile e chiude superiormente il foro finestra. Se coibentato e adeguatamente sigillato, contribuisce alla riduzione degli spifferi e all'isolamento termico e acustico.

L'entrata in vigore del Decreto Requisiti Minimi del 26 giugno 2015 ha riconosciuto il contributo fondamentale del cassonetto negli interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti, stabilendo per questo elemento un valore limite della sua trasmittanza termica pari a quello richiesto per le finestre, in funzione della zona climatica.

Un ulteriore miglioramento dei valori di trasmittanza termica U si avrà a partire dal 2021. In Lombardia i valori del 2021 sono stati anticipati a partire dal 01/01/2017, nella Provincia Autonoma di Trento dal 13/04/2017 e in Emilia-Romagna dal 01/01/2019.

Quindi, per essere in regola con quanto richiesto dal Decreto, nel caso si intervenga anche sul cassonetto e non solo sul serramento, sarà necessario verificare anche la trasmittanza termica di questo componente e non solo quella del serramento.

La trasmittanza termica del cassonetto (Usb) viene determinata tramite calcolo secondo la norma UNI EN ISO 10077-2. In condizioni particolari, potrebbe rendersi necessario anche quantificare il ponte termico esistente tra finestra e cassonetto. Il valore complessivo di finestra e cassonetto può essere poi determinato con il calcolo della media ponderata, considerando le superfici e le trasmittanze termiche di finestre e cassonetti oggetto dell'intervento.



**Coibentazione del cassonetto**

Gli interventi che è possibile eseguire sul cassonetto devono essere valutati di volta in volta, a seconda delle condizioni e particolarità dello stato di fatto.

**Intervento 1**

### COIBENTAZIONE DEL CASSONETTO SULLE PARETI INTERNE E SUI FIANCHI

Questo intervento può essere eseguito artigianalmente o utilizzando soluzioni specifiche presenti sul mercato. Prevede la coibentazione integrale del cassonetto all'interno del vano in cui è inserito, senza necessità di opere murarie. Si può integrare con l'applicazione di uno spazzolino di tenuta interna in corrispondenza della feritoia di passaggio dell'avvolgibile, in modo da ridurre l'ingresso di aria esterna. La coibentazione interna del cassonetto esistente può essere realizzata con appositi pannelli coibenti, anche di ridotto spessore. Questo tipo di intervento consente, in genere, di ridurre a un terzo la dispersione termica associata al cassonetto.

**Vantaggi:** intervento senza opere murarie e di facile realizzazione.
**Svantaggi:** il mantenimento della feritoia della cinghia di scorrimento non consente una perfetta tenuta all'aria dell'infisso.



**Coibentazione su tutti i lati del cassonetto**

**Intervento 2**

### SIGILLATURA DEL CASSONETTO

Questo intervento consiste nella motorizzazione del cassonetto e nell'eliminazione della cinghia di sollevamento con conseguente chiusura delle feritoie di passaggio della cinghia.

**Vantaggi:** associato all'intervento precedente elimina/riduce le debolezze tipiche dei cassonetti esistenti. Eliminando il rullo della cinghia di sollevamento si ricava maggior spazio per la coibentazione laterale del cassonetto e si migliora la tenuta all'aria.
**Svantaggi:** è necessario motorizzare gli avvolgibili per il loro sollevamento.



**Cassonetto isolato**

**Intervento 3**

### SOSTITUZIONE INTEGRALE CON UN CASSONETTO COIBENTATO

La sostituzione del cassonetto può avvenire nel caso in cui venga risanato completamente il foro finestra. Sul mercato sono oggi largamente diffusi i cassonetti con ispezione esterna, che consentono una maggiore tenuta all'aria rispetto a quelli con ispezione frontale interna.

**Vantaggi:** l'intervento può essere seguito anche in assenza di opere murarie; è generalmente poco invasivo e di facile realizzazione. Si riducono le dispersioni termiche associate al cassonetto, migliorando complessivamente le prestazioni del serramento. Esistono sul mercato modelli particolarmente performanti per la loro capacità di tenuta all'aria.
**Svantaggi:** il costo di un nuovo cassonetto.




**Sostituzione del cassonetto coibentato per riqualificazione**

**Intervento 4**

### INSTALLAZIONE DI UN NUOVO CASSONETTO IN UNO ESISTENTE

Quando si installa un isolamento esterno e si sostituisce la finestra, si consiglia di sostituire anche il cassonetto.
Le soluzioni moderne prevedono l'installazione del cassonetto isolato a filo del cappotto termico. Lo spessore del cappotto dipende dallo spessore del cassonetto della tap-

parella. È anche possibile installare il nuovo cassonetto nell'apertura esistente del vecchio cassonetto.

**Vantaggi:** Rappresenta una soluzione completa in termini di risoluzione dei ponti termici. Si aumenta l'incidenza della luce perché la finestra può essere spostata verso l'esterno a filo interno del isolamento esterno. È possibile mantenere le finestre esistenti durante i lavori e fino all'installazione delle nuove finestre.
**Svantaggi:** Soluzione più costosa: sono generalmente necessarie opere murarie.

# 14.8 SOPRAELEVAZIONE COME STRUMENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Sopraelevare un edificio esistente può essere una buona strategia, sia per ampliare gli spazi della propria abitazione che per riqualificarla energeticamente e dare più valore al proprio immobile.
Sono diverse le Pubbliche Amministrazioni che hanno introdotto all'interno dei propri strumenti urbanistici bonus volumetrici per incentivare la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente e la sostenibilità ambientale. Sopraelevare significa, infatti, aumentare il proprio spazio abitativo preservando gli spazi verdi e inedificati e la densità del costruito.

I vantaggi di una sopraelevazione dal punto di vista energetico sono molteplici:

- si riducono le dispersioni dei locali posti all'ultimo piano esistente per la presenza del nuovo piano superiore riscaldato;



**Intevento di ristrutturazione con sopaelevazione in legno**



**Esempio di risanamento con sopraelevazione a Bolzano, Renschhaus: prima (sopra) e dopo (sotto)**



- la prestazione energetica dei nuovi locali sarà migliore rispetto a quelle dei locali esistenti per l'aggiornamento della normativa sul risparmio energetico e l'utilizzo di materiali e i componenti tecnologici di nuova generazione;
- si avrà un miglioramento delle prestazioni energetiche del solaio di copertura con riduzione delle dispersioni invernali e miglioramento delle prestazioni estive.

In caso di sopraelevazione è necessario:

- studiare attentamente il nodo di attacco tra la struttura esistente e quella di nuova realizzazione, sia dal punto di vista strutturale che energetico, per evitare ponti termici;
- riqualificare le strutture esistenti per ridurre il gap di prestazione energetica tra l'esistente e la sopraelevazione, e fare sì che l'edificio si comporti uniformemente dal punto di vista termico, sfruttando al massimo il potenziale della sopraelevazione;
- progettare attentamente la parte strutturale in quanto, aggiungendo carico alla struttura portante esistente, bisogna verificare la necessità di eventuali interventi strutturali di consolidamento sull'edificio esistente. Nelle zone sismiche l'intervento di sopraelevazione comporta un adeguamento sismico dell'intero fabbricato;
- utilizzare strutture portanti leggere come il legno, l'acciaio o il calcestruzzo cellulare autoclavato per rendere la sopraelevazione meno onerosa dal punto di vista strutturale;
- la normativa sulle sopraelevazioni non è unica su tutto il territorio nazionale, ma si differenzia in base alla zona di ubicazione dell'edificio ed è pertanto necessario valutare le possibili soluzioni con un tecnico competente e qualificato.

# 14.9 RISANAMENTO IMPIANTI

Il passo successivo alla riqualificazione energetica dell'involucro edilizio è la riqualificazione degli impianti esistenti o la loro sostituzione o integrazione. L'intervento sugli impianti, seppur complesso e in taluni casi oneroso, è di notevole importanza per garantire comfort all'interno dell'edificio o dell'unità immobiliare appena riqualificata energeticamente, e per sfruttare appieno le potenzialità dell'involucro risanato.

Le possibili strategie per intervenire sugli impianti esistenti sono due e la scelta della loro applicazione richiede il parere di un tecnico qualificato.

Possono essere così riassunte:

- intervento di sostituzione e installazione di un nuovo sistema impiantistico (rifacimento di tutto l'impianto);
- sostituzione parziale del sistema impiantistico (rifacimento parziale di singoli sottosistemi).

## Sostituzione o installazione di un nuovo sistema impiantistico

Il completo rifacimento dell'impianto risulta sicuramente l'intervento più opportuno nel caso di riqualificazione globale di un edificio o di una unità immobiliare con impianto autonomo, ove si intervenga globalmente sull'involucro edilizio in tutte le sue componenti opache e vetrate.

Esso prevede interventi su tutti i sottosistemi impiantistici, ovvero la generazione, la distribuzione, l'emissione e la regolazione dell'impianto. È auspicabile, inoltre, l'integrazione del nuovo sistema impiantistico con tecnologie che sfruttino le fonti energetiche rinnovabili (ad es. pannelli fotovoltaici per la produzione di elettricità).



**Vecchia caldaia a gasolio**

**ATTENZIONE!**



La riqualificazione dell'involucro edilizio determina una considerevole riduzione del fabbisogno energetico, per riscaldamento e raffrescamento, e delle relative potenze richieste per la copertura impiantistica. Ne deriva che anche i sistemi impiantistici dell'edificio dovranno essere adeguati a questa nuova situazione.

Molto spesso, in passato, si installavano impianti sovradimensionati rispetto al reale fabbisogno dell'edificio, con costi inutili sia per l'acquisto che per la gestione dell'impianto.

### SOSTITUZIONE DEL GENERATORE

La sostituzione del generatore consente di scegliere un impianto realmente dimensionato sugli effettivi fabbisogni risultanti dall'efficientamento energetico dell'involucro, con la possibilità di sfruttare al massimo le fonti rinnovabili disponibili in loco (ad es. integrazione con fotovoltaico, solare termico o geotermia). Questo intervento consente inoltre di installare generatori con più funzioni (ad es. pompa di calore per riscaldamento e raffrescamento), riducendo il numero dei generatori e semplificando l'impianto.

La sostituzione del vecchio generatore di calore può avvenire installando:

- caldaie a biomassa;
- sistema ibrido con pompa di calore integrata con caldaia modulante a condensazione;
- pompe di calore modulanti ad inverter, che possono essere utilizzate per il riscaldamento, il raffrescamento e la produzione di acqua calda sanitaria;
- aggregati compatti che integrano la ventilazione meccanica controllata con il riscaldamento, il raffrescamento e la produzione di acqua calda sanitaria;
- sistemi ad aria calda (per fabbisogni energetici molto contenuti) e pompa di calore per l'acqua calda sanitaria.

Va inoltre sempre verificata la possibilità di allacciamento allo scambiatore per l'allacciamento al teleriscaldamento come specificato dal Decreto Requisiti Minimi 26 giugno 2015.

Con la sostituzione del generatore è possibile anche sostituire il vettore energetico ovvero la fonte energetica del generatore esistente, passando da un vettore energetico fossile non rinnovabile (ad es. metano) a un vettore non fossile e rinnovabile (ad es. corrente elettrica da fotovoltaico). Questo consente di ridurre sensibilmente le emissioni di gas serra.

### SOSTITUZIONE DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Sostituire le tubazioni di distribuzione esistenti permette di ottimizzare il rendimento di distribuzione, riducendo le perdite di calore incontrollate (sia in ambiente interno che esterno) e convogliando il calore nel modo corretto a tutti i terminali di emissione. Fanno parte del sistema di distribuzione anche le pompe di circolazione e i componenti ausiliari del sottosistema.

### SOSTITUZIONE DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE

La sostituzione (o l'installazione ex novo) del sistema di regolazione permette di ottenere una puntuale ed efficace erogazione del calore, correlata agli effettivi fabbisogni di ogni zona o ambiente, con i giusti tempi di reazione in merito alla variazione dei carichi, sia interni (affollamento e carichi elettrici) che esterni (variazioni di temperatura ed irraggiamento solare). Una regolazione corretta e puntuale, oltre a produrre un risparmio energetico, è sempre auspicabile per massimizzare il comfort interno.

### SOSTITUZIONE DEL SISTEMA DI EMISSIONE

Dimensionamento, installazione e regolazione dei terminali di emissione, realizzati correttamente, permettono di erogare il calore nella giusta quantità, a bassa temperatura di mandata, così da consentire l'abbinamento con generatori di calore alimentati da fonti rinnovabili, per ottenere maggior risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di gas serra.

### PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione e la distribuzione di acqua calda sanitaria va attentamente valutata. Se le utenze sono poche e dislocate in punti lontani tra di loro va valutato se è più dispendioso, dal punto di vista energetico, avere un solo generatore centralizzato, con distribuzione e ricircolo, considerando anche i rischi sanitari correlati (legionella), oppure se sia più opportuno installare più generatori di acqua calda decentralizzati, in pompa di calore, raggruppando tra loro utenze vicine.

### INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI TERMICI O FOTOVOLTAICI

A seguito di attenta valutazione progettuale e di un'analisi costi/benefici (sia in termini economici che energetici), elaborata da un tecnico qualificato, potrebbe essere opportuna l'installazione di pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria o l'installazione di pannelli fotovoltaici. Tali sistemi potrebbero portare grandi benefici sotto il profilo del risparmio energetico: ad esempio, ad una pompa di calore supportata da un solare fotovoltaico. Si raccomanda comunque un'installazione integrata, in completa sinergia con gli altri impianti presenti nell'edificio.



