



Corso Efficienza Energetica

10 Marzo 2011

Ventilazione meccanica e
sistemi recupero calore

Terza parte



Tecnologie termotecniche



Ventilazione e IAQ

Rinnovato interesse per la ventilazione e la qualità dell'aria all'interno degli ambienti

- Trascorriamo sempre più tempo in ambienti confinati
- Aumentano le nostre aspettative in termini di:
 - Qualità dell'aria
 - Gestione automatica dell'edificio



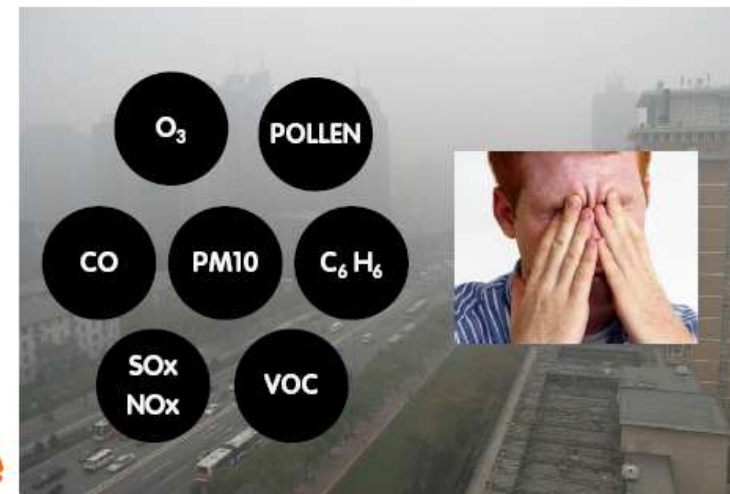
Necessità di ricorrere alla ventilazione meccanica controllata anche per destinazioni d'uso in cui fino ad oggi non era prevista



Inquinanti esterni ed interni

- L'attività all'interno degli ambienti genera numerosi inquinanti. Solo alcuni sono evidenti perché percepibili (odori, fumo, ecc.)
- L'aria esterna contiene agenti inquinanti anche più pericolosi

**Necessità di eseguire la
filtrazione dell'aria di
rinnovo prima
dell'immissione in ambiente**



Ventilazione e legislazione

Ventilazione e legislazione energetica

- Nuove leggi sul il risparmio energetico in edilizia:
 - **Involucri sempre più isolati**: la ventilazione assume un peso sempre più importante
 - **Limiti al consumo** energetico per riscaldamento (dovuto in parte alla ventilazione)
 - **Certificazione energetica**: azione sulla ventilazione per raggiungere classi pregiate



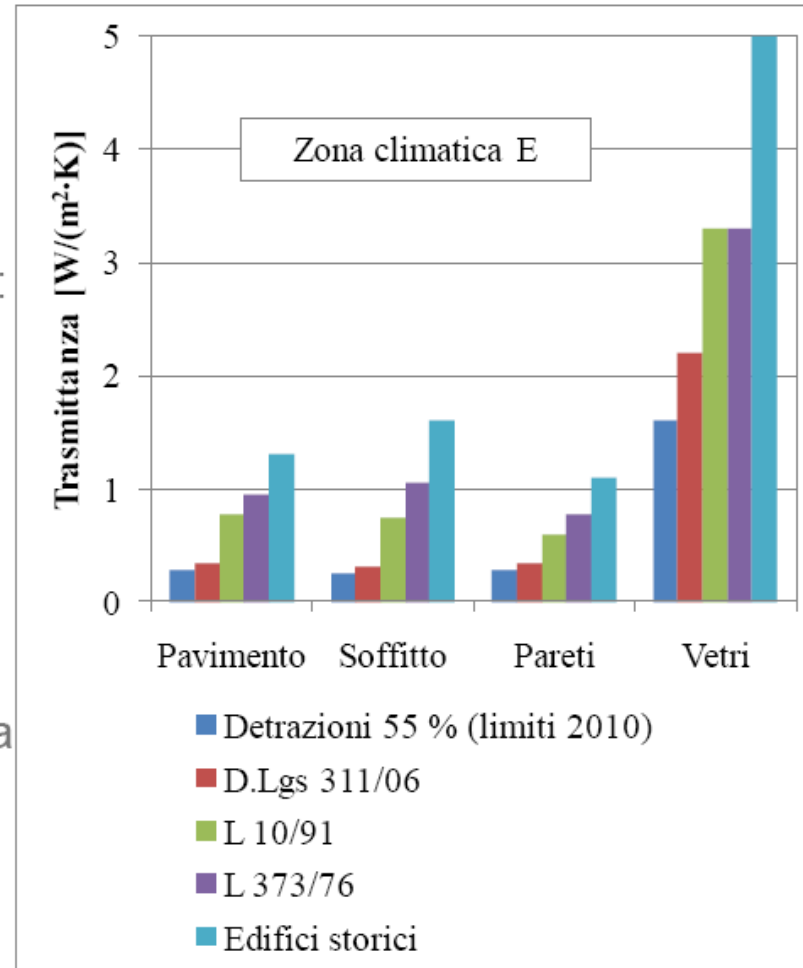
Necessità di tecnologie che riducano i consumi energetici per ventilazione, attraverso il recupero termico sull'aria espulsa



Ventilazione evoluzione normativa

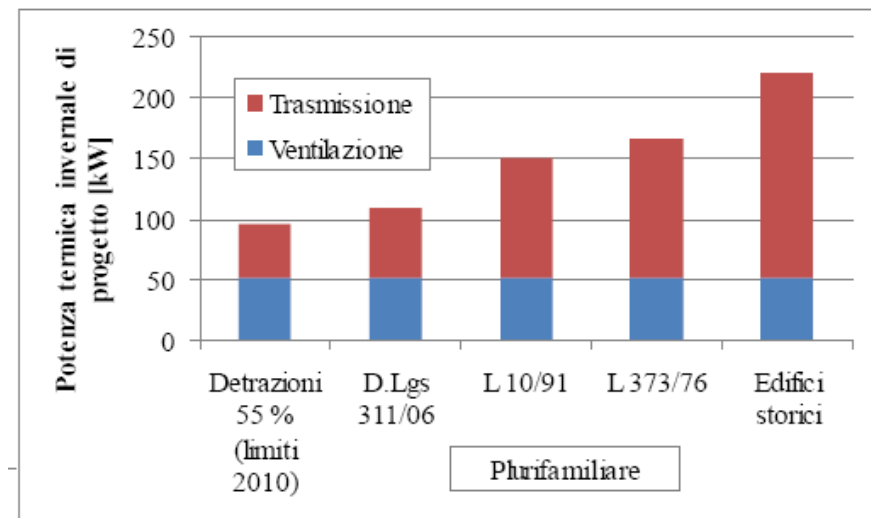
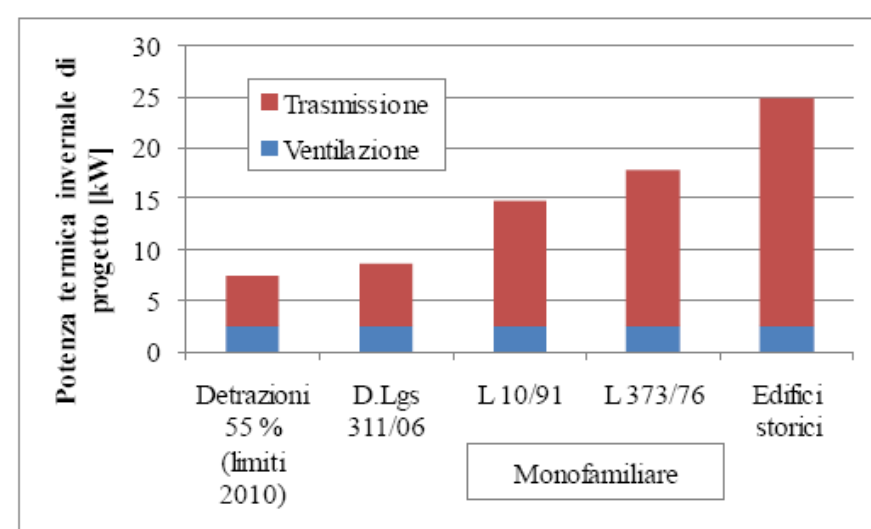
Isolamento termico dei componenti di involucro

