UNIONCAMERE

DINTEC
CONSORZIO PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

FONDO DI PEREQUAZIONE 2025 - 2026

SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA: IMPIANTI, PROCESSI E IA



1 ottobre 2026, WEBINAR

Diego Moretti e Yasaman Meshenchi, esperti Dintec

CAMERA DI COMMERCIO COSENZA

punto impresa digitale

FIRE: energy management a 360 gradi





DAL **1987**

https://fire-italia.org/cosa-facciamo-per-te/

Indice



❖ **Sistemi, soluzioni e tecnologie per l'efficienza energetica**

- Illuminazione
- Sistemi per l'aria compressa
- Interventi su forni ed essiccatori
- Interventi sull'involucro edilizio
- Riscaldamento e climatizzazione
- Motori, pompe e azionamenti elettrici
- Sistemi per acqua calda e vapore per processi industriali
- Sistemi per la produzione di freddo per processi industriali
- Soluzioni per le fonti rinnovabili e la cogenerazione
- Accumuli elettrici e termici
- AI per l'energy management

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org



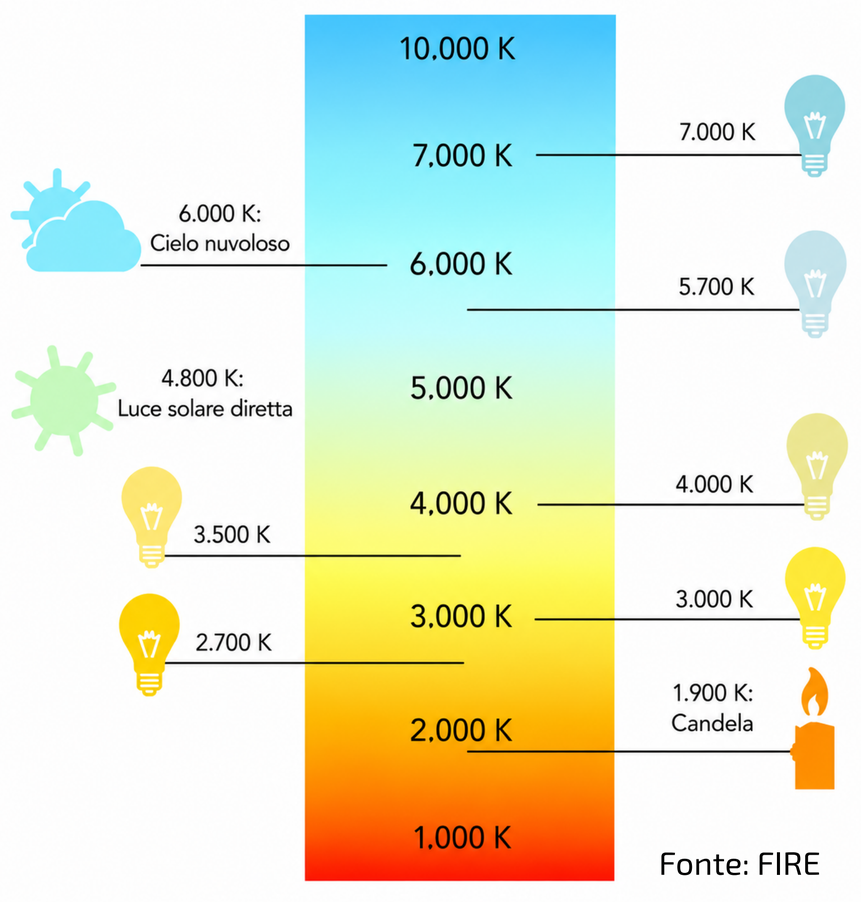
Illuminazione

Illuminazione: grandezze fondamentali

- **Flusso luminoso**: quantità di energia luminosa emessa da una sorgente nell'unità di tempo, espresso in lumen (lm);
- **Efficienza luminosa**: rapporto tra flusso luminoso e potenza in ingresso (lm/W).

La qualità dell'illuminazione viene misurata attraverso tre parametri principali:

- **Illuminamento**: quantità di luce che cade su una superficie;
- **Temperatura di colore**: misura la tonalità della luce, che va dalla luce calda (sotto i 3000 K) a quella fredda (sopra i 5000 K);
- **Resa cromatica**: capacità di una lampada di mostrare la qualità dei colori in maniera accurata.



Colori per temperatura nella scala Kelvin

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Evoluzione delle sorgenti luminose



Fonte: FIRE

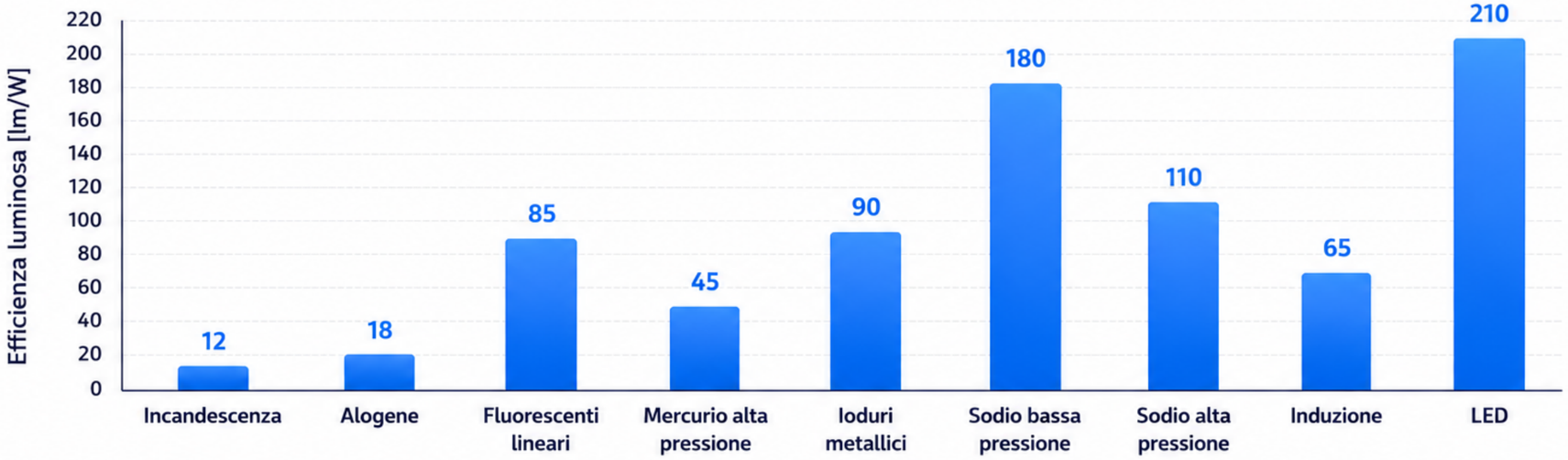
1. **Lampade a incandescenza**: luce emessa da un filamento reso incandescente per il passaggio di corrente. Bassissima efficienza, durata limitata ed elevata emissione di calore;
2. **Lampade alogene**: efficienza luminosa e durata quasi doppie rispetto alle classiche lampade a incandescenza;
3. **Lampade a scarica**: scarica luminosa innescata all'interno di un tubo contenente gas rarefatto o vapori di metalli;
4. **Lampade fluorescenti**: emissione indiretta, il tubo dove avviene la scarica è rivestito internamente di un materiale fluorescente. Suddivise in fluorescenti tubolari e fluorescenti compatte (CFL);
5. **Lampade a LED**: sfruttano le proprietà ottiche di materiali semiconduttori che producono fotoni attraverso un processo di emissione spontanea.