**Locale tecnico con tubazioni isolate**



**Impianto solare**



**Installazione ventilazione meccanica**

### VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

L'obiettivo di raggiungere con la riqualificazione energetica elevati standard di efficienza, deve far riflettere anche sulle modalità più opportune di ventilazione dell'edificio. La riduzione delle perdite per trasmissione attraverso l'involucro opaco e trasparente, ottenuta attraverso l'isolamento termico, può essere ulteriormente incrementata con la riduzione delle perdite per ventilazione, grazie all'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata con recupero del calore ad alta efficienza. Tale soluzione risulta parti-

colarmente opportuna nel caso di edifici con elevati requisiti di qualità dell'aria interna o con elevato affollamento, per i quali è richiesto un elevato numero di ricambi orari.

L'installazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata, oltre a ridurre la concentrazione di sostanze inquinanti negli ambienti interni ($CO_2$, formaldeide, VOC, polveri, ecc.), permette di tenere sotto controllo anche l'umidità interna: per questo dovrebbe essere sempre prevista laddove si intervenga con un isolamento dall'interno, per evitare possibili problemi di condensazione e formazione di muffe sulle superfici più fredde.

L'installazione di un sistema di ricambio di aria con recupero di calore è legata principalmente agli spazi installativi necessari: in primo luogo quello per la macchina di ventilazione, installata internamente o esternamente a seconda della tipologia e della portata, poi gli spazi necessari per alloggiare i canali in ambiente riscaldato, le bocchette, i collettori di distribuzione e i silenziatori. Inoltre, va prestata particolare attenzione al ripristino (tenuta all'aria, all'acqua e isolamento termico) di tutti i fori necessari al passaggio dei canali tra ambiente riscaldato e ambiente non riscaldato o esterno.

Si raccomanda sempre l'installazione di un sistema di regolazione automatica della VMC, possibilmente integrato con gli altri impianti presenti, con sonde di temperatura, umidità e $CO_2$ qualora l'utilizzo degli ambienti lo rendesse necessario.

**VANTAGGI**

- Miglioramento dell'efficienza energetica complessiva dell'edificio o dell'unità immobiliare con impianto autonomo.
- Dimensionamento ottimale di tutti i componenti.
- Riduzione dei costi in fase di utilizzo.
- Aumento del comfort interno.
- Raggiungimento della quota di copertura con fonti energetiche rinnovabili.
- Ottimizzazione dello sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili.
- Riduzione delle potenze degli impianti installati.
- Semplificazione della gestione del sistema.

**SVANTAGGI**

- Necessità di individuare spazi da destinare ai nuovi componenti impiantistici.
- Necessità di interventi murari e di individuare spazi da destinare ai nuovi componenti impiantistici.
- Costi.

## Sostituzione parziale del sistema impiantistico

Un intervento parziale presenta sempre alcune criticità, da analizzare e risolvere attentamente insieme a un tecnico qualificato e competente.
Se si opera prevedendo la sostituzione degli impianti per step successivi, per esempio per mancanza di finanziamenti, si dovranno analizzare le diverse e successive configurazioni del sistema. Per ogni misura intrapresa andranno valutate le possibili ripercussioni sull'edificio, sui nuovi impianti appena installati, sugli impianti esistenti riutilizzati. Si deve perciò agire dopo attenta analisi di ogni passaggio successivo, sia in termini di interazione tra gli impianti che di comfort interno. Si devono analizzare le interazioni tra i nuovi impianti e le componenti esistenti. Ad esempio, una pompa di calore o una caldaia a condensazione nuova, collegata a tubazioni e a terminali esistenti potrebbe subire danni a causa di sporcizia o impurità presenti nei sitemi di distribuzione e di emissione, oppure potrebbe fornire calore in modo disomogeneo tra un'ambiente e un altro, a causa del dimensionamento non corretto dei terminali di emissione esistenti.
Da ultimo, ma non meno importante, l'intervento per step deve considerare la logistica dei vari impianti: percorsi, sovrapposizioni ed interferenze. Questo deve essere attentamente considerato per evitare sovra costi derivanti da nodi non risolti o dalla necessità di smontare e riposizionare un impianto appena montato.

Gli interventi per step successivi possono riguardare:

### SISTEMA DI GENERAZIONE

Le caldaie esistenti sono spesso sovradimensionate rispetto al fabbisogno energetico dell'edificio non riqualificato, a causa di mancanza di calcoli termotecnici accurati e di installazioni troppo cautelative rispetto alle effettive esigenze. Esse hanno valori di rendimento ottimale (comunque basso) quando funzionano al massimo della potenza, e spesso hanno un funzionamento di tipo on/off monostadio, con bassi rendimenti di combustione. In caso di riqualificazione energetica dell'involucro, si abbassa radicalmente la potenza di picco necessaria, il che porta la caldaia esistente a funzionare a potenze intermedie e con continui cicli di accensione e spegnimento, due fattori che abbassano ulteriormente il rendimento. Inoltre, è alle volte impossibile l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili con i generatori esistenti.

### SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Sostituire le tubazioni esistenti evita perdite di distribuzione incontrollate, come avviene quando tubazioni senza isolamento corrono a vista nell'ambiente riscaldato, o in traccia poco al di sotto dello strato di intonaco. Tale pratica, frequente negli edifici esistenti, causa emissioni di calore non regolabili la cui conseguenza è, da un lato, il surriscaldamento

dell'ambiente che ospita la tubazione, dall'altro la carenza di calore nei terminali. Ancora peggiore, dal punto di vista dell'efficienza energetica, risulta il caso in cui la distribuzione non isolata corra in ambiente non riscaldato o all'esterno.

Merita attenzione anche lo stato delle tubazioni esistenti, in termini di accumulo di sporcizia e deterioramento. Nel primo caso occorre svuotare, lavare attentamente con prodotti opportuni e riempire di nuovo l'impianto con acqua addolcita e trattamento protettivo, al fine di eliminare depositi, incrostazioni, fanghi e microorganismi e massimizzare l'efficienza di trasporto del calore. Nel secondo caso, se le tubazioni non sono accessibili ed ispezionabili, occorre valutare attentamente il pregresso di rotture e manutenzioni, per stabilire l'effettiva possibilità ed economicità di riutilizzare l'impianto esistente. Nel fare questo, si deve considerare che effettuare trattamenti di pulizia e rimessa in funzione di tubazioni metalliche in avanzato stato di corrosione e deterioramento può essere la soluzione meno opportuna, in quanto si può andare incontro a imprevisti, rotture improvvise con conseguenti danni alla struttura, disagi e lievitazione dei costi.
Dal punto di vista sanitario, è assolutamente necessario valutare che il sistema di distribuzione non favorisca lo sviluppo del batterio della legionella. Andranno fatte da tecnici specializzati attente valutazioni in merito alle temperature dell'acqua sanitaria e all'opportunità di un intervento per sanare situazioni potenzialmente pericolose.

### SISTEMA DI REGOLAZIONE

Deve essere previsto un sistema di regolazione di tipo climatico, di zona ed eventualmente di ambiente, efficiente, al fine di evitare il surriscaldamento e gli sprechi energetici. Se fosse già presente un sistema di regolazione, esso deve essere completamente integrato con quanto di nuovo verrà installato o modificato.

### SISTEMA DI EMISSIONE

I terminali di emissione dovrebbero essere cambiati e dimensionati a bassa temperatura. Qualora si decidesse di conservare gli impianti esistenti, si dovrebbero eseguire alcune operazioni di efficientamento energetico quali:

- verifica puntuale, ambiente per ambiente, del corretto dimensionamento del terminale;
- eventuale spostamento dei terminali che si trovano in posizione non opportuna (ad es. i radiatori in nicchia andrebbero posizionati fuori dalla nicchia stessa, che dovrebbe essere chiusa o eventualmente isolata);
- smontaggio, lavaggio e pulizia interna ed esterna dei terminali;
- verifica del corretto funzionamento dei terminali (ad es. parti di terminale che non scaldano, prova di tenuta, ecc.);
- montaggio con opportuno sistema di regolazione;
- riempimento dei terminali e del sistema di distribuzione con acqua addolcita e con condizionante opportuno.

Si sottolinea l'importanza, ai fini dell'efficienza energetica, di installare filtri, addolcitori e condizionamento in funzione delle caratteristiche dell'acqua in ingresso dall'acquedotto, come previsto dalla normativa vigente (UNI 8065 - DPR 59/09).

### SISTEMI DI ACCUMULO

I sistemi di accumulo presenti vanno attentamente esaminati, per capire se possono essere utilizzati per le nuove esigenze dell'edificio: questo vuol dire compatibilità di funzioni e di volume di stoccaggio alle temperature richieste dal nuovo impianto. Nel caso la verifica avesse riscontro positivo, essi andrebbero svuotati, puliti, disincrostati e trattati con un trattamento di disinfezione ed essere opportunamente coibentati con uno strato di isolante di minimo 8 cm, come prescritto dalla Direttiva CasaClima. Nel caso di nuova installazione, questi componenti devono essere sempre installati in ambiente riscaldato o in centrale termica (a meno che non si tratti di sistemi accoppiati "pannello solare termico-bollitore").



**Coibentazione dell'accumulo**

#### VANTAGGI

- Miglioramento dell'efficienza energetica complessiva dell'edificio o dell'unità immobiliare con impianto autonomo.
- Riduzione dei costi in fase di utilizzo.
- Aumento del comfort interno.
- Semplificazione della gestione del sistema.

#### SVANTAGGI

- Maggior onere finanziario rispetto all'intervento contemporaneo su tutti i singoli sottosistemi.
- Necessità di individuare spazi da destinare ai nuovi componenti impiantistici.

# 14.10 CASACLIMA R COME RISANARE, RISTRUTTURARE, RIQUALIFICARE

## Perché risanare con il protocollo CasaClima R

Se in generale la certificazione energetica, come definita dalla legislazione vigente, controlla e certifica se un edificio abbia realmente le caratteristiche di risparmio energetico dichiarate (ad es. dai costruttori, venditori, locatari, ecc.), la certificazione CasaClima ha un valore aggiunto: attesta che in cantiere sono state realizzate a regola d'arte le scelte progettuali di efficienza energetica, salubrità e comfort previste in fase progettuale.

Il percorso della certificazione CasaClima R si può sintetizzare così:

- analisi e valutazione dello stato di fatto;
- determinazione degli interventi possibili;
- sfruttamento del potenziale di miglioramento.

Si passa così dal concetto di definizione di una classe energetica, a quello del raggiungimento dei requisiti prestazionali per i singoli elementi dell'involucro e degli impianti, in funzione dei vincoli urbanistici, legislativi o di tutela storico-paesaggistica a cui l'edificio è soggetto.
Un'attenta valutazione dello stato iniziale e di eventuali vincoli comporta scelte progettuali che non devono essere orientate alla sola prestazione energetica, ma che vogliono soprattutto valutare i punti critici che potrebbero inficiare il risultato finale in termini non solo di consumi, ma soprattutto di comfort interno.

Sono questi ultimi, che l'iter di certificazione CasaClima tiene sotto controllo sia nella fase di progettazione che nella fase di realizzazione:

- la scelta del tipo di materiale qualora l'intervento preveda di isolare l'involucro dall'interno: mentre la coibentazione dall'esterno, se fatta a regola d'arte non crea particolari problematiche, in caso di isolamento dall'interno il rischio da valutare è la formazione di condensa tra la muratura esistente e l'isolante o la presenza di umidità che a lungo termine può compromettere la durabilità dell'intervento;
- la posa del cappotto termico o dell'isolante interno deve essere eseguita a regola d'arte per evitare discontinuità del materiale: essa potrebbe aumentare i ponti termici, anziché attenuarli, favorendo dispersioni termiche e temperature delle superfici interne tali da favorire la formazione di condense e muffe;
- non sempre è necessario sostituire porte e finestre, ma è importante che il raccordo tra il telaio e l'isolante sia a tenuta all'aria (si evitano ancora una volta dispersioni e temperature superficiali interne basse): ciò si ottiene utilizzando adeguati nastri e guarnizioni che devono essere posati correttamente;
- devono essere presenti schermature esterne a protezione delle specchiature vetrate, siano esse esistenti o di nuova installazione, per evitare che la radiazione solare nel periodo estivo entri negli ambienti interni e provochi fenomeni di surriscaldamento;
- gli impianti devono essere bilanciati adeguatamente all'uso e, se esistenti, devono garantire un rendimento minimo;
- il test finale di permeabilità dell'involucro, il Blower Door Test individua infiltrazioni di aria e dispersioni di calore, fisiologiche entro i limiti fissati dal protocollo CasaClima R.

L'esperienza del controllo in cantiere fa della targhetta CasaClima un sigillo di qualità dell'intervento, un plus valore e un atto di trasparenza dovuto al committente e all'utente finale, che affida il proprio benessere abitativo a competenze multidisciplinari.
La terzietà e la neutralità garantite dal fatto che il certificatore è un ente pubblico (l'Agenzia CasaClima è, infatti, ente strumentale della Provincia Autonoma di Bolzano) sono fondamentali affinché la certificazione di qualità CasaClima consenta una scelta consapevole da parte dell'acquirente, dell'affittuario o del committente che comprende il potenziale di rivalutazione dell'immobile.








**Protocollo CasaClima R per unità immobiliare**



**Targhetta CasaClima R**





## UN FELICE INCONTRO:
## Luca Mercalli e CasaClima

**Siamo andati a Vazon, un minuscolo borgo del comune di Oulx (TO) nell'alta Val di Susa, per incontrare nella sua baita il climatologo e glaciologo Luca Mercalli, presidente della Società Meteorologica Italiana e noto divulgatore scientifico. Ed è stata proprio la baita la ragione che ci ha spinto a salire fino a 1650 metri, a pochi chilometri dal confine francese. L'Agenzia CasaClima aveva il piacere di consegnargli la targhetta CasaClima R che certifica, a conclusione del percorso di certificazione, la qualità della ristrutturazione della sua casa. Era quindi anche l'occasione giusta per invitarlo a Bolzano, alla cerimonia dei CasaClima Awards 2021, per ritirare il premio in veste di committente e ripercorrere insieme questa esperienza di adattamento ai cambiamenti climatici che racconta nel suo libro "Salire in montagna", uscito per Einaudi nel 2020.**

**Mercalli è stato contento di ricevere il premio CasaClima Awards?**
L.M. Direi più che soddisfatto. Vivere in una casa a basse emissioni, che produce più di quanto consuma, è quasi un obbligo per una persona come me che si occupa di clima e di ambiente. Ed è soprattutto il metodo per contribuire a ridurre le emissioni di gas serra in uno dei settori più energivori del mondo occidentale che proprio con la casa e in generale, con l'abitare, concorre in maniera determinante al mix delle emissioni nella nostra quotidianità. Pertanto, sono molto contento di ricevere il premio, ma soprattutto di vivere in una CasaClima.