- I requisiti di isolamento termico sono più stringenti rispetto al passato
- I valori-limite di **trasmissione** devono essere rispettati nei casi di:
 - Nuove costruzioni
 - Ampliamenti
 - Ristrutturazioni totali o parziali degli elementi di involucro
 - Demolizioni e ricostruzioni in manutenzione straordinaria
- I valori-limite di trasmissione ancora più rigorosi per l'ottenimento della detrazione IRPEF 55 % (incentivazione e non obbligo)



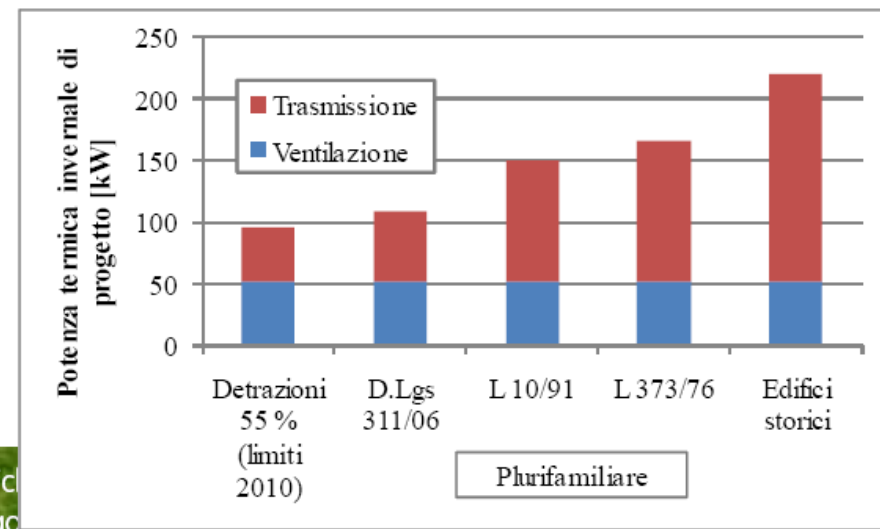
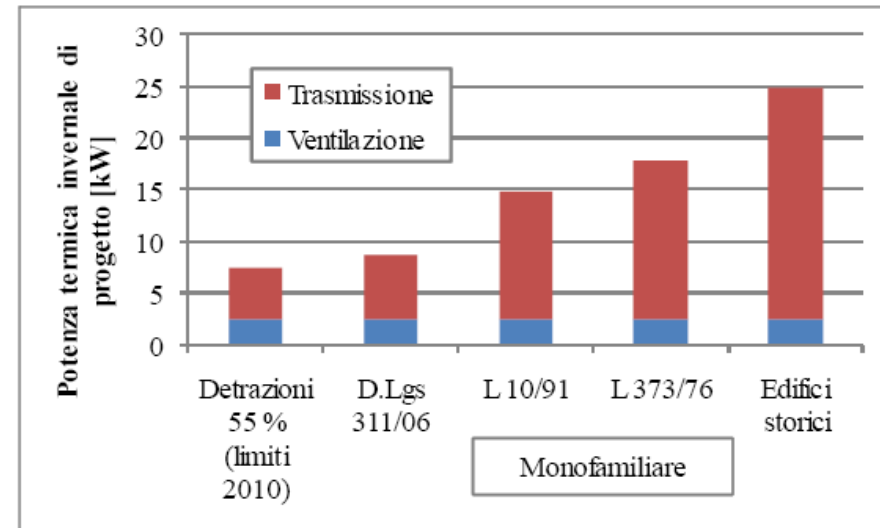
Ventilazione evoluzione normativa

- Riduzione delle dispersioni per trasmissione implica la **diminuzione della potenza resa dal generatore di calore**
- Esempi:
 - Località: **Milano** (temperatura invernale di progetto: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - Tasso di rinnovo aria: **0.5 vol/h**
 - Edificio **unifamiliare** con superficie di pavimento pari a 200 m^2
 - Edificio **plurifamiliare** con superficie di pavimento pari a 4000 m^2 e 30 unità abitative



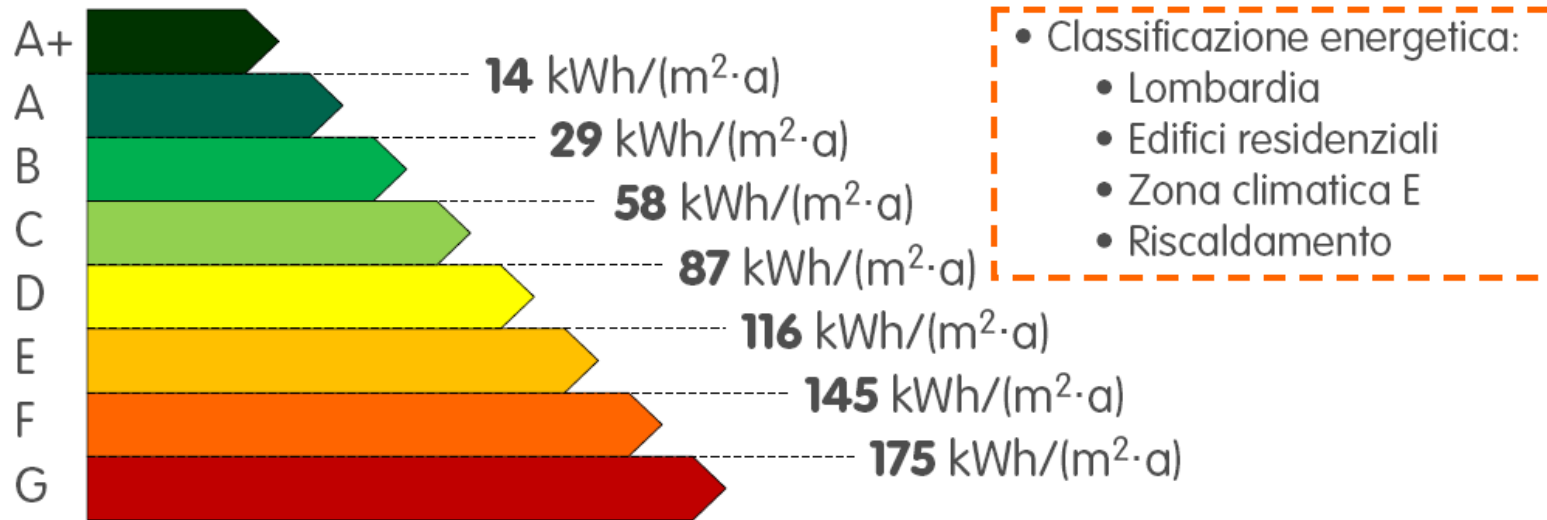
Ventilazione e recupero termico

- Il **carico di ventilazione** assume un **peso sempre più rilevante** a causa della realizzazione di involucri sempre più isolati
- La **ventilazione meccanica controllata** diviene una necessità per garantire l'IAQ anche in destinazioni d'uso finora non considerate (ad es. residenziale)
- Il **recupero termico** sull'aria espulsa assume un'importanza maggiore



Ventilazione e recupero termico

Il ruolo della ventilazione nella classificazione energetica



• Esempio:

- Località: **Como** (2228 gradi-giorno)
- Destinazione d'uso: **residenziale** (tasso di rinnovo aria 0.5 vol/h)
- Fabbisogno di energia termica utile per unità di superficie di pavimento per sola ventilazione: **27 kWh/(m²·anno)**

Sistemi di recupero statico

- **Scambio termico sensibile**

L'aria interna (calda ma inquinata) viene fatta passare a stretto contatto (senza miscelarsi) con l'aria esterna di rinnovo (fredda ma pulita) attraverso uno scambiatore di calore (recuperatore)

L'aria calda in espulsione cede calore all'aria esterna di rinnovo. Il trasferimento di calore avviene in maniera spontanea dall'aria calda a quella fredda.