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Efficienza luminosa e vita media a confronto

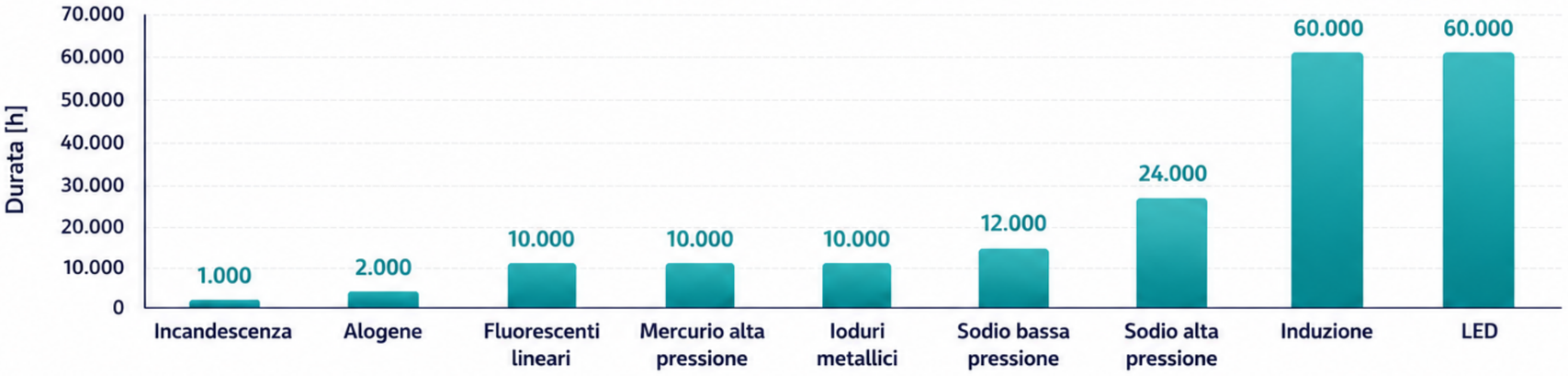


EFFICIENZA LUMINOSA



VITA MEDIA

Fonte: FIRE



Vantaggi delle lampade a LED

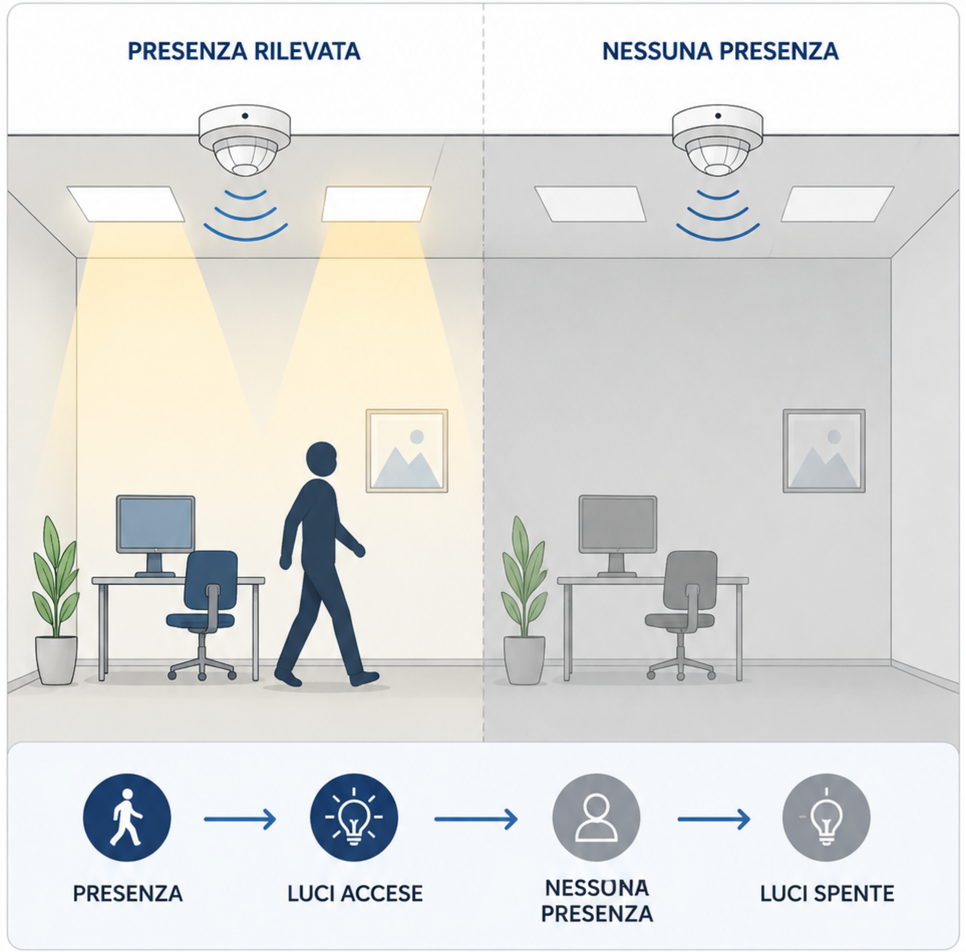
- durata elevata;
- minori costi di manutenzione;
- elevata affidabilità;
- elevata efficienza;
- produzione di luce di diversi colori modificabili dinamicamente;
- matrici di LED per modificare colore, temperatura, ma anche la distribuzione.