**Il risanamento di questa baita, ci permetta di dirlo, è una ristrutturazione che fa scuola. Perché per realizzarla ha scelto il protocollo CasaClima R, dedicato all'efficienza energetica e alla sostenibilità ambientale di edifici risanati?**
L.M. Questa in effetti è un'antica baita del 1732 ed è soggetta, come è facile immaginare, a numerosi vincoli sia di tipo estetico che tecnologico. Il primo importante tema è stato quindi quello della facciata in pietra, che non poteva essere alterata e doveva essere mantenuta con i materiali originali. Di conseguenza questo escludeva fin da subito l'applicazione di un cappotto esterno, motivo per cui abbiamo lavorato solo dall'interno. Applicare un isolamento interno porta con sé una serie di problematiche che bisogna affrontare per evitare, ad esempio, l'insorgenza di fenomeni di muffa e condensa. È stato pertanto abbastanza naturale confluire su uno dei protocolli di efficienza energetica e sostenibilità più collaudati, come quello CasaClima. La scelta deriva dalla volontà di avere una casa confortevole, ma le cui necessità energetiche fossero bassissime e quasi tutte soddisfatte da fonti energetiche rinnovabili. In

realtà questa casa dispone di 6 kWp di fotovoltaico con un accumulo termico di acqua calda sanitaria da 500 litri e una pompa di calore aria-aria, alla quale, come ultima risorsa, ho affiancato l'utilizzo della legna locale in stufe di ultima generazione a bassa fumosità.
L'isolamento interno e la pompa di calore mantengono il livello di comfort di fondo, mentre la legna può servire nel periodo invernale più freddo per arrivare a ottenere una temperatura di 20-21 °C interni. Complessivamente la casa produce circa 7 MWh/anno di energia elettrica senza emissioni.
Con queste soluzioni la casa è all'avanguardia dal punto di vista tecnologico e risulta effettivamente accogliente e confortevole. Entrando, grazie al rivestimento in legno, si ha la sensazione di essere in un guscio di benessere termico, sia in inverno che d'estate. Questo ci è sembrato complessivamente il tema più importante della riqualificazione.

**Come le è sembrato seguire il percorso di certificazione CasaClima e quale sarà la funzione di questa antica baita recuperata?**
L.M. Il protocollo CasaClima è stato importante perché è stata un'occasione per imparare. Risanamenti di questo genere ci permettono di confrontarci con tecnologie nuove, con diverse modalità di realizzazione e anche con progettisti e artigiani che hanno delle competenze particolari.
Ogni ristrutturazione è un unicum e bisogna confrontarsi con un progetto che va ritagliato su misura situazione per situazione. Molte persone mi chiedono quale è la ricetta che ha portato a questo interessante risultato. A mio parere non ne esiste una applicabile ovunque, esistono semmai delle regole molto generali che vanno poi adattate. In questo quadro le figure del progettista e la presenza di un protocollo per coordinare le varie azioni sono stati determinanti.
Per tali motivi desidero che questa casa, oltre alla mia abitazione, sia anche un luogo di diffusone della cultura, pensata per ospitare lezioni, visite didattiche per studenti, per tecnici ma anche per persone che vogliono vedere e toccare come funziona una casa confortevole e rispettosa dell'ambiente oggi nel XXI secolo, nonostante sia racchiusa in un guscio di 300 anni fa.
Durante il percorso della certificazione ci sono state molte sorprese, alcune delle quali sono giunte completamente inaspettate. Ad esempio, le travi che sorreggono i solai sono ricavate da vecchi larici molto belli ma hanno delle fenditure non ben visibili. Durante il test del Blower Door ci siamo accorti che tali fenditure comunicavano con l'esterno: attraverso di esse passavano enormi spifferi. Si è provveduto così a sigillarle prima di ripetere il test per l'ultimo controllo.

**Ha un consiglio da dare all'Agenzia CasaClima?**
L.M. Il consiglio che mi sento di dare è quello di un maggiore impegno nella comunicazione, non solo degli aspetti tecnici ma anche dei risultati raggiunti. E perseguire sulla strada della semplificazione perché questi temi raggiungano anche persone che, per mancanza di tempo o di informazioni, non hanno modo di capire i dettagli o hanno difficoltà ad acquisire nuove conoscenze sull'edilizia sostenibile, l'unica che ci può salvare da un futuro climatico oscuro.






www.xella-italia.it

Xella

# SENZ'ALTRO.

## ISOLARE SENZA CAPPOTTO

Con i blocchi Ytong progetti e costruisci **murature monostrato omogenee** in grado di garantire un **alto efficientamento energetico, senza dover ricorrere ad altri isolanti.**



$\lambda_{10,dry}$
0,072 W/mK

**YTONG**

Blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato

110% SUPER BONUS

YTONG

RÖFIX®



# **110%** protezione

Superbonus 110%. Di più per te e per il tuo isolamento termico.

UNI EN ISO **14001:2015**

CERTIQUALITY

SISTEMA DI GESTIONE
AMBIENTALE CERTIFICATO

roefix.com

# 15
# IL RISCHIO SISMICO


**15.1 UN PAESE FRAGILE**

**15.2 LA SITUAZIONE SISMICA IN ITALIA**

**15.3 COS'È UN TERREMOTO**

Come si classifica e si misura un terremoto

**15.4 PREVENZIONE, PREVISIONE, PERICOLOSITÀ, RISCHIO**

**15.5 COME INCREMENTARE LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI**

**15.6 INTERVENTI SUGLI EDIFICI ESISTENTI**

**15.7 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E CARENZE STRUTTURALI**

Edificio in cemento armato

Edificio in muratura portante

Fondazioni

**15.8 CONSOLIDAMENTO ED EFFICIENZA ENERGETICA**

**15.9 ANALISI DEI QUADRI FESSURATIVI RICORRENTI**




# 15.1 UN PAESE FRAGILE

La crosta terrestre è suddivisa in zolle che si muovono sul sottostante strato di magma incandescente. Questo movimento reciproco delle placche è la principale causa dei movimenti tellurici detti terremoti. L'Italia è posta fra la placca africana e quella euroasiatica. La placca africana si infossa e spinge quella euroasiatica ed è questo il motivo della sismicità di gran parte del nostro Paese.

# 15.2 LA SITUAZIONE SISMICA IN ITALIA

La storia del nostro Paese è stata caratterizzata da terremoti antichi e recenti che hanno distrutto anche intere città. Il crollo totale o parziale degli edifici è stata ed è tuttora la causa principale dei danni alle persone e alle cose. Nel corso dei secoli sono state adottate alcune misure per prevenire questi fenomeni e sono state introdotte normative tecniche locali per migliorare la risposta sismica degli edifici.
Il Dipartimento di Protezione Civile ha classificato i comuni italiani secondo 4 classi di pericolosità sismica sulla base dell'intensità, la localizzazione e la frequenza dei fenomeni sismici del passato.
Per ridurre gli effetti del terremoto, l'azione dello Stato si è concentrata sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti riscontrati nel passato, e sull'applicazione di norme di settore per le costruzioni nelle zone classificate sismiche.
La legislazione antisismica italiana, allineata alle più moderne normative a livello internazionale, prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare senza gravi danni i terremoti meno intensi e senza crollare i terremoti più intensi, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e sulle elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio sia interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

| Classificazione sismica | |
|---|---|
| **Zona 1** | È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta. |
| **Zona 2** | In questa zona forti terremoti sono possibili. |
| **Zona 3** | In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2. |
| **Zona 4** | È la zona meno pericolosa. |



L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone sismiche, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

# 15.3 COS'È UN TERREMOTO

La causa dei terremoti è la rottura dello strato più superficiale della crosta terrestre. Ciò determina il rilascio di energia, lo sviluppo di onde e un rapido scuotimento della superficie.

### CONOSCERE LA ZONA SISMICA IN CUI SI VIVE

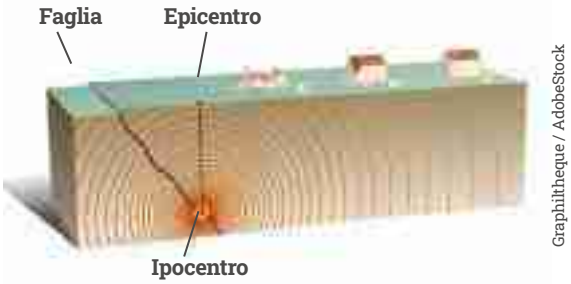


Non possiamo prevedere giorno e ora in cui avverrà un sisma, ma questo diventa prevedibile nel momento in cui prendiamo coscienza di vivere in una determinata zona sismica. Semplicemente, prima o poi potrebbe accadere. Visita il sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) oppure rivolgiti al tuo tecnico o al tuo Comune per sapere in quale zona sismica vivi.

www.ingv.it

**Intensità e magnitudo di un terremoto**

L'**intensità** misura le conseguenze del terremoto in superficie (scala EMS da I a XII).




Graphiltheque / AdobeStock

La **magnitudo** misura l'energia liberata dal terremoto a livello dell'ipocentro (scala Richter).

Mediante la teoria della tettonica, elaborata attorno agli anni '60 del secolo scorso, è facilmente spiegabile la genesi di ogni evento sismico. Lungo i confini di placche adiacenti si accumula energia fino al momento della rottura; il punto in cui questa avviene, in profondità, si chiama Ipocentro, mentre il punto corrispondente in superficie è detto Epicentro. Il rilascio di energia si manifesta in superficie attraverso movimenti ondulatori e sussultori.

## Come si classifica e si misura un terremoto

L'intensità di un terremoto può essere valutata mediante l'impiego di diverse scale basate su ipotesi diverse. Le scale più conosciute ed utilizzate sono la scala Mercalli e la scala Richter.
La scala Mercalli (1885) misura l'entità di un terremoto sulla base dei danni provocati e di alcune valutazioni soggettive.
La scala Richter (1935) si basa sulla magnitudo che misura l'energia sprigionata dal sisma e rilevata su base strumentale.
La differenza sostanziale fra le scale risiede nel fatto che la scala Mercalli risente della tipologia e della tecnologia locale con cui sono state realizzate le costruzioni (una piccola scossa può essere devastante per edifici fatiscenti mentre una forte scossa può non avere coneguenze di crolli per ediici ben costruiti) mentre la scala Richter è oggettiva, definisce strumentalmente la magnitudo dell'energia in gioco e non risente del luogo e della tipologia delle costruzioni interessate dal sisma.
Il metodo inizialmente misurava la Magnitudo Locale (Ml), mentre a partire dagli anni '70 si definì la Magnitudo Momento Mw che unisce all'energia sprigionata anche la misura della superficie di faglia.

La tabella riporta i valori di riferimento della scala Richter con l'equivalenza in energia sprigionata (energia in Joule) e la frequenza nel mondo dei terremoti corrispondenti.

# 15.4 PREVENZIONE, PREVISIONE, PERICOLOSITÀ, RISCHIO

Come anticipato nei paragrafi precedenti, non è possibile prevedere i terremoti.

Se non è possibile prevedere "quando" si verificherà il prossimo terremoto è possibile comunque individuare con accuratezza le zone storicamente caratterizzate da maggiore sismicità e quindi conoscere quali sono le zone più a rischio.

I dati relativi al nostro Paese vengono forniti nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" scaricabile liberamente dal portale INGV. Sullo stesso portale è possibile, attraverso un sistema di consultazione interattivo, ottenere per ogni località una caratterizzazione storico-sismica fornita

**Magnitudo di un terremoto con Scala Richter e Mercalli**

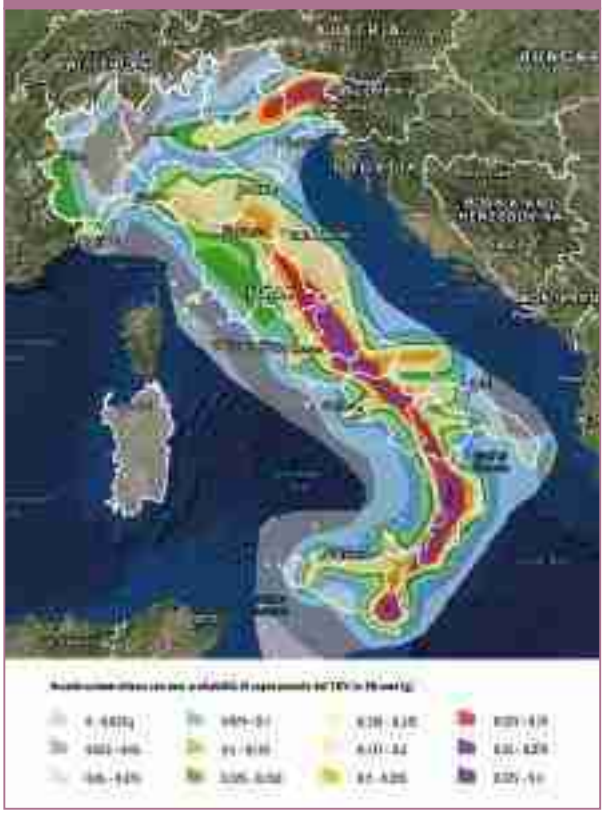
| Magnitudo | TNT equivalente * | Energia in Joule | Frequenza |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 chilogrammo | 63 kJ | circa 8.000 al giorno |
| 1 | 31,6 chilogrammi | | |
| 2 | 1 tonnellata | 89 MJ | circa 1.000 al giorno |
| 3 | 31,6 tonnellate | 2.0 GJ | circa 130 al giorno |
| 4 | 1000 tonnellate | 46 GJ | circa 15 al giorno |
| 5 | 31.600 tonnellate | | circa 2-3 al giorno |
| 6 | 1 milione di tonnellate | 63 TJ | 120 all'anno |
| 7 | 31,6 milioni di tonnellate | | 18 all'anno |
| 8 | 1 miliardo di tonnellate | 45 PJ | 1 all'anno |
| 9 | 31,6 miliardi di tonnellate | | 1 ogni 20 anni |
| 10 | 1000 miliardi di tonnellate | | sconosciuto |

* Energia equivalente sprigionata da una carica di tritolo

mediante l'elenco e la posizione geografica dei terremoti di magnitudo rilevante avvenuti a partire dall'anno mille. Grazie agli studi storici si è ottenuta quella che in gergo tecnico è chiamata la mappa di "Pericolosità sismica", utilizzata dagli ingegneri per determinare i terremoti di progetto rispetto a cui calcolare la struttura di un nuovo edificio o migliorare la sicurezza di uno esistente.