La spesa energetica è relativa ai ventilatori, per vincere le perdite di carico degli scambiatori

Il parametro caratterizzante il recuperatore è la sua efficienza di scambio (compresa tra 0% e 100%)



Sistema di recupero rotativo

- **Scambio termico totale**

Scambio di calore: le maglie metalliche del tamburo rotante accumulano calore quando sono investite dall'aria interna e lo cedono all'aria esterna in immissione

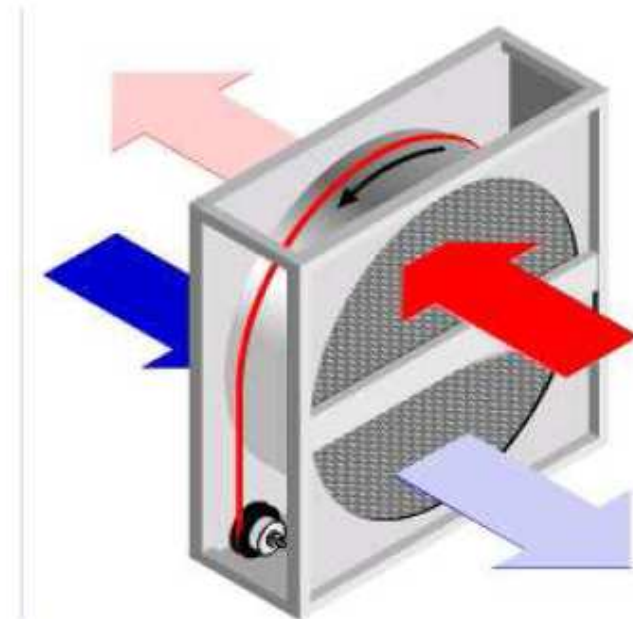
Scambio di vapore: le maglie metalliche sono rivestite di materiale igroscopico che accumulano vapore quando sono investite dall'aria interna e lo cedono all'aria esterna in immissione

La spesa energetica è quella relativa a:

- **Movimentazione dell'aria (ventilatori)**
- **Rotazione del tamburo**

Il recuperatore è caratterizzato da due valori di efficienza :

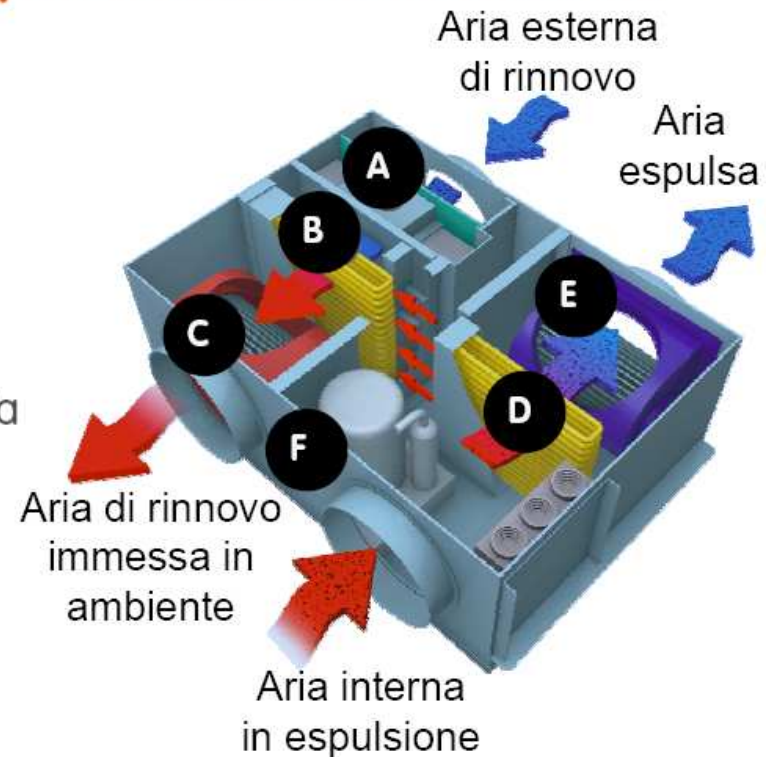
- **Sensibile (scambio di calore)**
- **Latente (scambio di vapore)**



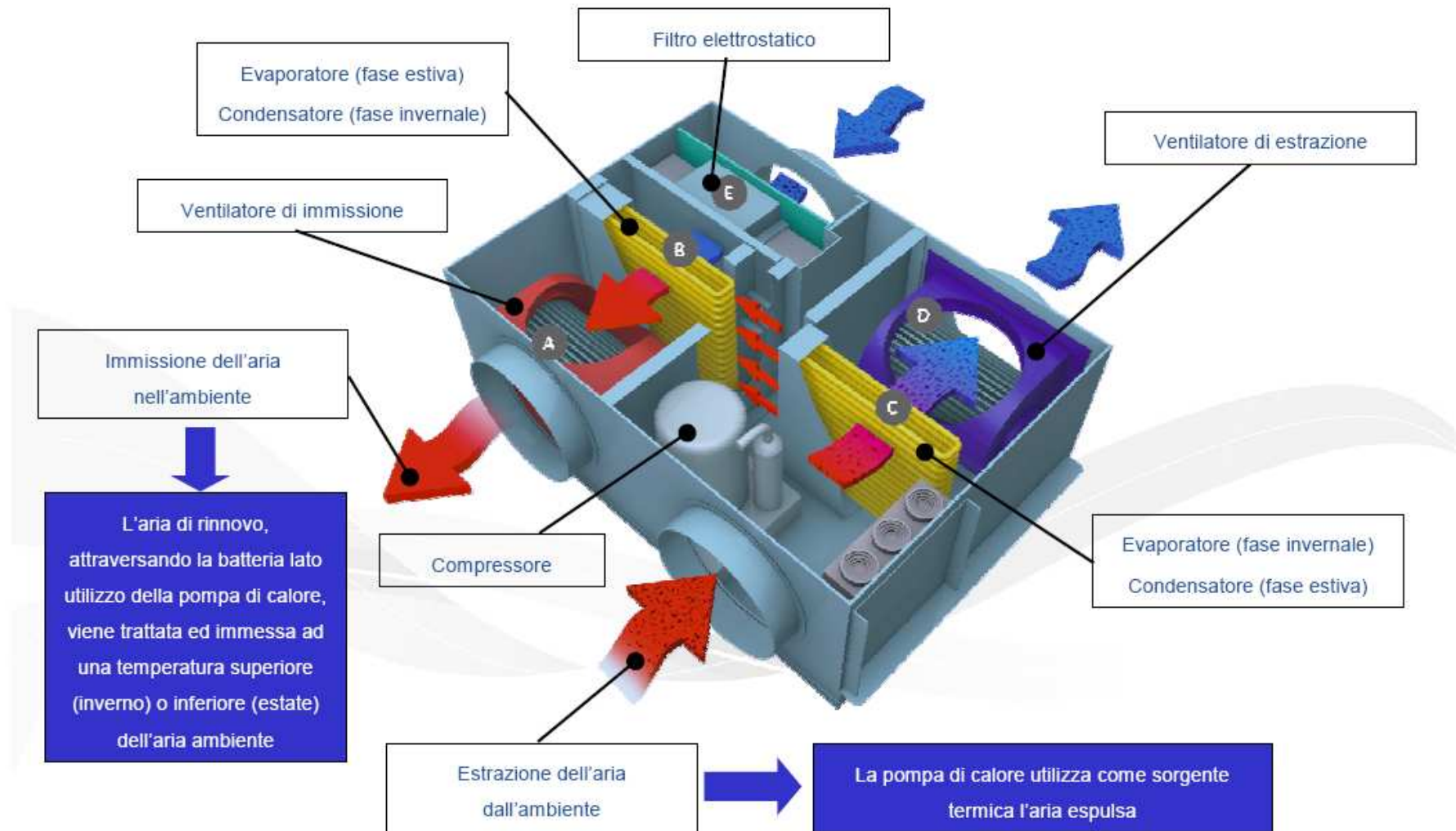
Sistemi di recupero termodinamico

Unità di rinnovo dell'aria con recupero termodinamico attivo: componenti

- A. Presa aria esterna** (con filtro elettrostatico)
- B. Scambiatore interno** (cede energia (caldo o freddo) all'aria in immissione)
- C. Ventilatore di mandata** (immette l'aria trattata in ambiente)
- D. Scambiatore esterno** (recupera l'energia dell'aria in espulsione)
- E. Ventilatore di espulsione** (espelle l'aria viziata all'esterno)
- F. Compressore** (consente il funzionamento del sistema di recupero termodinamico attivo)