Illuminazione

Tre passi per ridurre i consumi all'illuminazione:

1. **Riduzione della domanda** (sfruttamento della luce naturale, ottimizzazione della distribuzione dei punti luce, spegnimento delle luci inutili…);
2. **Sostituzione** delle lampade con tipologie più efficienti (**LED**);
3. Interventi inerenti la **regolazione**:
   - rilevatori di presenza;
   - regolatori di flusso luminoso;
   - controlli automatici a tempo;
   - dimmerazione automatica.

U.S. Energy department ha risparmiato 1.500 MWh di elettricità in 16 anni dal solo spegnimento delle luci di notte da parte di una sola persona!



Fonte: FIRE

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org



Interventi per l’involucro edilizio

Isolamento strutture edilizie



L'involucro edilizio che racchiude e **delimita lo spazio interno** nel quale si desidera mantenere le condizioni di benessere per gli occupanti, è di fatto il confine fisico tra esterno ed interno. Si parla di **involucro edilizio opaco e trasparente**.

Gli interventi di efficientamento della struttura edilizia possono essere di tre tipi:

- **Isolamento delle pareti** (e.g. cappotto termico): intervento che consente di ridurre drasticamente i ponti termici, in corrispondenza di elementi dotati di particolare resistenza termica.
- **Isolamento della copertura**: una copertura poco efficiente può essere responsabile fino al 30% delle dispersioni energetiche. La copertura ventilata è una tecnica affidabile e collaudata;
- **Isolamento delle pareti trasparenti**: tramite i vetri può essere disperso fino ad 1/3 del calore in inverno e del freddo in estate. Doppi o tripli vetri permettono di ridurre drasticamente la trasmittanza termica.

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Isolamento strutture edilizie



<u>Trasmittanza termica U (W/m²K)</u>: flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari a 1 °C.

L'inverso della trasmittanza è la somma delle resistenze termiche degli strati.

<u>Conduttività termica λ (W/mK):</u> flusso di calore che attraversa una superficie unitaria di spessore unitario sottoposta a differenza di temperatura pari a 1 °C.

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Tipologie di isolanti

Origine minerale: all'interno del processo produttivo di tali isolanti si trovano fibre di origine minerale. Un esempio sono la lana di roccia e l'argilla espansa.

Origine vegetale: prodotti di fibre vegetali. Un esempio sono i pannelli di fibra di legno in cui il materiale legnoso viene lavorato con materiali sintetizzanti che forniscono elasticità e compattezza al legno.

Origine petrolchimica: sintesi da derivati del petrolio. Un esempio sono il polistirene, il polistirene espanso e il polistirene estruso.

ISOLANTI DI ORIGINE MINERALE

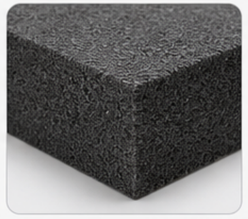
Derivano da rocce e minerali naturali o dalla loro lavorazione.



Lana di roccia



Lana di vetro



Vetro cellulare



Vermiculite espansa

ISOLANTI DI ORIGINE VEGETALE

Provengono da materiali naturali di origine vegetale.



Fibra di legno



Lana di canapa



Paglia compressa



Sughero



Cotone riciclato

ISOLANTI DI ORIGINE PETROLCHIMICA

Sono ottenuti da processi chimici che utilizzano derivati del petrolio.



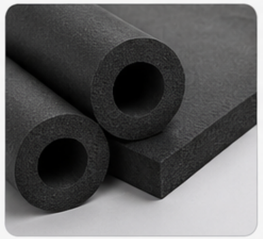
Poliuretano espanso rigido (PUR)



Polistirene espanso (EPS)



Polistirene estruso (XPS)



Gomma sintetica (elastomeri)



Poliuretano espanso a spruzzo

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Fonte: FIRE

Interventi tradizionali sull'involucro edilizio opaco

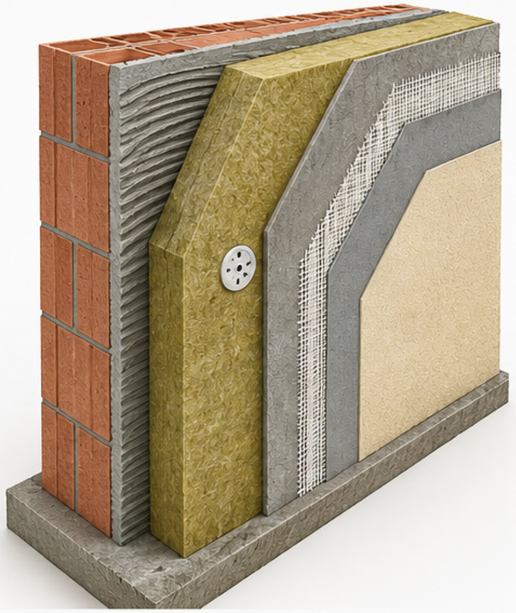
Isolamento a cappotto: predisposizione nel pacchetto murario di isolante sulla faccia esterna. Consente di risolvere il problema dei ponti termici, protegge l'involucro edilizio dal rischio di condensa e dalle muffe.

Isolamento a intercapedine: normalmente utilizzato se tra i pacchetti murari è presente un'intercapedine di aria che viene riempita di materiale isolante per insufflaggio.

Isolamento dall'interno: l'isolamento è applicato sul lato interno delle pareti perimetrali per ridurre la dispersione termica dell'edificio.