Si nota facilmente come vi siano alcune zone nel nostro Paese ove è possibile si verifichino terremoti molto violenti e zone caratterizzate da una minore sismicità. Due edifici identici, posizionati in due zone a pericolosità sismica differente, subiranno quindi diverse sollecitazioni e avranno probabilità diverse di essere lesionati da un terremoto.

**Mappa sismica italiana 2017**



## LA PERICOLOSITÀ DA SOLA NON BASTA A DEFINIRE IL RISCHIO SISMICO



Il rischio sismico è infatti determinato dalla combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione ed è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti).

**L'Italia è caratterizzata da:**

- una pericolosità sismica medio-alta (per frequenza e intensità dei fenomeni);
- una vulnerabilità molto elevata (per fragilità del patrimonio edilizio, infrastrutturale, industriale, produttivo e dei servizi);
- un'esposizione altissima (per densità abitativa e presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo).

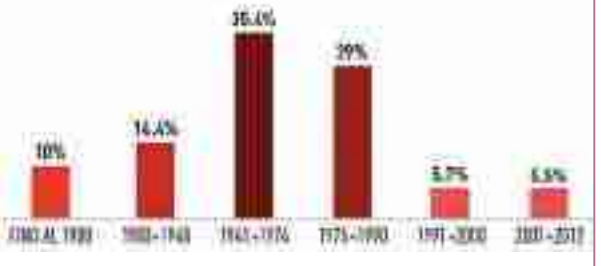
La nostra Penisola è dunque ad elevato rischio sismico, in termini di vittime, danni alle costruzioni e costi diretti e indiretti attesi a seguito di un terremoto.

Per abbattere il rischio sismico e fare prevenzione, occorre abbattere la vulnerabilità sismica del nostro patrimonio edilizio, in quanto rappresenta l'unico elemento su cui possiamo incidere in maniera concreta. Ciò significa ridurre la carenza di resistenza dei fabbricati rispetto alle azioni sismiche, ma prima di tutto aumentare la consapevolezza degli abitanti.

# 15.5 COME INCREMENTARE LA SICUREZZA DEGLI EDIFICI

È importante sottolineare che non esiste la sicurezza assoluta così come non esiste il rischio nullo. Ciascuno di noi accetta questo con consapevolezza ogni mattina, quando si alza dal letto per affrontare una nuova giornata. Anche la normativa sulle costruzioni ne tiene conto e la sua applicazione è sempre in equilibrio tra rigore di legge e calcolo delle probabilità.

**Età parco edilizio in Italia - ISTAT 2012**




La maggior parte degli edifici in Italia è stata progettata prima dell'entrata in vigore della legge n. 64 del 1974 che ha stabilito un quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale.

Qui si inserisce il secondo, altrettanto fondamentale, concetto da ricordare: le normative antisismiche sono molto recenti e trovano la loro piena applicazione in tutto il territorio italiano solo dagli anni '80. Quindi, circa il 75% degli edifici che abitiamo, viviamo e utilizziamo è stato costruito in assenza di criteri antisismici.

Per chi si occupa di progettazione strutturale e rischio sismico, in realtà, questa consapevolezza è radicata a tal punto da aver reso il nostro Paese leader mondiale per lo sviluppo, la conoscenza e l'uso delle tecnologie antisismiche. L'efficacia di queste ultime è stata, tra l'altro, spesso dimostrata nelle ricostruzioni post-terremoto degli ultimi anni.

**Dunque, cosa fare per migliorare la sicurezza del proprio edificio?**

- Il primo passo è fondamentale e imprescindibile: per trovare l'eventuale malattia e poi curarla, c'è bisogno di una diagnosi fatta da un bravo medico. Occorre quindi contattare un professionista, esperto di antisismica e di edifici esistenti, affinché faccia tutte le indagini e le valutazioni necessarie sia sulla "salute generale" che su ogni singolo componente del nostro edificio. Questa procedura, ben codificata dalla normativa vigente, si chiama Valutazione della sicurezza e solo dopo averne avuto l'esito si potranno fare considerazioni o scelte sugli eventuali interventi da eseguire.
- Altro aspetto di cui tenere conto: non esiste il materiale ideale o la soluzione perfetta per migliorare la sicurezza del proprio edificio. Le possibilità sono tantissime e oggi le soluzioni tecnologiche non pongono limiti nella fattibilità del risultato da raggiungere.
- La scelta dell'intervento ottimale deriva dall'unione di tre questioni fondamentali: sicurezza finale da raggiungere dopo l'intervento, spesa dell'intervento in funzione della tecnologia scelta e invasività del cantiere.

Con il contributo dell'Associazione ISI- Ingegneria Sismica Italiana

# 15.6 INTERVENTI SUGLI EDIFICI ESISTENTI

La normativa nazionale in campo strutturale (NTC 2018) cataloga in maniera precisa le tipologie di interventi strutturali possibili sugli edifici esistenti e ne regolamenta l'applicazione.
In particolare, sono previste tre tipologie di intervento che si differenziano per importanza ed ampiezza e per il grado di sicurezza raggiunto post-intervento.



Esse sono:

- intervento locale di rinforzo o riparazione;
- intervento di miglioramento sismico;
- intervento di adeguamento sismico.

### INTERVENTO LOCALE DI RINFORZO O RIPARAZIONE

Gli interventi locali interessano singole parti della struttura o elementi specifici come ad esempio i pilastri o le travi. La loro finalità non è quella di cambiare nel complesso il comportamento statico della costruzione, ma sono volti a:

- ripristinare le caratteristiche statiche antecedenti al danneggiamento e migliorare la capacità portante in modo da dare un maggior grado di sicurezza nei confronti delle sollecitazioni agenti;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e sicurezza di elementi o parti, anche non danneggiati, per prevenire meccanismi di collasso locale.

Il rinforzo di un'apertura (porta o finestra) mediante la cerchiatura del foro è un esempio di questa tipologia di intervento. Il progettista dimensiona il telaio di rinforzo dell'apertura in modo da conferire all'intera parete una resistenza globale paragonabile alla stessa parete senza apertura.

### INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO

Rientrano nella categoria di miglioramento sismico tutti gli interventi finalizzati a migliorare il grado di sicurezza globale dell'edificio senza necessariamente portarlo ad un adeguamento normativo. Si parla di un incremento del 10% della capacità portante rispetto al 100% dell'adeguamento. Per edifici scolastici e strategici il miglioramento deve essere almeno del 60%.

**INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO**

Gli adeguamenti, consistono nel rinforzare l'edificio esistente fino ad una capacità portante paragonabile a quella di un edificio di nuova costruzione.
Questo presuppone generalmente interventi molto onerosi e sono generalmente eseguiti nei casi in cui la legge lo preveda esplicitamente. Nei casi previsti dalla norma (si vedano i casi c) ed e) nella tabella sottostante) è possibile limitarsi al raggiungimento dell'80% del livello di sicurezza sismica richiesta.

| Interventi che richiedono un adeguamento sismico della struttura | |
|---|---|
| a) | Sopraelevazione dell'edificio (anche senza incremento del numero di piani) |
| b) | Ampliamento della costruzione con nuova struttura collegata alla preesistente |
| c) | Variazione dei carichi agenti che comportano incremento di oltre il 10% dei carichi globali gravanti sulle fondazioni |
| d) | Modifica importante dell'esistente tale da configurare un nuovo organismo edilizio differente da quello originale |
| e) | Modifiche di classe d'uso volte a trasformare l'edificio in scolastico o di classe IV (strategico) |

# 15.7 TIPOLOGIE COSTRUTTIVE E CARENZE STRUTTURALI

I sistemi costruttivi utilizzati nelle costruzioni possono essere a telaio in c.a., in muratura, in legno, in acciaio o a struttura mista (muratura e legno, c.a. e acciaio, ecc.). In generale le strutture a telaio in c.a. e quelle con struttura in muratura portante, rappresentano la quasi totalità degli edifici residenziali esistenti.

## Edificio in cemento armato

Negli edifici con struttura in c.a. gli elementi portanti verticali sono i pilastri ed i setti che sostengono le travi e i solai in laterocemento o a soletta piena anch'essa in c.a., che costituiscono gli orizzontamenti dei vari piani dell'edificio. Le murature esterne e quelle divisorie interne non hanno generalmente funzione strutturale, ma sono anch'esse da verificare agli effetti della sicurezza per l'incolumità delle persone che abitano l'edificio.

**PRINCIPALI CARENZE CHE SI POSSONO PRESENTARE NELLE STRUTTURE IN C.A.**

**Espulsione del copriferro delle armature presenti con conseguente ossidazione dei ferri.**
L'espulsione del copriferro delle armature negli elementi in c.a. è conseguenza della carbonatazione del calcestruzzo. La causa principale di questo fenomeno è una scarsa protezione del calcestruzzo dagli agenti atmosferici (ad es. mancanza di intonaco) e una non corretta vibrazione e compattazione del calcestruzzo in fase di getto.




**Carbonatazione del calcestruzzo con conseguente ossidazione delle armature ed espulsione del calcestruzzo di copriferro**

**Fessurazioni delle travi o in corrispondenza dei nodi trave-pilastro.**
Denotano generalmente il superamento della fase elastica della sollecitazione. Vi possono quindi essere carenze strutturali negli elementi fessurati per un errato dimensionamento degli elementi strutturali o per una non corretta realizzazione in fase di posa delle armature e dei getti.




**Fessurazione di una trave in altezza in corrispondenza del nodo di connessione con il pilastro. La fessura è determinata da una insufficiente armatura a taglio della trave**

**Sfondellamento dei solai.**
Un'altra problematica molto ricorrente negli edifici degli anni '60 e '70 è lo sfondellamento dei solai che consiste nella rottura della cartella inferiore delle pignatte (blocchi di alleggerimento in laterizio) utilizzate per la realizzazione dei solai in laterocemento.




**Sfondellamento di solaio prima di aver rimosso l'intonaco fessurato**




**Sfondellamento di solaio dopo aver rimosso l'intonaco fessurato**

## TECNICHE DI RINFORZO

Le tecniche di rinforzo per le strutture in c.a. si differenziano in base agli elementi strutturali (travi, pilastri, solai, setti, ecc.) interessati dall'intervento, al tipo di degrado (fessurazione, carbonatazione, ecc.) ed alla proprietà meccanica che si intende ripristinare o rafforzare (compressione, taglio, flessione, torsione).

Le principali tecniche di rinforzo sono:

- pulizia e rasatura con malte passivanti;
- rinforzo con materiali fibrorinforzati a matrice polimerica;
- incamiciatura pilastri con betoncino armato;
- cerchiatura con strutture in acciaio.

## I TAMPONAMENTI NELLE STRUTTURE INTELAIATE

Pur non avendo funzione portante anche i tamponamenti possono, se mal dimensionati e realizzati, portare a problematiche non secondarie in presenza di eventi sismici. L'azione sismica, infatti, genera un'azione combinata nel piano e fuori piano su questi elementi, che, essendo molto snelli e di scarsa capacità portante, possono crollare.

## RINFORZI E TECNICHE COSTRUTTIVE

I tamponamenti, ovvero le murature non strutturali degli edifici realizzati con struttura a telaio, subiscono per effetto della deformazione dovuta al sisma dei danneggiamenti che possono essere anche di entità tale da pregiudicarne la stabilità. Si devono quindi adottare tecniche che limitino i danneggiamenti per effetto di sismi di bassa entità e ne impediscano il crollo in caso di eventi importanti.
Alcune tecniche di intervento utilizzate vertono ad aumentare la capacità resistente della muratura con l'utilizzo di elementi murari di spessore adeguato, evitando quindi tamponamenti da 8-10 cm. Gli interventi possono inoltre prevedere a seconda delle situazioni anche l'inserimento di armature di piccolo diametro nei giunti di malta oppure l'applicazione sulle superfici dei tamponamenti di opportune reti annegate nell'intonaco.
Altri sistemi, ancora in fase di sperimentazione, vertono ad aumentare la deformabilità della muratura, inserendo appositi elementi, in nylon o in gomma, nei giunti orizzontali della muratura in modo da consentire lo scorrimento mutuo dei blocchi senza danneggiarli. Si ottengono quindi murature in grado di subire spostamenti 2 o 3 volte superiori.