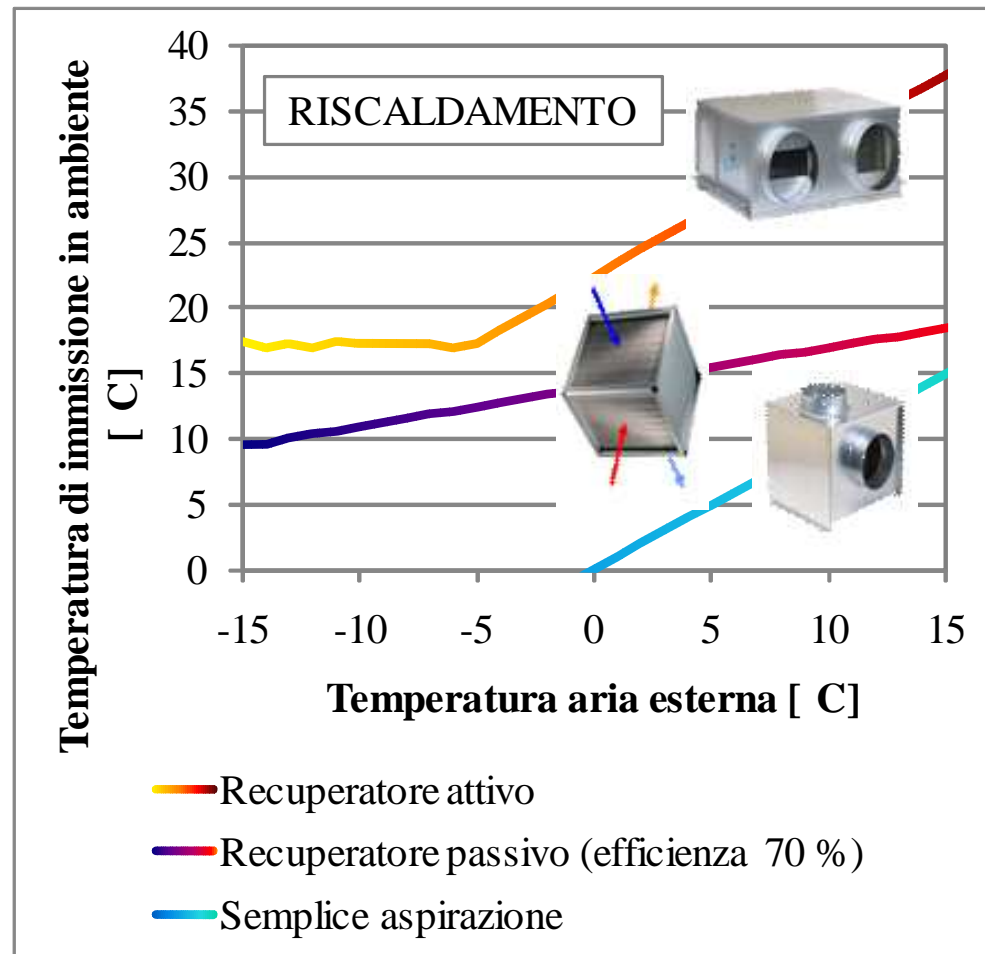


Sistemi di recupero termodinamico



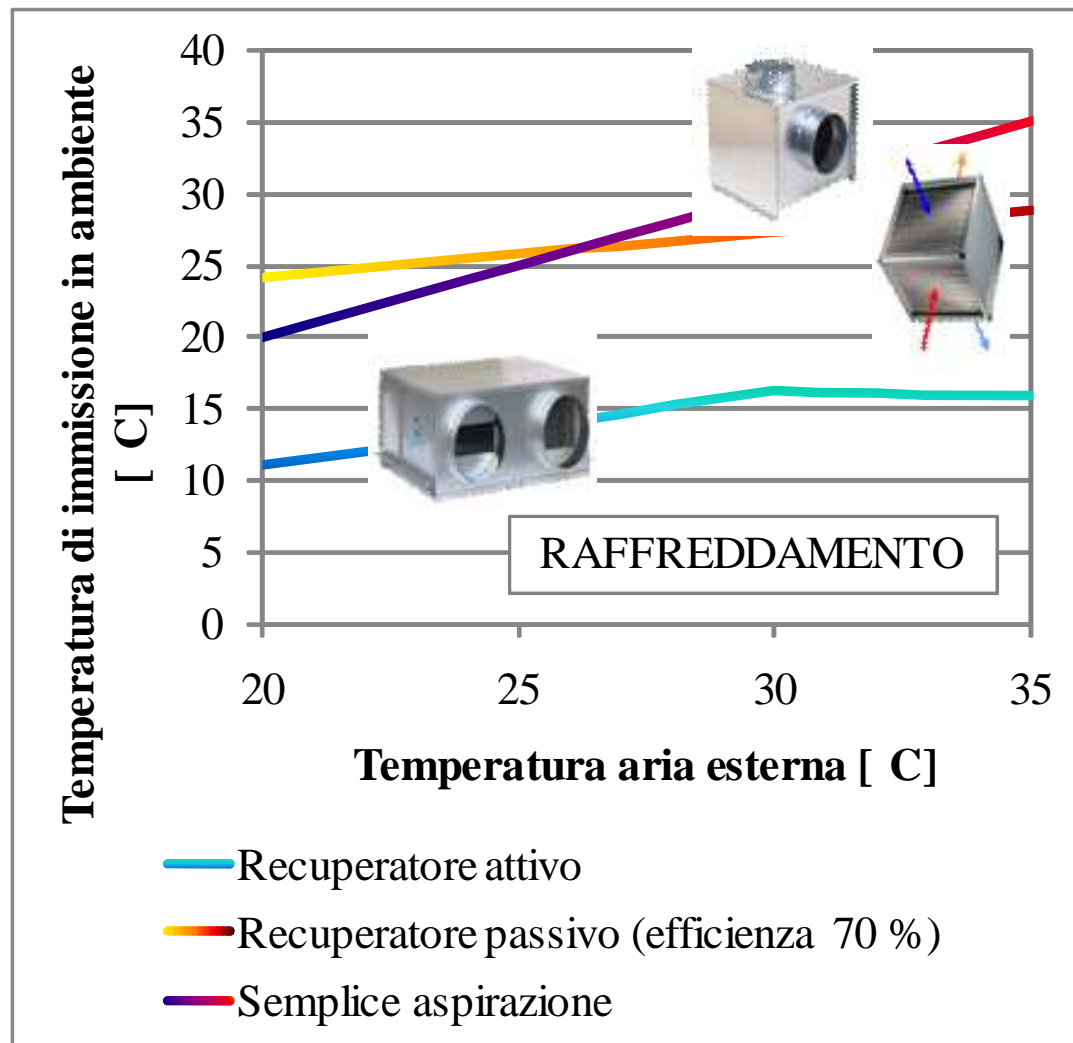
Ventilazione e recupero – fase riscaldamento

- **Ventilazione senza recupero:**
 - Immissione in ambiente di aria uguale alla temperatura esterna
- **Recuperatore passivo:**
 - La temperatura di immissione è sempre inferiore a 20 °C
 - La temperatura di immissione diminuisce al diminuire della temperatura esterna fino a valori di discomfort
- **Recuperatore attivo:**
 - Per una temperatura esterna minore di -5 °C la regolazione mantiene l'immissione mai inferiore a 17°C



Ventilazione e recupero – fase raffrescamento

- **Ventilazione senza recupero:**
 - Immissione in ambiente di aria uguale alla temperatura esterna
- **Recuperatore passivo:**
 - Rischio di immissione di aria a temperatura maggiore di quella esterna quando si potrebbe beneficiare del free-cooling
- **Recuperatore attivo:**
 - Per una temperatura esterna maggiore di 30 °C la regolazione mantiene l'immissione intorno ai 16 °C



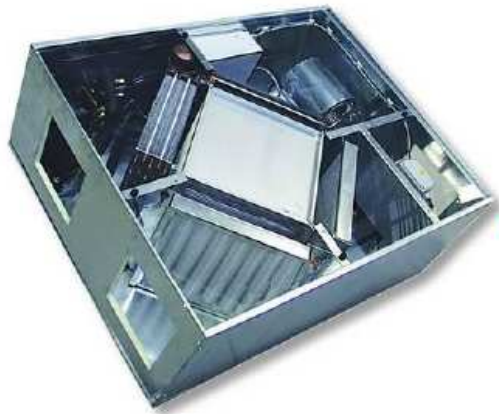
Recupero termodinamico - deumidifica

Controllo dell'umidità

Durante il funzionamento estivo il **recuperatore termodinamico attivo**, raffreddando l'aria di rinnovo, ne **esegue la deumidifica**.