ISOLAMENTO A CAPPOTTO

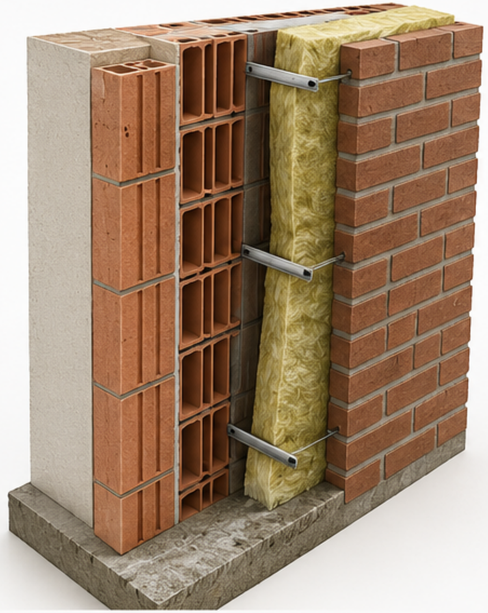
L'isolante è applicato all'esterno della muratura.



- ⊕ Elimina i ponti termici strutturali
- ⊕ Migliora l'inerzia termica dell'edificio
- ⊕ Protegge la muratura dagli sbalzi termici
- ⊖ Intervento dall'esterno (ponteggi necessario)

ISOLAMENTO A INTERCAPEDINE

L'isolante è inserito all'interno di un'intercapedine tra due pareti.



- ⊕ Nessuna modifica dell'aspetto esterno
- ⊕ Buone prestazioni termo-acustiche
- ⊕ Protegge la muratura dalle intemperie
- ⊖ Riduzione dello spazio interno
- ⊖ Efficacia dipendente dalla corretta esecuzione

ISOLAMENTO DELL'INTERNO

L'isolante è applicato sulla superficie interna della muratura.



- ⊕ Intervento praticabile anche dall'interno
- ⊕ Costi generalmente inferiori
- ⊖ Riduzione dello spazio abitabile
- ⊖ Possibili ponti termici residui
- ⊖ Rischio di condensa interstiziale (se non progettato correttamente)

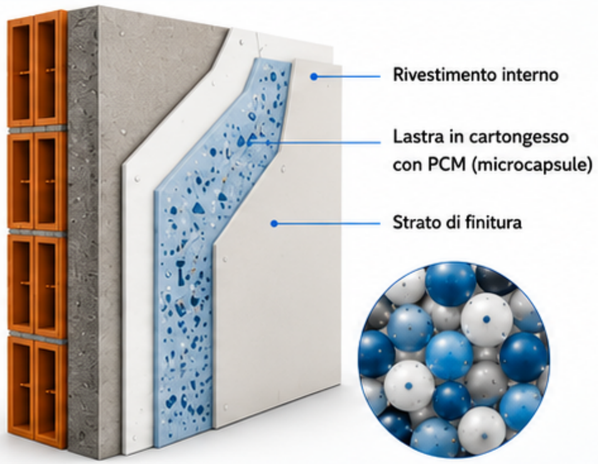
Fonte: FIRE

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Interventi innovativi sull'involucro edilizio opaco

1 MATERIALI A CAMBIAMENTO DI FASE (PCM)

I PCM assorbono calore quando la temperatura aumenta (passaggio solido-liquido) e lo rilasciano quando diminuisce (passaggio liquido-solido), stabilizzando la temperatura interna e migliorando le prestazioni energetiche.



VANTAGGI

- Riduzione dei picchi di temperatura
- Maggior comfort abitativo
- Riduzione dei consumi energetici

2 FACCIATE VENTILATE

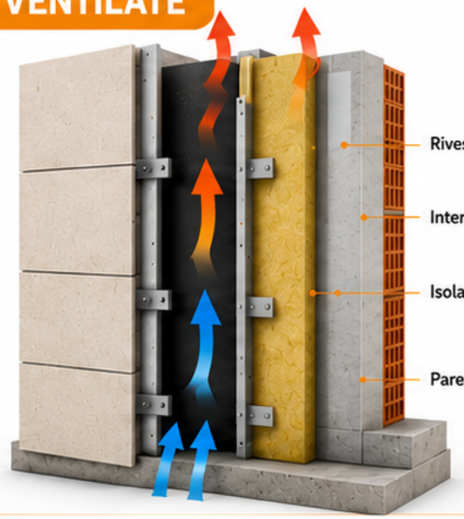
L'intercapedine d'aria tra involucro interno ed esterno consente la circolazione naturale dell'aria.

ESTATE

Riduce il surriscaldamento mantenendo più fresco l'involucro interno.

INVERNO

Evacua l'umidità proteggendo l'isolante e preservandone le prestazioni.



VANTAGGI

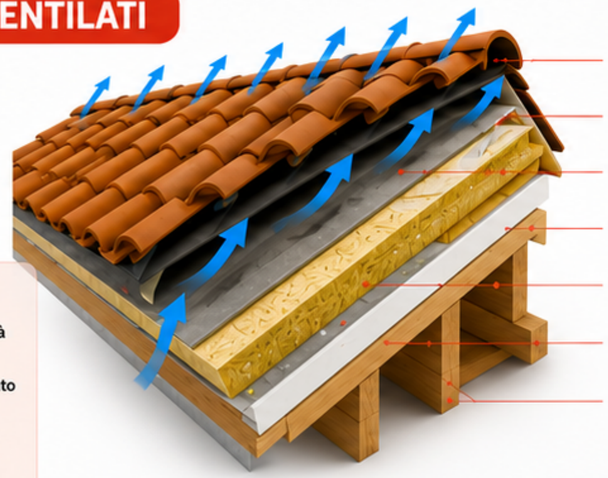
- Meno surriscaldamento estivo
- Smaltimento dell'umidità
- Protezione dell'isolante e della struttura

3 TETTI VENTILATI

La ventilazione sotto il manto di copertura favorisce l'eliminazione di umidità e calore, migliorando la durata della copertura e il comfort abitativo.

VANTAGGI

- Eliminazione di umidità e vapore acqueo
- Migliore comportamento invernale
- Maggiore durabilità della copertura



4 TETTI VERDI

Lo strato vegetale, grazie all'evapotraspirazione, riduce il flusso termico verso gli ambienti sottostanti, migliora l'isolamento estivo e contribuisce alla sostenibilità urbana.