**Assenza di collegamento tra il paramento murario e la struttura portante. L'elevata deformazione del telaio ha portato, per effetto del terremoto, al danneggiamento del tamponamento esterno con conseguenti crolli parziali del paramento murario**

## Edificio in muratura portante

Negli edifici in muratura portante sono le murature esterne perimetrali e in genere buona parte di quelle interne ad avere funzione strutturale, ovvero concorrono, assieme ai solai, alle cordolature ed alle eventuali travi presenti, al comportamento strutturale scatolare dell'edificio.

Possono essere in pietra squadrata, in ciottoli, in blocchi di tufo, blocchi di laterizio pieno o di tipologia moderna (blocchi di argilla espansa o calcestruzzo cellulare autoclavato): queste differenti tecniche sono legate al tipo di materiale reperibile in zona e alla tradizione costruttiva locale.

**GLI EDIFICI IN MURATURA PORTANTE POSSONO PRESENTARE PROBLEMATICHE CHE SONO RICONDUCIBILI A DUE CATEGORIE:**

**A. Inconsistenza della struttura muraria per scarsità di legante o per deterioramento della parte lapidea o in laterizio.**
Le cause possono essere diverse: la scarsa protezione della muratura dalle intemperie, la presenza di umidità di risalita che provoca la formazione di sali con conseguente disgregamento del legante oppure una qualità scarsa del legante e/o del blocco già in fase costruttiva dovuto magari a costruzioni realizzate in "autonomia" dal proprietario.



**Muratura in pietra con legante di scarsa qualità che, sotto l'effetto dei carichi sismici tende a sgretolarsi**

**B. Carenza strutturale per eccessivi carichi portati o per dimensionamento errato della muratura stessa.**
Questo tipo di carenza strutturale si ha nel caso di cedimenti delle fondazioni o variazione importante dei carichi portati (modifica della destinazione d'uso del fabbricato) con importanti segnali che ne denunciano lo stato critico.



**Apertura di fessure sullo spigolo del fabbricato a causa di un cedimento della fondazione**

### IMPORTANZA DELLA MALTA



Nelle costruzioni in muratura portante è fondamentale, oltre ad una corretta disposizione geometrica degli elementi e alla qualità dell'elemento lapideo e murario, la qualità dell'elemento legante ovvero della malta (di calce o cementizia) utilizzata nella posa dei blocchi. Molto spesso un legante povero (sabbia con poca calce) e scarsamente protetto dagli agenti atmosferici (vento e acqua) per assenza parziale o totale di intonaco è causa di una insufficiente consistenza muraria con limitata capacità portante della muratura e del fabbricato.

**TECNICHE DI RINFORZO**

I sistemi di rinforzo per le murature sono molteplici e differiscono per la tipologia muraria sulla quale si interviene ed alla caratteristica meccanica che si intende rinforzare o ripristinare. Murature in pietra o in mattoni pieni, a sacco o a singolo paramento sono, ad esempio, tipologie da trattare in maniera differente.

Di seguito sono riportate alcune delle tipologie di rinforzo più diffuse che possono, in alcuni casi, essere anche combinate ed utilizzate contemporaneamente sullo stesso paramento murario.

- Iniezioni di consolidamento;



**Rinforzo di muratura in pietra mediante iniezione di malta di calce**

- Scuci-cuci di porzioni di muratura;



**Muratura in mattoni pieni prima di un intervento di ricucitura**



**Muratura in mattoni pieni su cui è stata eseguita la tecnica dello scuci-cuci per ricostituire l'integrità strutturale**

- Ristilatura dei giunti con eventuale posizionamento di armature in fili o trefoli;
- Placcaggio delle murature con reti in acciaio o a fibre;
- Connessioni meccaniche di rinforzo (precompressione, viti autofilettanti, ecc.).



**Rinforzo strutturale di un pilastro**

## Fondazioni

Particolare attenzione si deve riservare alle strutture di fondazione che devono resistere agli effetti risultanti dalla risposta del terreno e delle strutture sovrastanti.
Per fare in modo che la struttura possa resistere, senza grossi danni, a terremoti anche abbastanza intensi, si possono utilizzare gli isolatori sismici che si posizionano tra le fondazioni e le strutture in elevazione. Utilizzando questo sistema la struttura superiore risente poco o nulla dello scuotimento del terreno dovuto al sisma perché esso viene smorzato dagli isolatori. I principali vantaggi sono: riduzione del danno alle strutture, protezione dei muri e degli impianti e protezione delle persone.



**Isolatori sismici tra fondazioni e strutture in elevazione**

# 15.8 CONSOLIDAMENTO ED EFFICIENZA ENERGETICA

Nei confronti di un'azione sismica l'edificio risponde mediante tutti gli elementi strutturali che lo compongono ovvero attraverso la resistenza e la deformazione di travi, pilastri, setti in muratura o in c.a., solai e così via. La distribuzione della sollecitazione sismica orizzontale avviene attraverso meccanismi molto complessi che il progettista strutturale è in grado di valutare preventivamente per poter definire in maniera accurata e puntuale l'intervento di rinforzo o adeguamento sismico.

La crisi o, in alcuni casi, il collasso della struttura può infatti avvenire per meccanismi locali o per meccanismi globali.

I meccanismi locali sono quelli che si instaurano per instabilità o carenza strutturale di porzioni di struttura attraverso, ad esempio, il ribaltamento locale di una parete, la rottura di un nodo trave-pilastro, la pressoflessione di un elemento verticale, ecc. In questi casi si interviene agendo mediante sistemi di connessione o rinforzo in grado di limitare o annullare il meccanismo ipotizzato.

I meccanismi globali sono invece quelli che interessano la struttura nella sua interezza e che, quindi, devono essere affrontati analizzando nel dettaglio il comportamento globale della struttura dell'edificio. Si valutano gli elementi che assolvono la funzione di portanza ai fini dei carichi verticali (peso proprio ed accidentale) e quelli che svolgono la funzione di controvento, ovvero assorbono le azioni orizzontali da sisma e/o vento. In alcuni casi queste due funzioni possono essere svolte separatamente da due sistemi distinti di struttura. Questa è anche una delle soluzioni adottabili per rinforzare sismicamente le strutture esistenti.

È possibile infatti affiancare o integrare la struttura principale esistente, che svolge principalmente la funzione di portare i carichi verticali, mediante l'inserimento di elementi strutturali in grado di assorbire le azioni orizzontali.

Possono quindi essere inseriti degli elementi con funzione di irrigidimento, distribuiti opportunamente sulla pianta del fabbricato, al fine di realizzare o integrare la struttura di controvento.

Alcune soluzioni prevedono l'inserimento di elementi di acciaio conformato a traliccio, che costituiscono un elemento rigido connesso alle strutture portanti verticali.

Altri sistemi consistono nell'accoppiare, in particolare sulle pareti perimetrali, degli elementi a setti, prefabbricati o gettati in opera, con la funzione di irrigidimento, ma anche di isolamento termico. Ciò è possibile in particolare quando all'elemento strutturale si abbina un isolante termico. È fondamentale in questi casi dimensionare adeguatamente le connessioni tra i nuovi elementi di irrigidimento e la struttura portante esistente al fine, di trasmettere correttamente gli sforzi, generando un "unicum" strutturale.

Al sistema irrigidente, adeguatamente progettato, è possibile demandare sia una funzione di resistenza e di irrigidimento globale dell'edificio, che di capacità dissipativa, mediante una deformazione controllata ed opportunamente dimensionata degli elementi strutturali.

**Sistema di rinforzo mediante l'applicazione sulle pareti esterne di elementi strutturali prefabbricati con funzione di controvento sismico e coibentazione**



**Sistema di connessione della parete in c.a. di rinforzo della struttura esistente. La coibentazione è integrata nel sistema**



Fonte: Ecosism

# 15.9 ANALISI DEI QUADRI FESSURATIVI RICORRENTI

Difficile definire a priori se una fessura in un edificio rappresenti solo un assestamento o il segnale di un dissesto. Per avere delle informazioni più circostanziate è necessario un monitoraggio dei quadri fessurativi che abbia una base di attendibilità con rilevamenti regolari e frequenti e fatti da tecnici specializzati. Un controllo sporadico non è sufficiente a garantire la sicurezza dell'edificio.
È importante, infatti, che lo studio si sviluppi in un periodo sufficientemente lungo, ad esempio un anno, in modo da far emergere il rapporto tra le misurazioni di spostamento e l'influenza dei cicli termici giornalieri e stagionali, individuando così la reale tendenza in atto della fessura.

Il professionista deve essere in grado di impostare un monitoraggio qualificato altrimenti il rischio è quello di fornire una consulenza inesatta e dannosa. I metodi tradizionali, come il vetrino graduato, benché di facile reperibilità, si limitano a stabilire se la fessura è in movimento, ma non offrono indicazioni sul fenomeno in atto. Esistono metodi più precisi dei vetrini, ma obbligano comunque i professionisti a misurazioni periodiche per annotare i dati, rimanendo soggette alla precisione dell'operatore e alle altre condizioni ambientali.
Risolvono questo aspetto del problema i sistemi con monitoraggio da remoto in grado di trasmettere i dati 24 ore su 24 e di inviare report periodici.

Un utile strumento sono le indagini termografiche, se eseguite con attenzione e professionalità, possono dare indicazioni importanti sulla tessitura muraria mostrando possibili discontinuità (aperture tamponate) o lesioni.

### ESEMPI DI QUADRI FESSURATIVI RICORRENTI

**Fessure causate dall'inflessione di un architrave in legno caricato dalla muratura superiore**



**Sconnessioni nella struttura muraria in pietra**



Le fessure, visibili probabilmente già sull'intonaco, che è stato rimosso, sono confermate dalla tessitura muraria presente.

**Chiusura di una vecchia porta**



La chiusura di aperture preesistenti, se non eseguite correttamente mediante l'ammorsatura della muratura di richiusura a quella esistente, può generare lesioni importanti in presenza di carichi orizzontali da sisma.

## SISMABONUS

Per la sintesi sulle modalità di applicazione e i destinatari dell'incentivo fiscale sul Sismabonus rimandiamo ai siti web dell'Agenzia delle Entrate e di ENEA.

Agenzia delle Entrate

ENEA

# 5 buoni motivi per scegliere una porta blindata SYNERGYOUT di Dierre

**Porta anticondensa**

**Telaio in PVC con anima in acciaio**

**Trasmittanza termica**
di serie 1,3 w/m2k
extra fino a 0,6 w/m2k

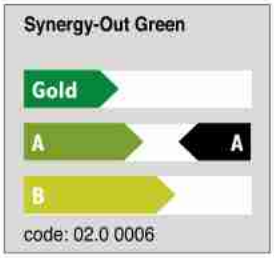
**Abbattimento acustico**
di serie 46 dB

**Anche in versione elettronica**
Hibry e Next Elettra



*Le prestazioni indicate sono valide per la versione ad anta cieca e non per quella con fiancoluce e sopraluce rappresentata nell'immagine a fianco.*

Partner KlimaHaus® CasaClima




Sigillo porta qualità classe A certificata da CasaClima (solo per la versione standard)

Caratteristiche tecniche

| Norma di prova / di classificazione | | Requisito minimo | Risultato di prova |
|---|---|---|---|
| Permeabilità all'aria (chiuso a chiave) | EN 1026<br>EN 12207 | Classe 3 | 4 |
| Tenuta all'acqua (chiuso a chiave) | EN 1027<br>EN 12208 | Classe 4A-4B | 8A |
| Resistenza al carico del vento | EN 12211<br>EN 12210 | Classe B3 | C5 |
| Isolamento acustico | ISO 140-3<br>ISO 717-1 | Rwp 32dB | 46dB |
| Antieffrazione | EN 11628-1630<br>EN 1627 | Classe | RC 3 |
| Funzione continua (100.000 cicli) | EN 1191<br>EN 12400 | Classe 5 | 5 |

Caratteristiche termiche

| | Tipologie | Ud | Uf |
|---|---|---|---|
| Coefficiente di trasmittanza termica | GREEN | 0,97 W/m²K | 1,2 W/m²K |
| | GREEN + | 0,81 W/m²K | |

THE ITALIAN STYLE DOOR
Dierre
YOUR HOME, YOUR LIFE

www.dierre.com

# 16
# NOI CASACLIMA


**16.1 CASACLIMA, L'EVOLUZIONE DELLA QUALITÀ**
CasaClima certificata ISO 9001:2015
Quale è la chiave del successo di CasaClima?
Chi siamo e cosa facciamo

**16.2 CERTIFICARE L'EFFICIENZA ENERGETICA E LA SOSTENIBILITÀ**
Nearly Zero Energy Building
Il futuro è CasaClima Nature
Catalogo dei nodi
Catalogo analisi - FEM
Certificazioni di sostenibilità
ProdottiQualità CasaClima
Iniziativa StarterKit
Energy Check

**16.3 FORMARSI PER CRESCERE**
Corsi FinestraQualità & PortaQualità
Master CasaClima
Certificazione Esperto Edilizia Sostenibile

**16.4 COMUNICARE PER INFORMARE**
CasaClima Awards e Premio del Pubblico
Fiera Klimahouse
CasaClima Tour
Consulenze
Progetto ScuolaClima
Evento Cubo $CO_2$
CasaClima DueGradi
Alla ricerca di un ClimaHotel o di una cantina ClimaWine

**16.5 RICERCA E SVILUPPO**
Software ProCasaClima
Sviluppi CasaClima Open 4.0
Progetti di ricerca

**16.6 FACCIAMO RETE**
Collaborazioni istituzionali
CasaClima Network
Aziende Partner CasaClima
Collaborazione con Rete Irene
Collaborazione con Intesa Sanpaolo




Noi TechPark, Bolzano - Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima

# 16.1 CASACLIMA, L'EVOLUZIONE DELLA QUALITÀ

Un patrimonio edilizio con alti standard di efficienza energetica è un importante tassello per raggiungere gli obiettivi di tutela del clima della comunità. In quest'ottica presso l'ufficio Aria e Rumore della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige è stato sviluppato uno standard di efficienza energetica, dapprima volontario, che è stato presentato al grande pubblico nel 2002 come certificazione CasaClima.
Nello stesso anno con la direttiva 91/2002/CE è stato creato anche a livello europeo un quadro normativo, che nell'arco degli anni è stato aggiornato attraverso la direttiva (31/2010/UE) ed esteso al settore delle energie rinnovabili (28/2009/UE) e all'efficienza energetica in generale (27/2012/UE). In Alto Adige queste direttive sono state implementate attraverso lo standard CasaClima.
Nel 2014 l'Agenzia CasaClima, fondata nel 2006 e nel frattempo divenuta società inhouse della Provincia di Bolzano, è stata trasformata nell'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima, un ente di diritto pubblico della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige. Con l'ampliamento dei suoi campi d'azione l'Agenzia CasaClima ha sviluppato nuove iniziative utili al raggiungimento degli obiettivi per la tutela del clima inseriti nel Piano Clima "Energia Alto Adige 2050".