ELFOFresh²



Recuperatore a Flussi Incrociati



Deumidificatore

Il **recuperatore passivo** a flussi incrociati per poter effettuare la deumidifica **deve essere abbinato ad un altro dispositivo**, ad esempio un deumidificatore.

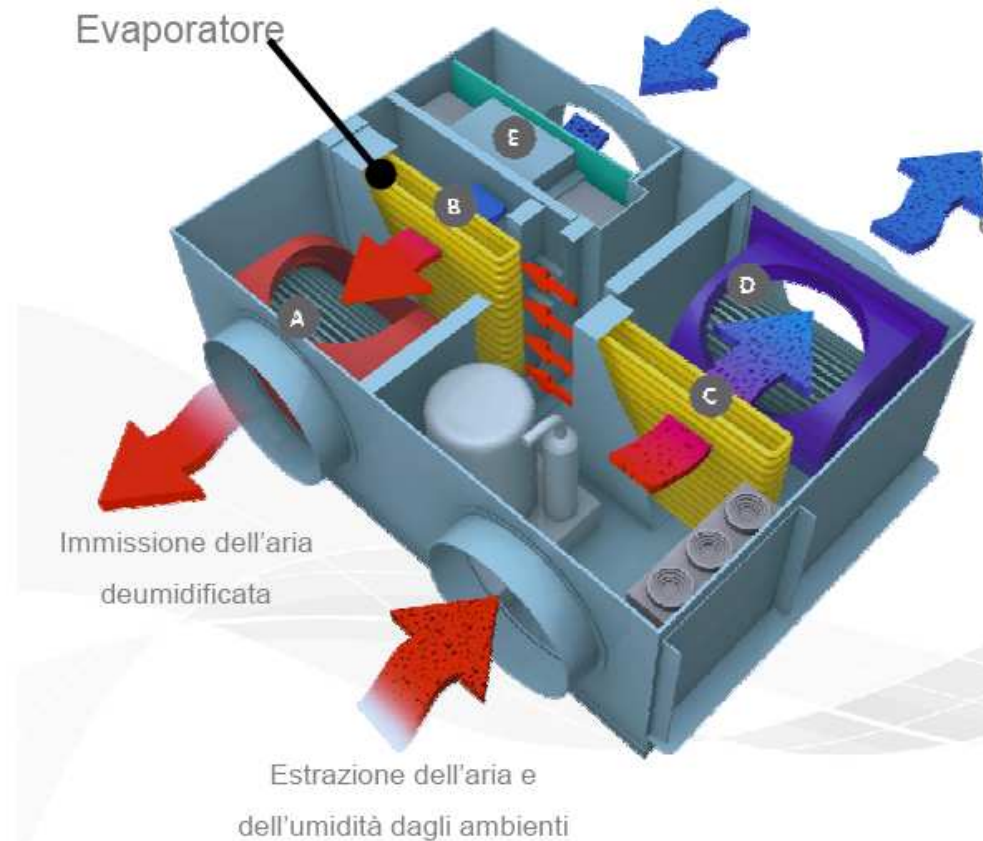
Recupero termodinamico - deumidifica

Controllo dell'umidità

- Il recuperatore attivo è il complemento ideale di impianti radianti a pavimento, parete o soffitto per la sua capacità di controllo dell'umidità ambiente, che soprattutto nel periodo estivo è necessaria per il corretto funzionamento dei pannelli radianti.



Recupero termodinamico - deumidifica



Controllo Umidità

È nota a tutti la sensazione di disagio, dovuta a un clima o troppo secco o troppo umido,

e ciò penalizza lo stato di comfort generale.

L'eccessiva umidità (ad esempio l'afa) o periodi prolungati di clima secco influenzano direttamente lo stato dell'umidità dell'aria nei locali, con le relative conseguenze sullo stato di benessere delle persone e degli ambienti stessi. Il recuperatore attivo mantiene costante i parametri di umidità desiderati, affrancando il nostro benessere dalle condizioni climatiche esterne.

Recupero termodinamico - filtrazione

La filtrazione elettrostatica

- Eliminazione di elementi nocivi e odori presenti nell'aria esterna
- Elevata **efficienza di filtrazione**: abbattimento del 95 % degli inquinanti sospesi nell'aria (polveri fini, PM10, batteri, germi e virus)
- **Ridotta energia assorbita** per la movimentazione dell'aria: perdite di carico inferiori del 80 % rispetto ai filtri tradizionali
- **Facilità di pulizia**
- **Abbattimento dei costi di gestione** (payback inferiore a 18 mesi)

Filtro elettrostatico - Particelle trattenute
Tutte le particelle di diametro equivalente (D.E.) tra 0.01 e 20 micron. (Praticamente tutti gli inquinanti presenti nell'aria esterna).

A titolo di esempio

PM10 → D.E. = 10 micron

PM2.5 → D.E. = 2.5 micron

Batteri → D.E. = 0.08 - 3 micron

Pollini → D.E. = 1 - 10 micron



Recupero termodinamico - filtrazione

Un efficiente sistema di filtrazione garantisce l'eliminazione di elementi nocivi e odori presenti nell'aria esterna.

Filtro elettrostatico - Particelle trattenute

Tutte le particelle di diametro equivalente (D.E.) tra 0.01 e 20 micron. (Praticamente tutti gli inquinanti presenti nell'aria esterna).

A titolo di esempio

PM10 → D.E. = 10 micron

PM2.5 → D.E. = 2.5 micron

Batteri → D.E. = 0.08 - 3 micron

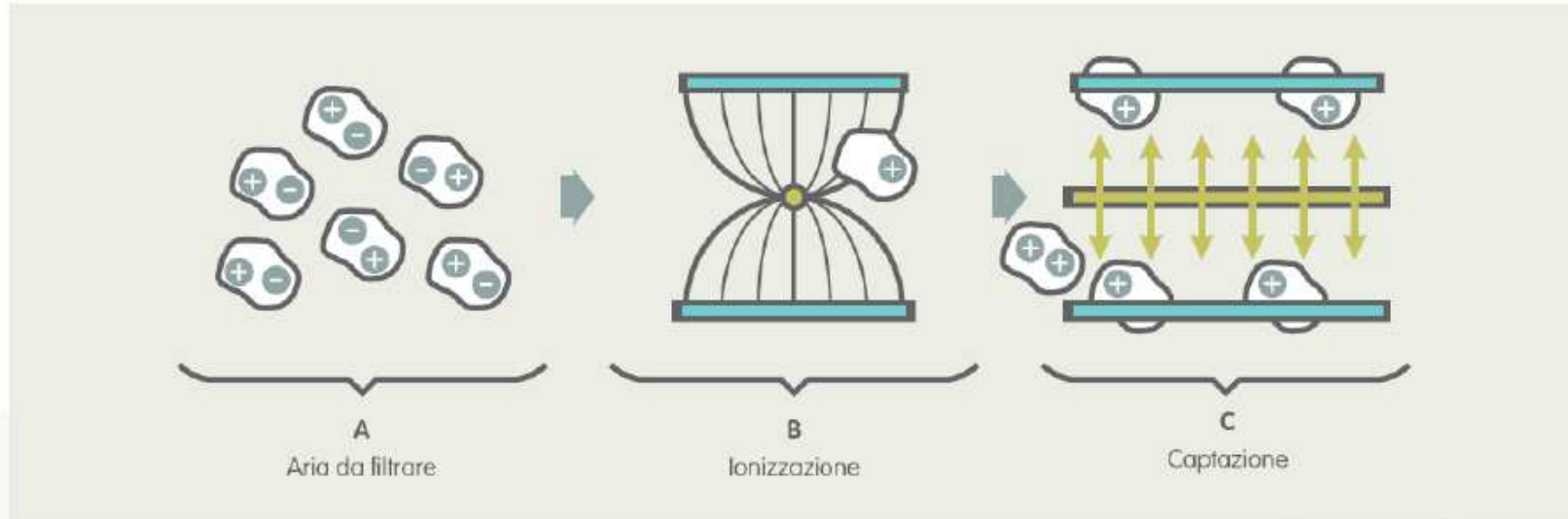
Pollini → D.E. = 1 - 10 micron



Il filtro elettrostatico agisce da depuratore elettronico ad altissima efficienza: la sua capacità di abbattimento di tutti gli inquinanti sospesi nell'aria che lo attraversa è superiore al 95%. Specificamente è in grado di **eliminare fumi, polveri, virus, batteri e tutte le particelle inquinanti** di diametro equivalente tra 0,01 e 20 micron. A questo elevato rendimento di filtrazione, è associata la **riduzione di energia assorbita per la ventilazione**, in quanto le perdite di carico sono ridotte al 20% rispetto ai filtri tradizionali, la cui efficienza di norma si riduce ulteriormente a mano a mano che si usurano.