VANTAGGI

- Riduzione del flusso termico estivo
- Gestione delle acque meteoriche
- Miglioramento ambientale e qualità dell'aria
- Contribuisce alla sostenibilità urbana

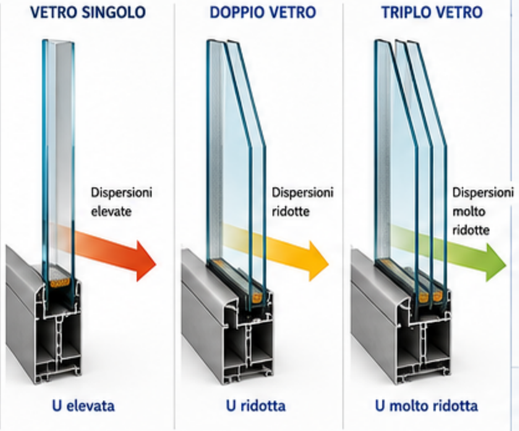
© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Fonte: FIRE

Interventi tradizionali sull'involucro edilizio trasparente

1 VETRATE AD ALTE PRESTAZIONI

- Riduzione della trasmittanza termica (U) passando da vetro singolo a doppio o triplo vetro con gas interposto.
- Controllo del fattore solare (g): i vetri con rivestimento selettivo filtrano la radiazione solare, migliorando il comfort estivo.



FATTORE SOLARE (g)

Indica quanta energia solare viene trasmessa all'interno.

VETRO CHIARO
g elevato

VETRO CON RIVESTIMENTO
g ridotto

I rivestimenti selettivi filtrano specifiche lunghezze d'onda della radiazione solare.

2 TIPOLOGIE DI TELAI

La scelta del telaio influisce su isolamento termico, acustico, durabilità e manutenzione.

TELAI IN LEGNO



- Buona resistenza termica
- Buona capacità di isolamento acustico
- Si deteriorano facilmente e necessitano di frequente manutenzione

TELAI IN ALLUMINIO



- Elevata resistenza alle intemperie
- Lunga vita utile
- Richiedono poca manutenzione
- Generalmente verniciati, placcati o anodizzati

TELAI IN LEGNO–ALLUMINIO



- Interno in legno, esterno in alluminio
- Molto resistenti e durevoli
- Minima manutenzione

TELAI IN PVC



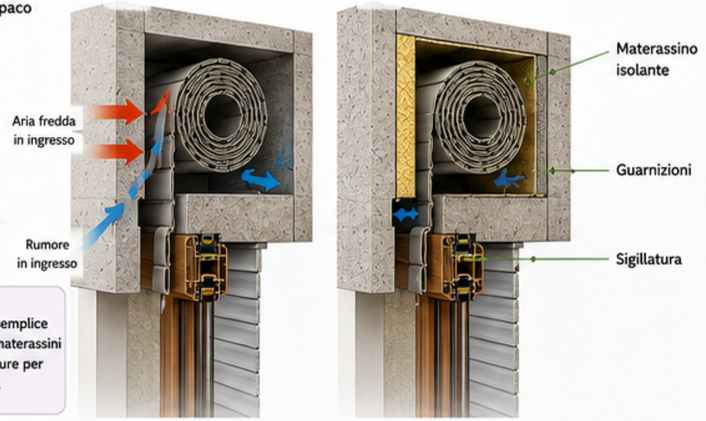
- Buone caratteristiche di resistenza meccanica e termica
- Aspetto estetico migliorato con finiture effetto legno
- Soluzione economicamente competitiva

3 COIBENTAZIONE DEL CASSONETTO

Il cassonetto rappresenta un punto di discontinuità dell'involucro opaco dell'edificio.

A livello termico, perché l'aria esterna entra nella cavità che accoglie il rullo dell'avvolgibile.

A livello acustico, perché insieme all'aria entra il rumore, amplificato dallo spazio vuoto che funge da cassa di risonanza.



La coibentazione termica è semplice ed economica: si utilizzano materassini isolanti, guarnizioni e sigillature per ridurre spifferi e dispersioni.

4 SCHERMATURE SOLARI

Le schermature solari riducono l'irraggiamento diretto, migliorano il comfort estivo e riducono i carichi di raffrescamento.

SCHERMATURE ORIZZONTALI

A soletta o a doghe, sono efficaci se correttamente dimensionate e collocate sulla facciata Sud, poiché impediscono la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive.

SCHERMATURE VERTICALI

Più indicate sui lati Est e Ovest, limitano la radiazione solare delle ore mattutine e pomeridiane.



Fonte: FIRE

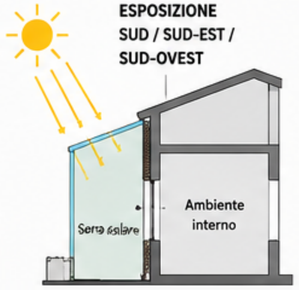
© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Interventi innovativi sull'involucro edilizio trasparente

1 SERRE SOLARI

Verande chiuse esposte a Sud, Sud-Ovest o Sud-Est, separate dall'ambiente esterno da pareti vetrate con presenza di aperture.



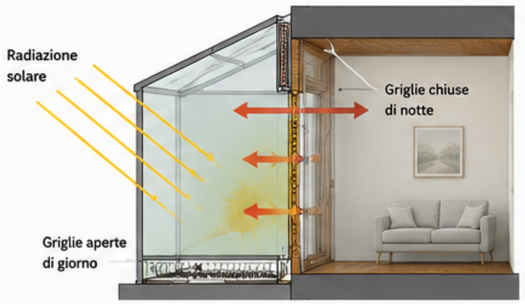


IN INVERNO

La radiazione solare riscalda l'aria nella serra riducendo le perdite per trasmissione.

Il calore accumulato nella serra è trasferito all'ambiente interno attraverso l'elemento di separazione.

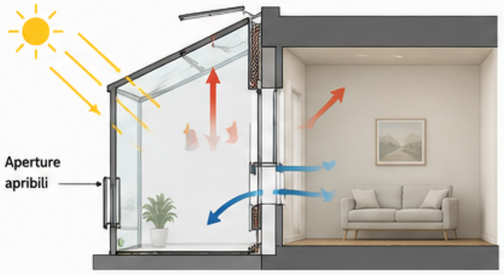
Se l'elemento di separazione prevede delle griglie, queste vanno tenute aperte di giorno e chiuse di notte.