Dall'ottobre del 2017 l'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima ha la propria sede al NOI Techpark, insieme ad altri istituti ed enti di ricerca come Libera Università di Bolzano, EURAC, Fraunhofer Italia, IDM e Laimburg.

## CasaClima certificata ISO 9001:2015

Un sistema di gestione certificato secondo la norma ISO 9001 definisce le responsabilità e le attività rilevanti per la qualità e quali procedure devono essere seguite. In un processo di miglioramento continuo ciò garantisce che l'orientamento alla qualità sia percorsa giorno per giorno. Con l'introduzione di un sistema di gestione della qualità l'Agenzia CasaClima ha voluto migliorare e rendere qualità e efficienza ancora più cruciali nell'ottica di una sempre maggiore soddisfazione dei propri clienti.

## Quale è la chiave del successo di CasaClima?

Tra i molti fattori che hanno determinato il successo del modello CasaClima la centralità e la responsabilizzazione del fattore umano sembrano essere i più interessanti. Partendo dalle diverse competenze degli attori coinvolti è stato creato un sistema che poggia sull'assunto che ognuno, come in un'orchestra, debba dare il meglio di sé per raggiungere l'obiettivo comune. Per riuscirci è necessario partire dalle basi, attraverso una seria e ampia offerta formativa coadiuvata da un'opera di sensibilizzazione rivolta a tutti gli addetti ai lavori.

### COSTRUIRE SOSTENIBILE PER VIVERE BENE E A PREZZO EQUO

Negli ultimi anni i prezzi per immobili e affitti si sono mantenuti alti, rispetto al tenore di vita degli italiani, nonostante la crisi del settore. Il tema dell'abitare a prezzi sostenibili è sempre più centrale soprattutto per i ceti meno abbienti. Questo pone irrimediabilmente anche la domanda sulle ragioni dell'aumento dei costi. Spesso le tante norme nel settore edilizio figurano tra i primi indiziati: i requisiti di statica e sicurezza, di efficienza energetica, di protezione acustica e antincendio, di abbattimento delle barriere architettoniche e così via.



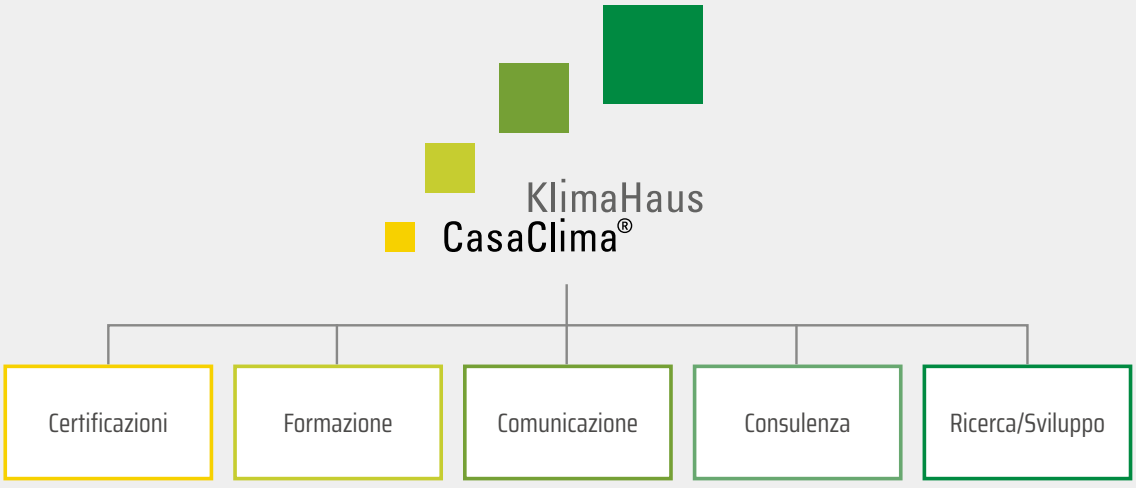
Shutterstock

In verità l'efficienza energetica rappresenta solo una piccola parte dei requisiti da rispettare e anche le sue ripercussioni sul prezzo finale sono marginali. La parte dei costi di costruzione imputabile all'efficienza energetica rappresenta solo pochi punti percentuali e la differenza nei costi d'investimento tra una CasaClima A e B è stimato sotto l'1%. Rapportato a un periodo di 30 anni una classe energetica inferiore può causare costi aggiuntivi nella gestione e, in funzione del vettore energetico utilizzato, emissioni di $CO_2$ ben maggiori. Innumerevoli studi dimostrano quanto le direttive di efficienza energetica incidano in maniera irrilevante sui costi di costruzione. Sono ben più importanti altri fattori, come la complessità della geometria dell'edificio, la presenza di aggetti, balconi, terrazze, cantine e garage, il sistema costruttivo e la scelta di materiali e componenti, ovviamente oltre al costo del terreno.

## Chi siamo e cosa facciamo

L'Agenzia CasaClima in questi anni si è affermata ben oltre il territorio provinciale come centro di competenza riconosciuto per l'efficienza energetica e per la sostenibilità in edilizia, sia per le nuove costruzioni che per le riqualificazioni.
L'evoluzione ad Agenzia per l'Energia ha rappresentato tuttavia il punto di partenza per il graduale ampliamento del proprio campo d'azione e di competenza.






# 16.2 CERTIFICARE L'EFFICIENZA ENERGETICA E LA SOSTENIBILITÀ

Sebbene l'Agenzia CasaClima abbia costantemente ampliato il proprio campo d'azione, il fulcro delle sue attività rimangono la certificazione degli edifici e la valutazione degli immobili e dei prodotti da costruzione secondo criteri di qualità energetica e ambientale. Con le 817 certificazioni per nuovi edifici rilasciati nel 2021, alla fine di quest'anno l'Agenzia ha certificato un totale di 12.510 nuovi edifici contrassegnati dalla targhetta CasaClima. Nel settore dei risanamenti ad oggi sono stati certificati poco più di 8.000.



**Da CasaClima Comics, illustrated by G. Cavazzano**

**Nuove costruzioni certificate CasaClima**




## Nearly Zero Energy Building

In adempimento alle direttive europee da gennaio 2017 l'Alto Adige ha elevato lo standard minimo delle nuove costruzioni alla classe "CasaClima A": in Provincia di Bolzano questo corrisponde anche alla classe europea "Nearly Zero Energy Building". Tuttavia, grazie all'attenta rivisitazione dello standard CasaClima e all'impegno dell'intero settore edile per l'aumento della qualità delle costruzioni, questo adeguamento non ha comportato particolari difficoltà. Si è trattato piuttosto di un passo naturale e coerente, visto che nel precedente periodo di rendicontazione, già su base volontaria, due edifici su tre erano costruiti in classe CasaClima A.

## Il futuro è CasaClima Nature

I prossimi sforzi dovranno essere rivolti verso una maggior sostenibilità nel suo complesso.
In questo ambito la certificazione CasaClima Nature valuta i materiali utilizzati in rapporto alle loro ripercussioni sull'uomo e sull'ambiente, oltre agli aspetti legati alla luce diurna, l'acustica, la qualità dell'aria o la protezione dal radon.
Con il bonus cubatura, la Provincia di Bolzano intende promuovere e accelerare lo sviluppo verso un'edilizia maggiormente improntata alla sostenibilità.
Già oggi un committente su sette sceglie di costruire secondo lo standard CasaClima Nature.



**10.000 esimo nuovo edificio certificato CasaClima**




**Targhetta CasaClima A Nature**

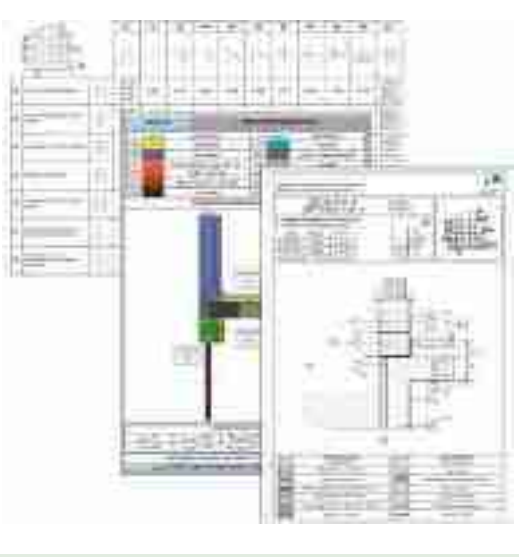
### CLASSE CASACLIMA



La classe CasaClima è definita dalla classe meno efficiente tra la classe di efficienza energetica dell'involucro e la classe di efficienza energetica complessiva (con o senza impianto di raffrescamento).

### CATALOGO DEI NODI

Nel marzo del 2021 è stato presentato il nuovo Catalogo CasaClima. Esso si arricchisce di nuovi contenuti e amplia la casistica dei nodi presi in considerazione. Questo catalogo contiene e soluzioni progettuali di quasi 250 nodi relativi ai ponti termici lineari più comuni Grazie a questo documento che adotta soluzione standard di tipo conservativo, le verifiche e l'elaborazione dettagliata dei nodi possono essere evitate, riducendo sensibilmente il lavoro di tecnici.



### CATALOGO ANALISI - FEM NODI COSTRUTTIVI ESISTENTI

Nel 2020, il catalogo "Analisi - FEM nodi costruttivi esistenti" è stato rivisto e ampliato. Raccoglie gli esempi più utilizzati di elementi strutturali energeticamente risanati, per i quali sono state calcolate le temperature superficiali interne critiche per la formazione di muffa.

## Certificazioni di sostenibilità

La certificazione CasaClima è diventata oggi un protocollo che oltre all'efficienza energetica prende in considerazione anche il comfort abitativo complessivo. Su questo pilastro è stato costruito il CasaClima Nature, un protocollo di sostenibilità mirato al risparmio delle risorse e al benessere delle persone. La sostenibilità è il focus del protocollo declinata nelle varie specifiche particolarità delle diverse destinazioni d'uso come scuole, luoghi d lavori o strutture ricettive. Un maggiore approfondimento dei protocolli di sostenibilità è disponibile al Cap 6 - Sostenibilità CasaClima.

## ProdottiQualità CasaClima

Le richieste sui prodotti edili sono in continuo aumento e sempre più spesso sia i committenti che i produttori sono alla ricerca di componenti performanti per la costruzione di una CasaClima. Il sigillo "ProdottiQualità CasaClima" è un marchio di qualità assegnato ai prodotti da costruzione che soddisfano i requisiti dei rispettivi regolamenti CasaClima. La famiglia dei sigilli di qualità è costantemente ampliata e ad oggi comprende:

- FinestraQualità (cap 11);
- PortaQualità (cap 11);
- VMC Qualità (cap 13);
- PdC Qualità (cap 13).

www.agenziacasaclima.it/it/prodottiqualita-casaclima

## Iniziativa StarterKit

In questi anni si è consolidata ancora di più la nuova iniziativa di certificazione chiamata "StarterKit".
Il progetto è nato per accompagnare gli operatori del processo edilizio che per la prima volta si accingono ad effettuare una certificazione CasaClima, con l'obbiettivo di implementare lo standard di qualità nelle loro aziende.

## Energy Check

Se un edificio consuma più energia del necessario, manca di comfort e qualità abitativa o addirittura presenta danni costruttivi, allora è tempo di agire. Ma quali misure più efficaci da intraprendere? Per ottenere l'effetto desiderato gli investimenti devono essere ponderati bene.
Il primo passo verso il risparmio energetico è una verifica a 360 gradi dello stato dell'edificio, eseguita da un tecnico competente, che esegua un'analisi indipendente e non vincolata a interessi commerciali.
In collaborazione con i partner ENEA e Banca Intesa Sanpaolo insieme al fondamentale supporto dei consulenti CasaClima, la proposta ha avuto successo su tutto il territorio nazionale.

# 16.3 FORMARSI PER CRESCERE

Fin dall'inizio i corsi di formazione e di approfondimento sono stati un pilastro portante del progetto CasaClima. L'obiettivo è sempre stato quello di fornire conoscenze tecniche orientate alla pratica nel settore dell'edilizia per promuovere la diffusione di una cultura del costruire sostenibile, improntata al risparmio delle risorse e alla tutela dell'ambiente. Una formazione di qualità infonde fiducia e maggiore sicurezza nei clienti.
In questo periodo di profondi cambianti per il settore delle costruzioni, i corsi offrono ai vari operatori la possibilità di rimanere competitivi o di trovare un nuovo posizionamento sul mercato.
L'esigenza dei corsi on line, emersa durante la pandemia è stata un'opportunità per riformulare, modificare, integrare e proporre nuovi contenuti formativi a partire dal mese di marzo in modalità sincrona.
I nuovi corsi hanno seguito essenzialmente due tipologie principali:

- corsi in modalità online equivalenti ai corsi in presenza;
- nuovi corsi brevi di specializzazione.