Recupero termodinamico - filtrazione

Il principio di funzionamento di un filtro elettrostatico



Il principio di funzionamento di un filtro elettrostatico è basato sull'unipolarità elettrica.

L'aria aspirata viene convogliata in un prefiltro meccanico nel quale si condensa una prima percentuale di inquinante oltre a trattenere eventuali particelle di polvere con una eccessiva granulometria. L'aria così prefiltrata attraversa il filtro elettrostatico depositando i vari componenti inquinanti. Il deposito degli elementi inquinanti avviene in quanto le particelle aspirate attraversano la zona ionizzante e si caricano di elettricità unipolare; proseguendo le particelle entrano nella zona collettrice e vengono respinte dalle piastre alimentate elettricamente, verso le altre collegate a terra e da queste saldamente trattenute, per effetto elettrostatico.

Recupero termodinamico - filtrazione

Aumentare l'efficienza di filtrazione

L'altissima efficienza di filtrazione viene ottenuta con **perdite di carico praticamente nulle.**

Esse dipendono dal prefiltro metallico posto a monte delle piastre per trattenere le particelle più grossolane e distribuire omogeneamente il flusso d'aria.

Abbattere i costi operativi

La riduzione del consumo per ventilazione è la prima voce di risparmio dei filtri elettronici.

Le economie sulla manutenzione sono ancora più evidenti, poiché i filtri elettronici sono lavabili e non devono essere sostituiti periodicamente come avviene per i filtri tradizionali.

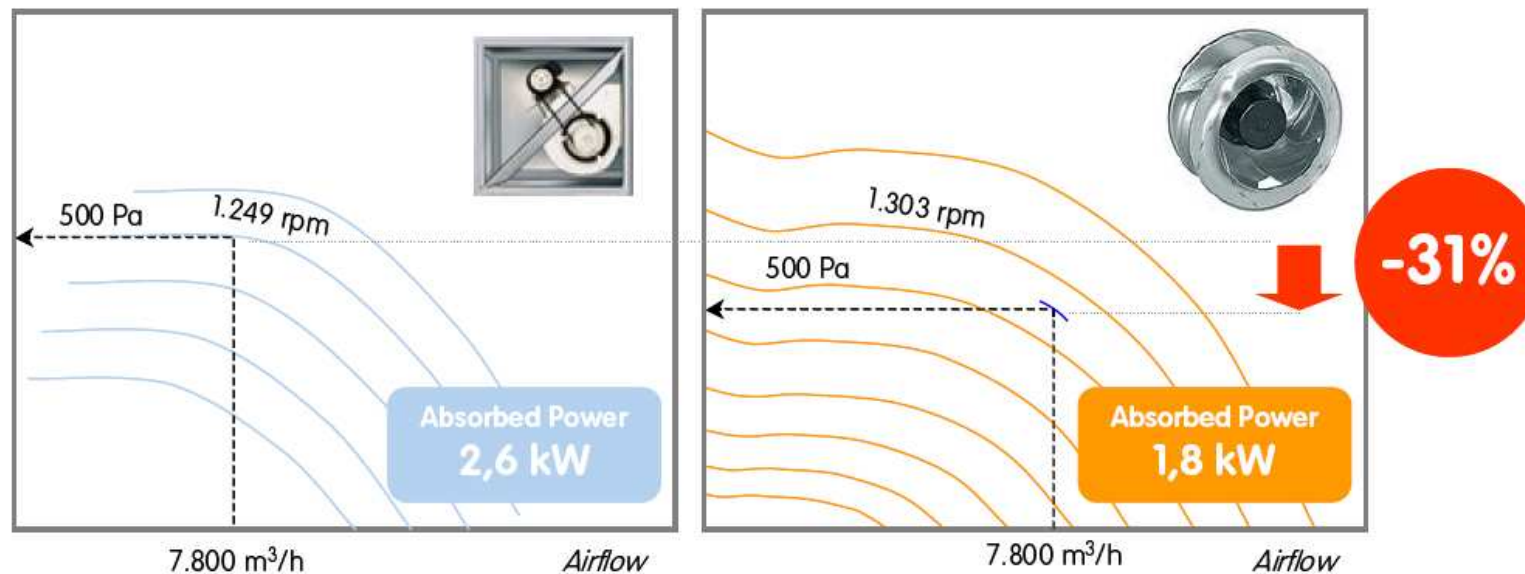


L'efficienza del filtro elettronici su ELFOFresh² **equivale alla classificazione H10** impiegata nei filtri tradizionali, ovvero la classe identificata come "filtro assoluto". Sono efficaci anche su fumi, polveri fini, particolato PM10, PM2.5, PM1, batteri, germi e virus.

Efficienza di ventilazione

La ventilazione ad alta efficienza

- Motori ad alta efficienza e controllo elettronico
- Accoppiamento diretto motore-ventilatore
- Certificazione energetica: considera il consumo energetico degli ausiliari (ventilatori, pompe, ecc.)
- Nei sistemi efficienti la quota di consumo degli ausiliari diviene rilevante