IN ESTATE

La serra potrebbe surriscaldarsi.

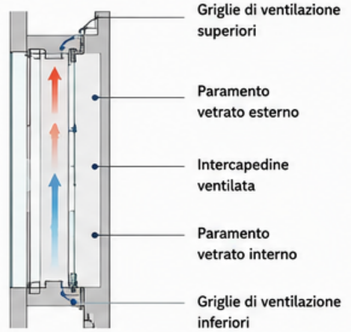
Per evitare ciò, le serre dovrebbero essere apribili per favorire la ventilazione naturale.



2 FACCIATE VENTILATE TRASPARENTI

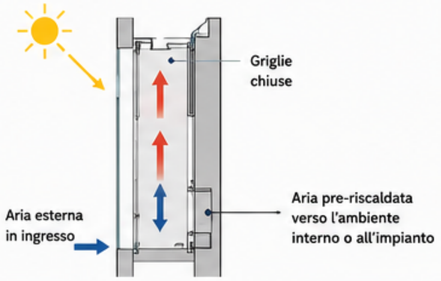
Doppio involucro edilizio vetrato che ottimizza il guadagno solare invernale e favorisce il raffrescamento estivo per ventilazione.





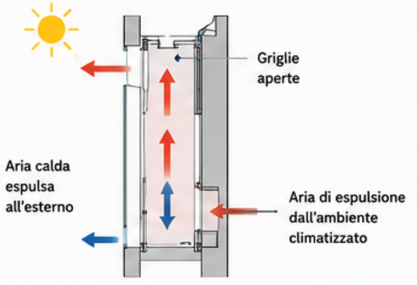
REGIME INVERNALE

1. Se l'intercapedine è chiusa, si innalza la temperatura dell'aria ivi contenuta.
2. L'aria esterna presa in basso è pre-riscaldata all'interno dell'intercapedine.
3. L'aria pre-riscaldata può essere immessa in ambiente o alimentare l'impianto di climatizzazione.



REGIME ESTIVO

1. L'aria di espulsione (dall'ambiente climatizzato) è introdotta, dall'interno, nell'intercapedine tramite le griglie poste in basso.
2. L'aria, riscaldandosi all'interno della cavità, sale per effetto camino.
3. L'aria calda è espulsa all'esterno dalle griglie superiori.