## Corsi FinestraQualità & PortaQualità

La gamma dei corsi di posa per serramentisti è stata completamente revisionata per essere conforme con i requisiti delle norme UNI 11673-2 e UNI 11673-3.
Attraverso l'Agenzia CasaClima è possibile dare l'esame del posatore al livello EQF4 riconosciuto a livello nazionale. Anche l'elenco dei posatori sul sito web dell'Agenzia CasaClima è stato adeguato ai nuovi regolamenti.

Le innovazioni sono:

- Nuovo Label
- logo QualityProduct
- Database ProCasaClima
- Corso posatore EQF4
- Titolo Expert CasaClima



## Master CasaClima

Negli ultimi anni l'Agenzia ha confermato la collaborazione nel Master di II Livello Universitario "CasaClima e Bioarchitettura" della LUMSA di Roma.

Molto apprezzati dagli studenti i workshop sul protocollo CasaClima per edifici residenziali nuovi e risanati e sul protocollo di sostenibilità Nature.

## Certificazione Esperto Edilizia Sostenibile

Questa nuova specializzazione professionale unisce le professionalità del Consulente CasaClima e dell'Ispettore ITACA e permette di accedere all'esame di esperto in edilizia sostenibile, figura riconosciuta in funzione delle premialità previste dai CAM in edilizia.

# 16.4 COMUNICARE PER INFORMARE

Attraverso l'organizzazione di convegni, eventi informativi e fiere, il CasaClima Tour, la pubblicazione di libri specialistici, brochure informative e la rivista CasaClima, il Vademecum e con regolari pubblicazioni sulla carta stampata e in rete, dal portale ai social network (Facebook, Twitter, LinkedIN e Instagram), l'Agenzia CasaClima cerca di sensibilizzare e informare la cittadinanza e gli esperti sui temi del costruire efficiente e sostenibile e sulle iniziative e i temi riguardanti l'energia e la tutela del clima.

## CasaClima Awards e Premio del Pubblico

Un formato molto popolare nella Comunicazione di Agenzia CasaClima è il CasaClima Award: ogni anno una giuria sceglie e premia le interpretazioni più innovative e particolarmente interessanti del tema CasaClima.

I progetti, scelti tra una rosa di quasi 2000 realizzazioni ogni anno, rappresentano una selezione di edifici pubblici e privati, residenziali e non, nuovi o risanati. Senza alcuna predilezione verso uno stile architettonico o materiale costruttivo, attraverso questo riconoscimento si vuole premiare chi ha saputo coniugare efficienza energetica, progettuale e di scelta dei componenti edilizi, secondo i gusti di committenti e progettisti. Durante la cerimonia di consegna dei Cubi d'oro, ogni anno si premia anche l'edificio maggiormente gradito al pubblico tramite una votazione accessibile a tutti sul sito internet dell'Agenzia CasaClima.



## PROGETTISTI

### BASE

- Base CasaClima
- Avanzato CasaClima

### SPECIALISTICI

- Consulente energetico CasaClima
- Consulente / Auditore per la sostenibilità
- Risanamento energetico degli edifici esistenti
- Workshop CasaClima edifici NZEB
- Consulente ComuneClima

### SPECIALIZZAZIONE BREVI

- Appunti di cantiere
- Ponti termici - base
- Ponti termici - avanzato
- Blower Door Test
- Termografia
- Verifica termoigrometrica in regime dinamico
- Acustica edilizia
- Principi di ottimizzazione del comfort acustico degli ambienti progettati
- Illuminotecnica: luce naturale, luce artificiale
- Impianti per edifici efficienti
- Principi di progettazione degli impianti radianti a bassa temperatura
- Pompe di calore per edifici residenziali
- Fotovoltaico e sistemi di accumulo
- Costruire in legno
- Sopraelevazioni in legno per risanamenti energetici
- Coperture a verde
- Progettare con la terra cruda
- Workshop - Direttiva Tecnica CasaClima
- ProCasaClima - base
- Workshop ProCasaClima - avanzato
- Simulazioni dinamiche degli edifici
- Schermature per la protezione solare - Workshop
- Principi di adeguamento sismico e riqualificazione energetica
- Protezione dall'umidità di risalita e risanamento del manufatto edilizio
- Principi di progettazione dell'impermealizzazione
- Risanamento con isolamento termico interno
- Isolamento termico a "cappotto"
- Redazione dell'APE per edifici esistenti
- Strategie di comunicazione: la consulenza creativa
- Vendere la Qualità CasaClima
- Valutazione dei costi-benefici
- Qualità dell'aria interna e protezione dal gas radon
- Strategie di efficienza energetica per il trattamento acque ad uso civile
- Domotica
- BIM&CasaClima: gli oggetti parametrici per la certificazione CasaClima

### ALTA SPECIALIZZAZIONE

- Corso EGE - Esperto in gestione dell'energia
- Master universitario CasaClima Bioarchitettura

### SUMMERSCHOOL

- Summerschool 1 - Esperto Jnior CasaClima
- Summer School 2 - Costruire in legno

## ARTIGIANI/PROGETTISTI

### BASE

- Base CasaClima
- Avanzato CasaClima
- KlimaFactory per artigiani

### DI POSA IN OPERA

- Finestre & Porte - Progettazione
- Finestre & Porte - Risanamento
- Finestre & Porte - Workshop di posa
- Workshop Finestre per tetti: prestazioni e posa
- Qualità CasaClima nella posa del "cappotto"

### FAD - FORMAZIONE A DISTANZA

- Corso "Base CasaClima per Progettisti"
- Corso "Appunti di Cantiere "
- Seminario "Ponti termici "
- Seminario "Termografia "
- Seminario "Blower door "

## UTENTI/PARTNER

- Corso *InHouse* Partner CasaClima
- Corso Base per imprese di Costruzione
- CasaClima per Committenti
- Amministratori Condominiali

## INFO

- Info crediti formativi professionali
- Hotel convenzionati con l'Agenzia CasaClima

La presente guida illustra l'intera offerta formativa (corsi e seminari) attiva al momento della pubblicazione della stessa.
L'Agenzia integra costantemente i contenuti didattici dei corsi presenti nella guida e ne sviluppa di nuovi in base alle richieste prevenute dalla rete CasaClima (corsisti, relatori, partner) e alle esigenze di accrescimento delle competenze nella gestione dei protocolli CasaClima. Per la conoscenza dello stato dell'arte dell'offerta didattica CasaClima, di eventuali corsi non attivati, delle integrazioni dei corsi, dello sviluppo dei corsi nuovi e dei seminari non presenti nella presente guida, contattare l'Agenzia CasaClima.




## Fiera Klimahouse

Ogni anno l'ultima settimana del mese di gennaio si tiene la Fiera Klimahouse di Bolzano, evento leader nel settore delle costruzioni efficienti e sostenibili.
Durante i quattro giorni di fiera, da 30.000-40.000 visitatori da tutta l'Italia e l'arco alpino affollano i padiglioni per scoprire le novità degli oltre 400 espositori, farsi stupire dalle innovazioni delle start-up del Future Hub e ispirare dai visionari relatori del congresso organizzato da CasaClima e Fiera Bolzano.

Klimahouse è sempre più un luogo di incontro e di ispirazione e un'occasione di scambio tra persone che condividono la stessa idea di futuro. Perché, oggi più che mai, tutti i soggetti coinvolti - produttori, progettisti e committenti - sono pienamente consapevoli che l'unica strada da percorrere è quella del risparmio delle risorse, dell'efficienza energetica e della salubrità nell'edilizia e nell'abitare.




**Congresso internazionale CasaClima durante la Fiera Klimahouse**

## CasaClima Tour

Dal 2015 l'Agenzia organizza il "CasaClima Tour". Attraverso eventi formativi gratuiti nelle diverse città d'Italia si intende diffondere a un vasto pubblico la proposta CasaClima e gli standard dell'edilizia sostenibile ed efficiente. Il format è stato regolarmente aggiornato negli anni: una parte dell'evento é svolto sotto forma di sessioni B2B di tipo workshop, dove i partecipanti hanno avuto la possibilità di approfondire argomenti specialistici insieme ad esperti e tecnici delle aziende Partner.



## Consulenze

Per tutti coloro che sono interessati a discutere con gli esperti CasaClima propri progetti, i dubbi o soltanto informarsi sulle novità, l'Agenzia offre due ore di consulenza gratuita dalle 14 alle 16 ogni primo giovedì del mese. All'inizio del 2020 questa offerta è stata ampliata, in collaborazione con il GSE (Gestore servizi energetici) e l'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela clima, ha istituito presso l'Agenzia uno sportello energetico per i comuni e le Pubbliche Amministrazioni.

## Progetto ScuolaClima

Un'altra nuova iniziativa lanciata nel 2020 è il progetto ScuolaClima. L'obiettivo è quello di rafforzare nelle scuole altoatesine i temi del risparmio energetico, l'uso razionale delle risorse e misure pratiche di tutela ambientale e climatica e di coinvolgere attivamente i giovani cittadini nello sviluppo sostenibile della nostra provincia. Nell'anno scolastico 2020/21, è stato realizzato un primo progetto pilota presso la scuola media "Istituto del Sacro Cuore" di Rio di Pusteria. Dopo una prima fase di valutazione l'iniziativa sarà estesa anche ad altre scuole.

## EVENTO CUBO $CO_2$

In media ogni abitante del pianeta emette 7,4 tonnellate di $CO_2$, ogni anno, ma solo pochissimi di noi possono davvero e concretamente percepirlo, poiché la $CO_2$, pur essendo un gas nocivo, è incolore e inodore e sfugge quindi alla percezione sensoriale diretta. L'installazione del cubo di $CO_2$ diventa quindi lo spunto per affrontare le delicate tematiche connesse al riscaldamento globale, con lo scopo di generare stupore, interesse e infine suscitare una reazione positiva e sostenibile.




Evento "CUBO $CO_2$"

## CasaClima DueGradi

La rivista CasaClima DueGradi viene pubblicata dal 2006 tre volte all'anno in lingua italiana con tiratura di 18.000 copie. In occasione della fiera Klimahouse di Bolzano si pubblica anche la versione tedesca "Energie&Haus", che in collaborazione con il maggiore quotidiano altoatesino "Dolomiten" viene inviata a 42.000 nuclei familiari. Le riviste sono distribuite per posta o gratuitamente durante le iniziative a cui partecipa CasaClima, godendo dell'ottimo apprezzamento dei lettori anche nella versione online.




L'abbonamento al formato cartaceo è gratuito e per riceverla è sufficiente comunicare il proprio interesse a: redazione@casaclima.it




L'Agenzia, inoltre, pubblica oltre al "Vademecum del costruire bene – CasaCome? CasaClima", in lingua italiana anche l'omologo in tedesco "KlimaHaus Bauen &Sanieren".

L'Ageniza CasaClima inoltre pubblica numerosi articoli su diverse riviste cartacee e pubblicazioni online del settore e tiene regolarmente una rubrica di informazione su temi tecnici all'interno dei maggiori quotidiani altoatesini (Alto Adige, Adige e Dolomiten) oltre a collaborare con portali e riviste del settore.

## Alla ricerca di un ClimaHotel o di una cantina ClimaWine

Il nuovo sito web è riservato all'esclusivo club dei ClimaHotel, CasaClima Welcome e alle cantine ClimaWine certificati, presentati in modo accattivante. I visitatori di questa piattaforma possono cercare in modo specifico prodotti e servizi che pongono grande attenzione alla tutela dell'ambiente. Inoltre, il sito web è anche uno strumento che consente alle aziende stesse di presentarsi dal punto di vista della sostenibilità e di ottenere così maggiore visibilità.

Oltre alla presentazione di 37 alberghi e cantine sostenibili localizzate in tutta Italia, dei marchi di qualità e dei propri principi, e di news, alcuni alberghi possono essere prenotati direttamente dal sito web grazie alla collaborazione con il Hoteliers- und Gastwirteverband Südtirol – HGV sotto forma di un plug-in dedicato. Il sito web ha una funzione di ricerca geografica di hotel e cantine certificate. Il sito web è attualmente bilingue (in tedesco e italiano), mentre per il futuro è prevista anche una versione in inglese.



# 16.5 RICERCA E SVILUPPO

## Software ProCasaClima

In occasione della Fiera Klimahouse 2022 è stato presentato la nuova versione "ProCasaClima 2022" ampliata nel database dei materiali e con aggiornamenti di calcolo. Il nuovo software permette la valutazione dei fabbisogni energetici invernali ed estivi di un edificio, sia in regime stazionario che dinamico, la valutazione del comfort/discomfort indoor, il calcolo dell'impatto ambientale e la valutazione di sostenibilità secondo il protocollo CasaClima Nature e la valutazione costi-benefici. Si è lavorato ad un launcher che permette gli aggiornamenti automatici del tool di calcolo e del database, in continua espansione anche grazie ai prodotti qualità CasaClima. Sono state elaborate un'interfaccia per la gestione dei progetti ed altre funzionalità che migliorano la user experience. Inoltre, è stata sviluppata la versione del software in lingua inglese,



oltre all'italiano e al tedesco. Il database CasaClima è stato ampliato con i prodotti qualità relativi ai sigilli: Finestre e Porte, macchine per la ventilazione meccanica controllata e pompe di calore.

## CasaClima Open

Obiettivo del progetto software "CasaClima Open" è quello di permettere la certificazione CasaClima con programmi di calcolo commerciali certificati dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano) secondo direttive e normative nazionali. In questo modo è possibile evitare il doppio calcolo e semplificare il lavoro di certificazione CasaClima da parte dei progettisti, sia per il calcolo di un edificio di nuova costruzione, sia per un edificio riqualificato secondo gli incentivi statali: Ecobonus, Superbonus, ecc.
L'Agenzia ha ampliato la collaborazione con alcune delle principali software house italiane in ambito termotecnico come: Logicalsoft, Edilclima, Acca, Blumatica e MC4 Software, le quali hanno implementato nei loro software la creazione di un file di esportazione ad hoc in formato .xml che può essere direttamente importato nel software CasaClima Open 5.0.