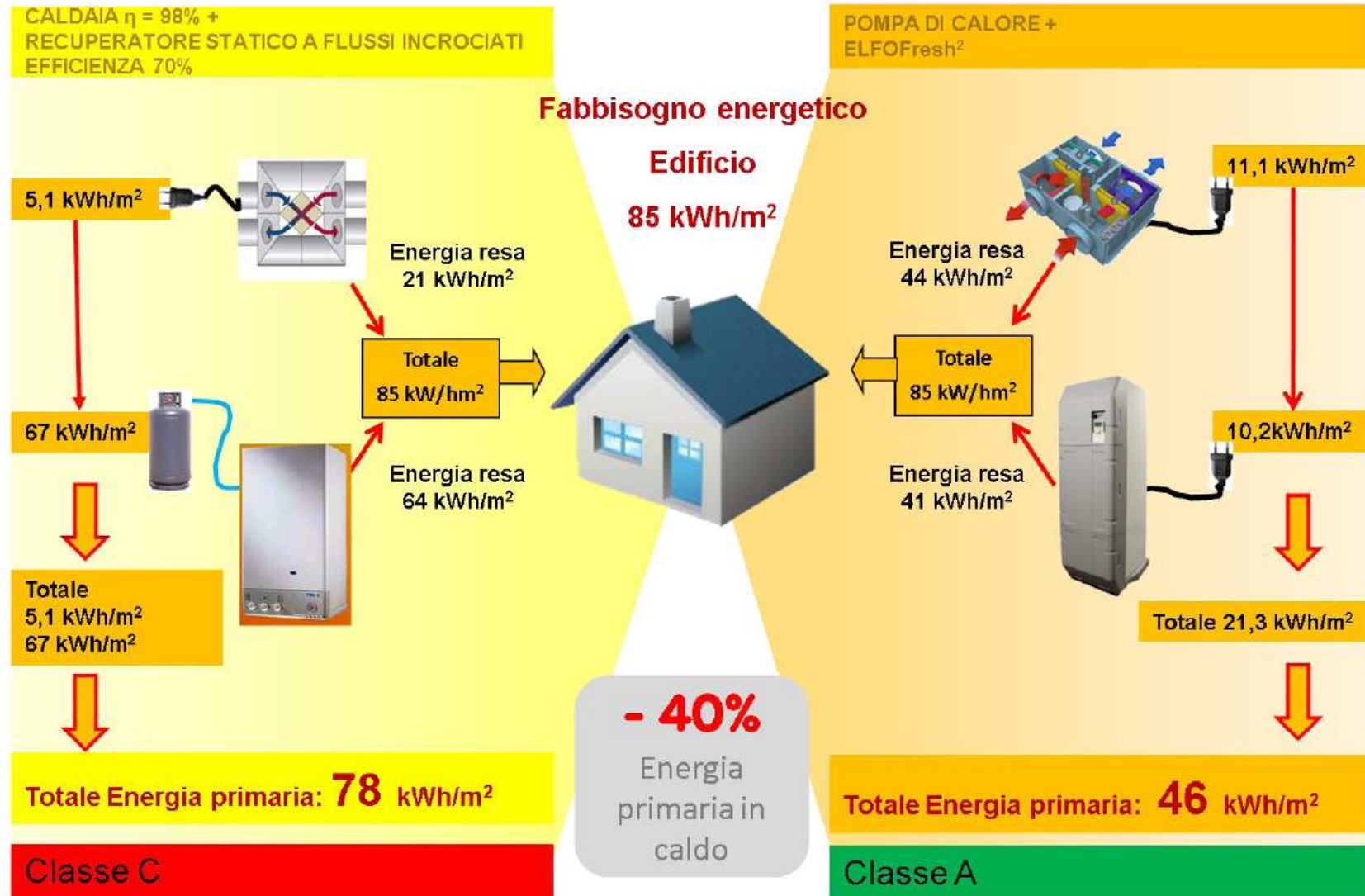
Efficienza di ventilazione

Regolamento (CE) 640/2009 del 22 Luglio 2009

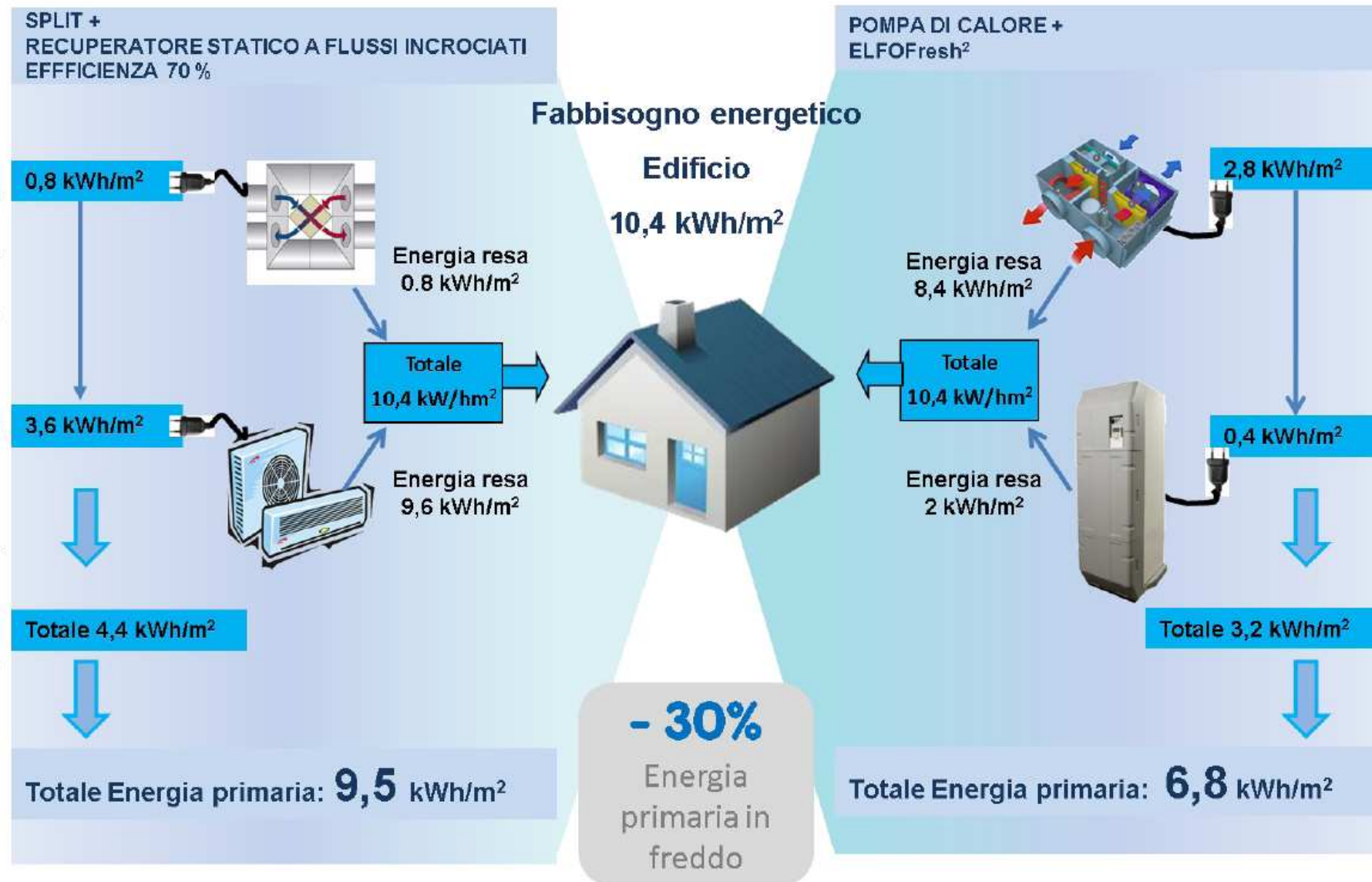
- Applicazione della direttiva 2005/32/CE progettazione eco compatibile dei prodotti che consumano energia
- Si applica ai motori elettrici da 0,75 kWe a 375 kWe
- A partire dal 16 giugno 2011: i motori devono avere livello di efficienza IE2
- A partire dal 1 gennaio 2015: i motori oltre 7,5 kWe devono avere livello di efficienza IE3 oppure livello di efficienza IE2, ma muniti di variatore di velocità (inverter)
- A partire dal 1 gennaio 2017: tutti i motori devono avere livello di efficienza IE3 oppure livello di efficienza IE2, ma muniti di variatore di velocità (inverter)

IE1	Standard-Efficiency
IE2	High-Efficiency
IE3	Premium-Efficiency
IE4	Super-Premium-Efficiency

Confronto energetico



Confronto energetico



Confronto energetico – aumento valore dell'immobile

L'efficienza di ELFOFresh² **riduce l'energia primaria assorbita** rispetto ad una soluzione tradizionale.

Nell'esempio qui riportato si evidenzia come, **a parità di caratteristiche dell'involucro** (isolamento, serramenti, ecc), **se sostituisco il recuperatore a flussi incrociati con un ELFOFresh² la classe energetica dell'edificio aumenta da C a B**. Se si considera inoltre l'utilizzo di Gaia come generatore primario la classe energetica dell'edificio diviene "A" aumentando notevolmente il valore dell'immobile.



NOTA: L'esempio riportato si riferisce alla classificazione energetica secondo linee guida nazionali, secondo DL del 26 Giugno 2009, di una casa singola ubicata a Milano con fascia climatica E avente le seguenti caratteristiche:

Superficie di pavimento: 200m²; volume lordo riscaldato: 600m³; superficie disperdente: 440m²; rapporto S/V: 0,73m⁻¹.