Fonte: FIRE



Sistemi per l’aria compressa

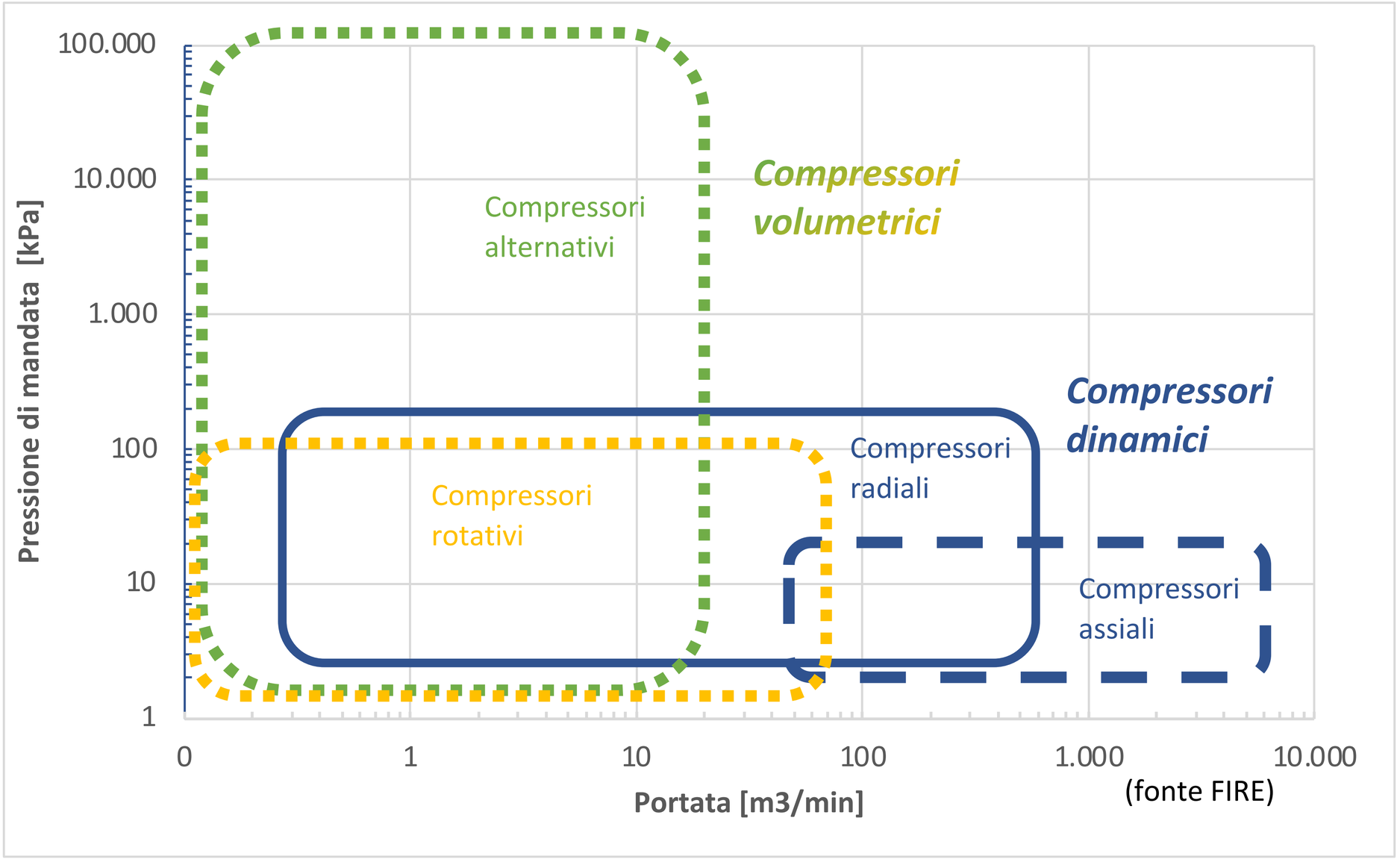
Aria compressa



- In ambito industriale ha un peso sul **consumo elettrico complessivo** che può variare da pochi punti percentuali fino al **20%** circa.
- L'aria compressa è molto diffusa in quanto è un vettore energetico che permette di avere utilizzatori/ azionamenti compatti, leggeri, semplici e con ridotta manutenzione. Il vettore è sicuro, immagazzinabile e abbastanza trasportabile.
- Solo una **piccola frazione** (~15%) dell'energia che muove i compressori **è utilizzabile**.
- Gli utilizzi possono essere i più disparati: azionamenti di utensili e macchinari, movimentazione di solidi e liquidi, lavorazioni (es. sabbiatura, soffiatura bottiglie), areazione, raffreddamento, "pulizia", refrigerazione, generazione di sovra o sotto pressioni, etc.
- Possono richiedere diversi livelli di pressione, tipicamente si possono incontrare almeno due livelli utilizzi i livelli di pressione: 5-8 bar e 9-12 bar.
- Alcuni utilizzi hanno requisiti più stringenti sull'aria in ingresso, tipicamente riferiti all'umidità, e al contenuto d'olio.

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Classificazione dei compressori



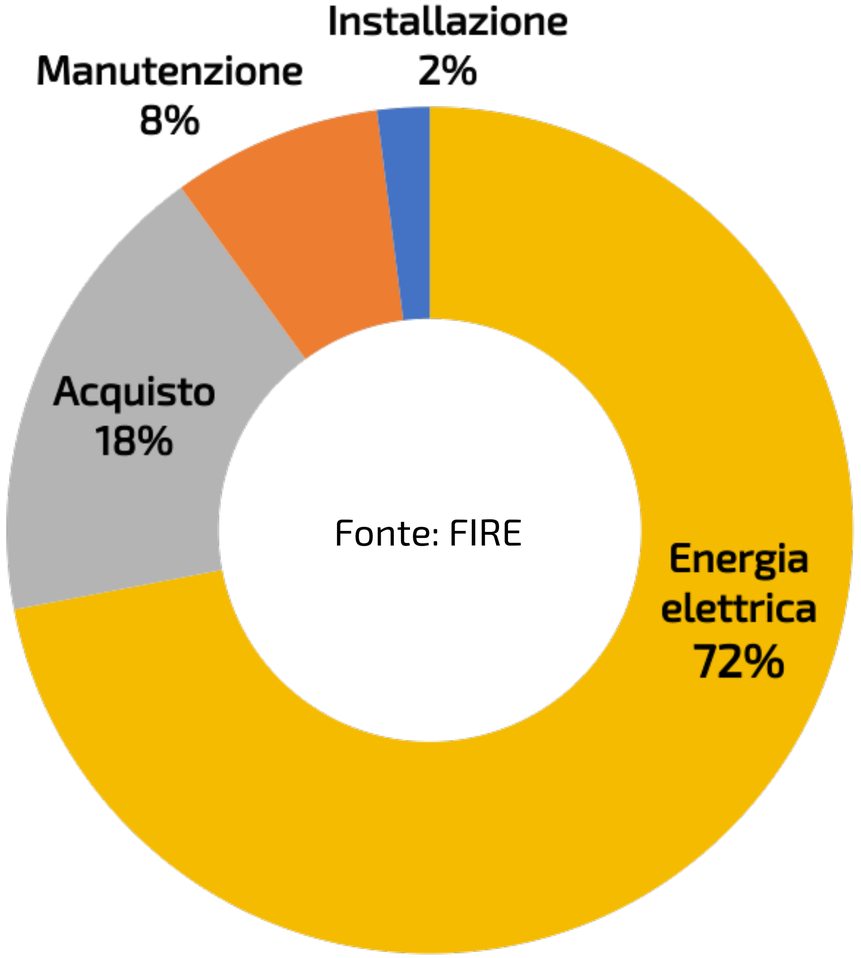
Il costo del ciclo di vita



LCC compressori

Prendendo in considerazione tutti i **costi** che si manifestano **lungo il ciclo di vita** di un compressore: acquisto; installazione; gestione; manutenzione; dismissione; quello maggiore è relativo all'**energia elettrica consumata**.

Risulta quindi opportuno tenere presenti tutte le voci del costo sul ciclo di vita, quando si vanno a comparare diverse macchine, ma è fondamentale ottimizzare l'impiego della macchina in funzione dei carichi.

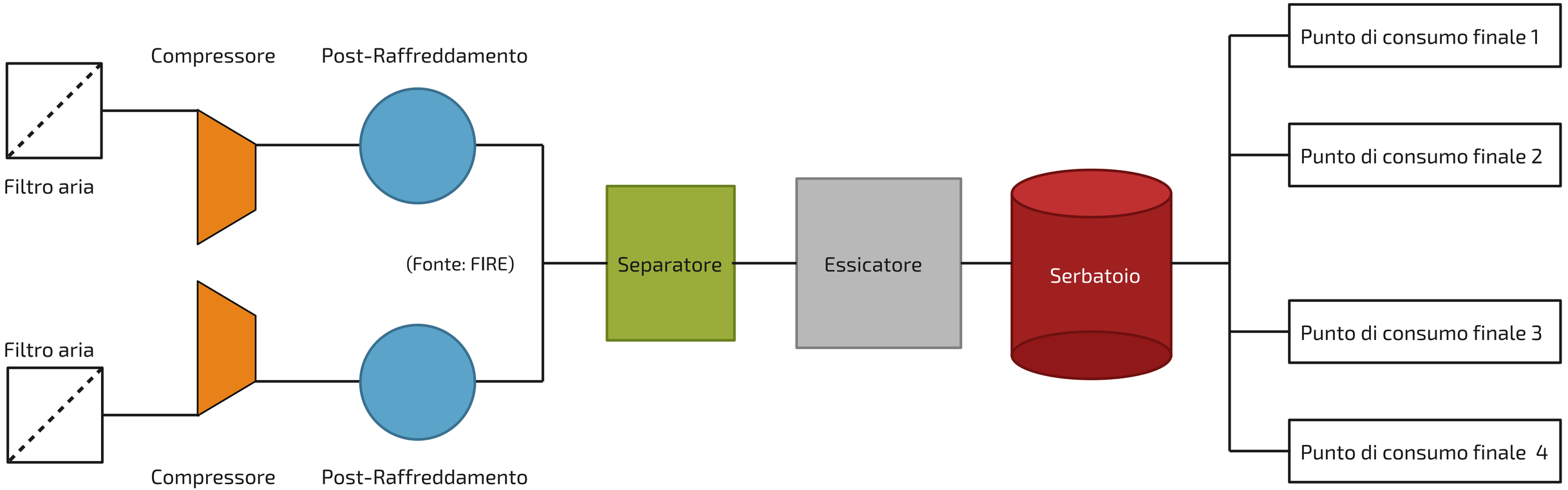


© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Principali componenti del sistema per l'aria compressa