## Progetti di ricerca

L'Agenzia CasaClima partecipa ad una serie di progetti di ricerca regionali e internazionali. In questo modo l'Agenzia promuove il transfer di sapere ed approfitta delle novità scientifiche attuali nel settore energetico. I partner di progetto dell'Agenzia sono istituzioni pubbliche, istituti di ricerca privati e statali e attori privati. Inoltre assolve su incarico della Provincia di Bolzano vari ruoli interno alla macrostrategia dell'UE per l'arco alpino EUSALP.

I principali progetti in essere a inizio 2023 sono:

**CAESAR2**
Climate & Energy Solutions for small Alpine enterpRises
Il progetto illustrerà i benefici del carbon-footprinting (CCF) alle PMI, soprattutto del settore agroalimentare, e le coinvolgerà in un processo di analisi dei dati. Le imprese pilota contribuiranno a creare liste di controllo, elenchi di processi e strumenti per valutare le proprie emissioni e la propria situazione energetica e iniziare a migliorarla. CAESAR 2 aggiorna i risultati del progetto CAESAR, in cui le soluzioni per introdurre misure di efficienza energetica nelle piccole imprese alpine sono state sviluppate attraverso un processo di co-creazione con i cluster industriali di quattro Paesi alpini.

**GRINSCO**
Green Insulation Skills for Construction Workers
I materiali isolanti sostenibili contengono meno sostanze dannose per l'ambiente, contribuiscono a ridurre le

emissioni di anidride carbonica e hanno costi del ciclo di vita molto più bassi rispetto ai materiali isolanti convenzionali. L'aggiornamento dei lavoratori edili con la conoscenza delle tecniche di isolamento ecologico attraverso la formazione in servizio è quindi fondamentale e oggetto del progetto per migliorare l'occupabilità e la retribuzione, contribuendo a soddisfare la domanda attuale e futura di soluzioni ecologiche e sostenibili nel settore delle costruzioni e delle ristrutturazioni.

**AMETHyST**
"A MultipurposE and Transectorial Hydrogen Support for decarbonized alpine Territories"
L'obiettivo generale di AMETHyST è quello di sostenere la diffusione di ecosistemi locali alpini di idrogeno verde in cui diverse applicazioni di H2 verde sono combinate in un'area geografica con un elevato potenziale di H2. Lo farà attraverso l'aumento delle capacità e della comprensione delle autorità pubbliche e l'implementazione di progetti pilota, con il supporto di agenzie settoriali e cluster di innovazione.

**En Trainer**
Energy Transition Audits towards Decarbonization"
EnTRAINER mira a introdurre un cambiamento di paradigma dagli audit energetici convenzionali a una nuova metodologia, olistica e completa, di "Audit di transizione energetica" (ETA). Con questo nuovo approccio, l'obiettivo principale è quello di fornire uno schema multi-beneficio e un piano d'azione completo per la completa piano d'azione completo verso la completa decarbonizzazione dei siti sottoposti ad audit.

**www.agenziacasaclima.it/it/progetti-di-ricerca**

# 16.6 FACCIAMO RETE

L'Agenzia CasaClima ha stretto partenariati strategici con alcune Agenzie per l'Energia di diverse regioni d'Italia. Sono strutture pubbliche, che nello stadio avanzato della collaborazione adottano la certificazione di qualità CasaClima ed implementano localmente un trasferimento di know-how intorno al tema CasaClima attraverso la loro proposta formativa.

## Collaborazioni istituzionali

**ENEA** - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile.
**GSE** - Gestore Servizi Energetici.
**AESS** - Emilia-Romagna.
**APE** - Friuli-Venezia Giulia.
**ARRR** - Firenze.
**Habitech** - Trentino.

## CasaClima Network

Oltre alla collaborazione istituzionale con le agenzie partner CasaClima è stata presente in tutta Italia anche attraverso i CasaClima Network. In questi network regionali sono organizzati i consulenti CasaClima locali, impegnati in attività di divulgazione e sensibilizzazione sui temi di efficienza energetica e tutela del clima, con l'obiettivo di creare localmente interesse presso cittadini, committenti, artigiani, imprenditori e amministrazioni pubbliche. Nel 2021 si è concluso il processo di riorganizzazione del CasaClima Network. Dopo molti mesi di progettazione e concertazione, a gennaio 2022 è nato infatti il nuovo CasaClima Network, organismo unico che opera ai sensi della visione, della missione e dei valori di CasaClima a livello nazionale e internazionale.

## Aziende Partner CasaClima

Nello sviluppo di standard e iniziative l'Agenzia CasaClima ha sempre puntato molto sul forte coinvolgimento tutte le parti interessate. Oltre ai progettisti e agli artigiani si fa riferimento in particolar modo alle aziende di servizi, prodotti e impianti per l'edilizia.
In fin dei conti la disponibilità di alternative attraenti dal punto di vista tecnico ed economico è il presupposto per poter implementare un modo di costruire sostenibile ed energeticamente efficiente su larga scala.
Con le sinergie generate nell'arco degli anni poteva prosperare l'innovazione ed era possibile proporre ai cittadini standard tecnicamente fattibili ed economicamente accessibili. Da questo punto di vista l'Agenzia CasaClima rappresenta sicuramente un motore dell'innovazione, che ha portato ad a una situazione win-win sia per le esigenze di tutela del clima che per quelle dell'economia dell'edilizia sostenibile.

## Collaborazione con Rete Irene

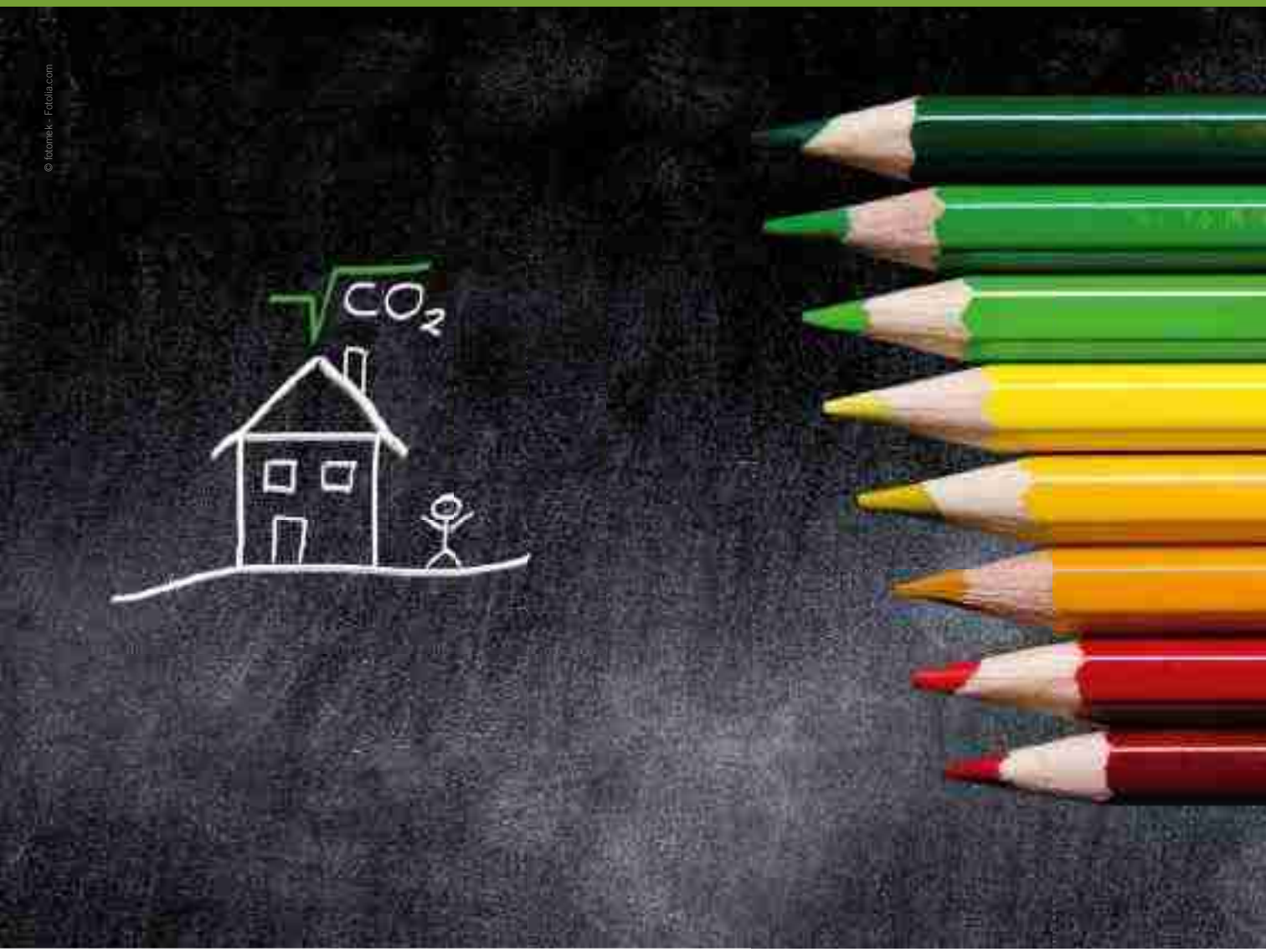
È stato sottoscritto un accordo per collaborare dal punto di vista tecnico scientifico. La partnership ha prodotto delle linee guida validate da professionisti del settore per realizzare interventi di riqualificazione "da manuale": tali linee guida saranno utili per realizzare al meglio l'intervento.

## Collaborazione con Intesa Sanpaolo

Con il rinnovo della convenzione nel 2020 è continuato il rapporto di collaborazione con le banche del gruppo Intesa Sanpaolo e con la rete delle agenzie immobiliari di Intesa Sanpaolo e Intesa Sanpaolo Casa. Grazie alla collaborazione dei consulenti energetici CasaClima, i clienti Intesa Sanpaolo hanno la possibilità di accedere a costi agevolati all'Energy Check CasaClima in tutta Italia.

# Formarsi per crescere

## I corsi di CasaClima




© fotomek - Fotolia.com

Rimani aggiornato sulla nostra offerta didattica visitando regolarmente il nostro sito web.

**Vuoi saperne di più?**
www.agenziacasaclima.it

KlimaHaus
CasaClima®

# Pubblicità


KAMPA 10
TOPHAUS 18
LIGNOALP 26
TECNOSUGHERI 34
PERFORMANCE IN LIGHTING 48
ISODOMUS 65
FIERA KLIMAHOUSE 66
SACE 88
NEOPOR BMB cert 100
NATURALIABAU 115
SCHÖCK 116
SASIL 125
PONTAROLO ENGINEERING 126
ISOSPAN 142
PROGRESS 143
RUBNER 144
WOODCONTROL 160
WOLF HAUS 161
FINSTRAL 162
GRIESSER 192
GASPEROTTI 193
HÖRMANN 200
INGENIO 201
RIWEGA 202
POSACLIMA 219
EXRG 220
ALPAC 253
SABIANA 254
GLOBAL RADIATORI 255
DISAN 275
INNOVA 276
MYDATEC 279
ZEHNDER 281
WÜRTH 282
XELLA 321
RÖFIX 322
DIERRE 334

# Partner CasaClima




# Partner Istituzionali



**CASA COME? CASACLIMA.**
**Vademecum del costruire bene**

**Edizione**
Nr. 02.1 – Marzo 2023

**Tiratura**
7.000 copie

**Editore**
Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima

**Registrazione Tribunale di Bolzano**

**Redazione e annunci**
Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima
Via A.Volta 13A
I-39100 Bolzano
Tel.: +39 0471 062 147
redazione@agenziacasaclima.it
www.agenziacasaclima.it

Certificato Nr. 50 100 15113
UNI EN ISO 9001:2015

Non è permessa la riproduzione, anche parziale, di quanto contenuto nella presente rivista senza preventiva autorizzazione da richiedersi per iscritto alla Redazione. La redazione non si assume alcuna responsabilità sulle notizie e sui dati pubblicati che sono stati forniti dalle singole aziende.

Per la tutela delle nostre foreste e come investimento nel futuro di tutti noi, Agenzia CasaClima si è posta l'obiettivo di produrre tutti i suoi stampati in modalità "climaneutral" e su carta e/o supporto sostenibile. Questo significa anche ridurre la tiratura a un minimo e distribuire solo le copie necessarie e prenotate in abbonamento. La carta utilizzata anche per questa pubblicazione è certificata FSC.

**Coordinatrice di progetto**
Carla Orsini

**Direttore responsabile**
Ulrich Santa

**Coordinatrice redazione**
Carla Orsini

**Redazione**
Carla Orsini, Ulrich Klammsteiner, Elena Stagni, Sergio Pesaresi

**Hanno collaborato**
Claudio Bellocchio, Gebhard Platter, Isabella Pedrazza, Andreas Franzelin, Luca Devigili, Uwe Staffler, Roberto Calliari, Carlo Dario, Astrid Schartmüller, Claudia Gamper, e i tecnici delle aziende partner che hanno sostenuto il progetto.

**Illustrazioni**
Rodolfo Zancan

**Concetto grafico**
Stefano Eccher Design
www.stefanoeccher.it

**Adattamento**
Claudia Gamper, Agenzia CasaClima

**Stampa**
Kraler Druck, Varna

Stampato su carta certificata FSC gestione forestale responsabile

Prodotto di stampa finanzia contributo per il clima
ClimatePartner.com/14718-2401-1001

KlimaHaus
CasaClima®

# Casa come? CASA CLIMA.