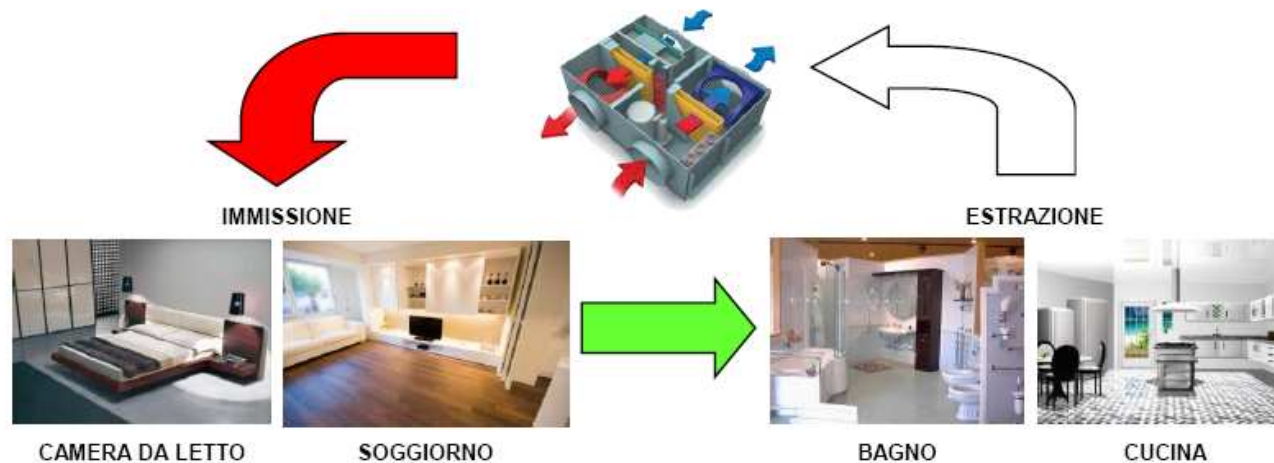
Isolamento di involucro: rispetto dei valori di trasmittanza limite di legge (Umuri: 0,34; Ucopertura 0,30; Ubasamento 0,33; Uinfixi: 2,2 W/m²K).



ELFOfresh² Esempio applicativo

ELFOfresh² è disponibile in quattro grandezze 200 – 300 – 500 - 650 con portate aria rispettivamente di **200 - 300 - 500 - 650 m³/h**

La grandezza di ELFOfresh² viene selezionata in base ai volumi di ricambio aria necessari (0,5 volumi/ora per destinazione d'uso residenziale).



La selezione di ELFOfresh² viene fatta considerando i volumi dei soli locali nobili (soggiorno, camere, studi) dove l'aria di rinnovo viene immessa e non considerando i volumi dei locali di servizio (cucina, bagni) da cui viene ripresa l'aria.

ELFOfresh² Esempio applicativo

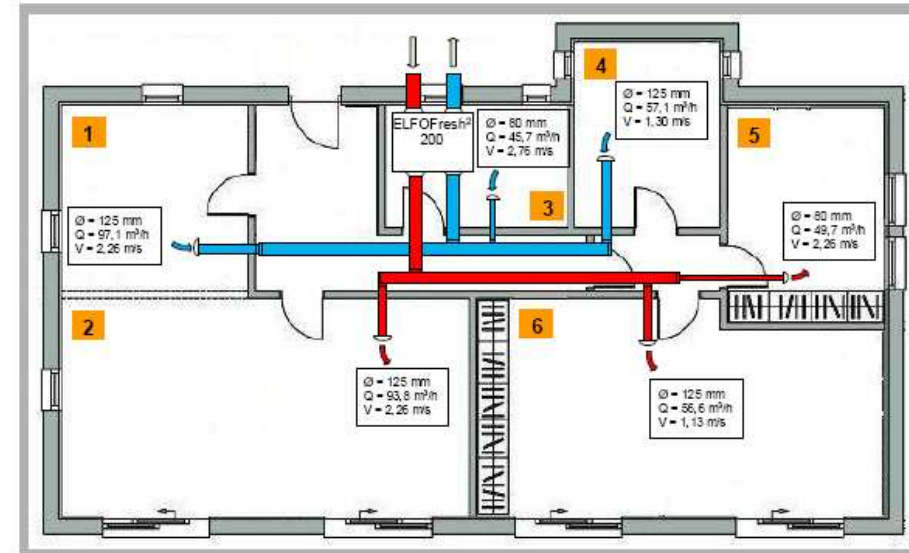
Considerando ad esempio un'abitazione monofamiliare di 180 m² composta da 6 vani strutturata come in tabella:

Altezza Locali: 2,7m

Superficie Locali di Servizio: 35m²

Volume Abitazione: 486m³

Volume Locali Nobili: $486 - (35 \times 2,7) = 391,5\text{m}^3$



Locale	Superficie	Altezza	volume locali nobili	volume locali di servizio	Qaria mandata	Qaria ripresa
	m ²	m	m ³	m ³	m ³ /h	m ³ /h
1	Cucina	2,7		45,9		97,1
2	Soggiorno		183,6		93,8	
3	Bagno			21,6		45,7
4	Bagno			27		57,1
5	Camera			97,2		49,7
6	Camera			110,7		56,6
TOTALE			180	391,5	94,5	200
ELFOFresh ² 200				200	200	
Ricambi d'aria (Vol/h)				0,51	2,12	

Considerando una richiesta di 0,5 volumi/ora di ricambio, la portata aria necessaria sarà di

$$391,5 \times 0,5 = 195,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

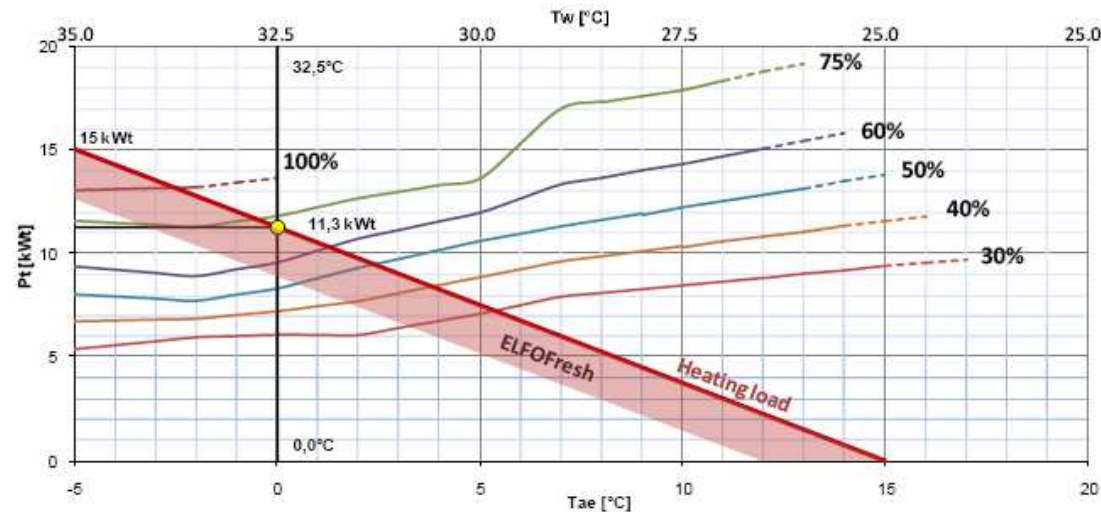
La grandezza da utilizzare è **ELFOFresh² 200**

che ha una portata aria di 200 m³/h

Il reale ricambio aria sarà quindi:

$$200 / 195,7 = \mathbf{0,51 \text{ volumi/ora}}$$

ELFOfresh² Esempio applicativo



Considerando il medesimo edificio analizzato nell'ambito della valutazione dell'installazione delle resistenze elettriche, caratterizzato da:

una potenza dispersa in condizioni invernali di progetto, temperatura esterna di -5 °C, pari a 15 kW con andamento lineare fino ad una temperatura esterna di 15 °C (retta continua).

In questo caso **la presenza di un recuperatore termodinamico attivo (ELFOfresh² grandezza 300) consente di fornire una potenza termica all'edificio che riduce la richiesta di potenza alla pompa di calore (retta tratteggiata).**

Recupero termodinamico – campo di applicazione

Altre soluzioni che utilizzano il recupero termodinamico: il trattamento dell'aria di rinnovo in ambito terziario

- Destinazioni d'uso: **centri commerciali, complessi direzionali, alberghi, ospedali**
- Campo di portate: **4500 ÷ 16.000 m³/h**
- Abbinamento a qualunque tipologia di terminali:
 - ad **espansione diretta** (multi-split, impianti WLHP)
 - **idronici tradizionali** (fan-coil),
 - **radianti** (pannelli radianti, sistemi ad induzione e travi fredde)



Recupero termodinamico – campo di applicazione

La semplificazione impiantistica offerta dai recuperatori attivi

Semplificazione impiantistica

→ **Aumento dell'affidabilità**

Attività impiantistiche **per aria di rinnovo**

→ Realizzate e collaudate **in macchina**