I **principali componenti del sistema** di produzione, distribuzione e utilizzo dell'aria compressa sono:

Aspirazione (aria esterna o locale compressori), filtro, compressore, (raffreddamento), (separatore olio), (essiccatore condensa), serbatoio, rete di distribuzione (anello o pettine), serbatoio locali, filtri, scaricatori condensa, regolatori di pressione, utilizzatori.

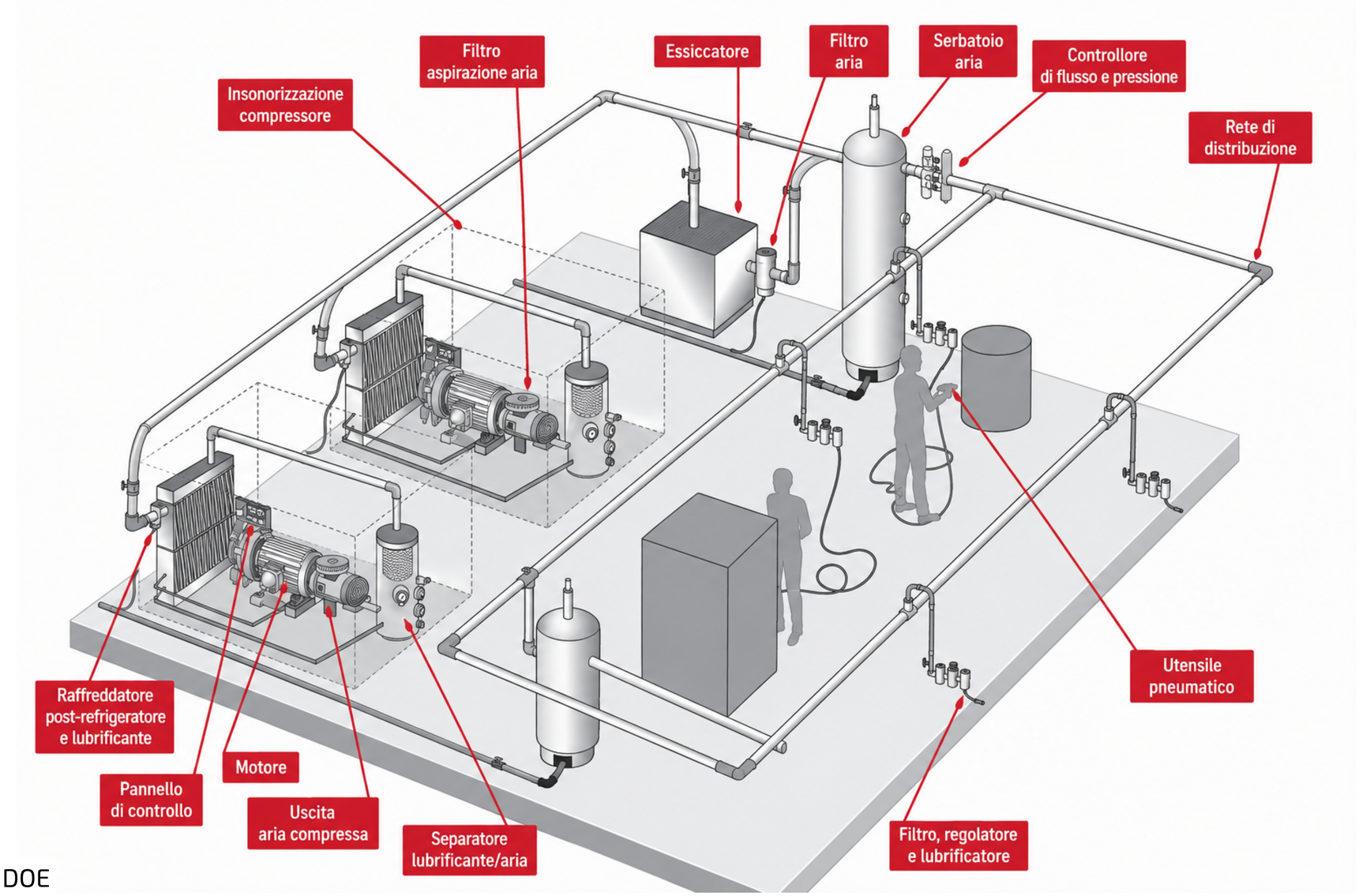


(Fonte: FIRE)

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org

Sistema aria compressa

- Produzione
- Distribuzione
- Utilizzo



Fonte: elaborazione FIRE da US DOE

Efficientamento della rete ad aria compressa



Intervento	Applicabilità	Miglioramento efficienza
Livello di pressione adeguato	n.d.	6–7% ogni bar in meno
Perdite di rete	80%	20%
Recupero di calore	20%	20%
Sovradimensionamento del compressore	30%	7%
Motori ad elevata efficienza	25%	2-3%
Variatori di velocità	25%	15%
Pulizia filtri	40%	2%
Minori cadute di pressione	50%	3%
Controllo temperatura dell'aria in ingresso al compressore	n.d.	0,3% al K



Perdite per fori sulla rete di distribuzione dell'aria compressa

Diametro del foro [mm]	1	3	6	10
Perdita di aria (l/s) a 6 bar	1	10	27	105
Perdita di potenza [kW] del compressore	0,3	3,1	8,3	33

- 0,3 kW x 8.000 h/anno x 0,2 €/kWh = 480 €/anno
- 33 kW x 8.000h/anno x 0,2 €/kWh = 52.800 €/anno

Fonte: FIRE

© FIRE Formazione – www.fire-italia.org