

PROGETTARE EDIFICI PER IL 2020

la Direttiva 2010/31 UE, la difesa termica estiva ed invernale
per la progettazione di edifici ad energia quasi zero

KlimArK consulenze&progetti

ing. **Bruno ALESSIO** – alessio@klimark.it

Collegio dei Geometri e Geometri Laureati
Provincia di Vicenza



KLIMARK
COSTRUIRE ENERGETICAMENTE EFFICIENTE
www.klimark.it

ENTITA' DI ENERGIA UTILIZZATA NEGLI EDIFICI

Negli edifici l'entità di energia impiegata può essere:

- inglobata nei materiali da costruzione
- connessa all'uso dell'edificio
 - a. qualità dell'involucro
 - b. stile di vita
 - c. efficienza del sistema impiantistico

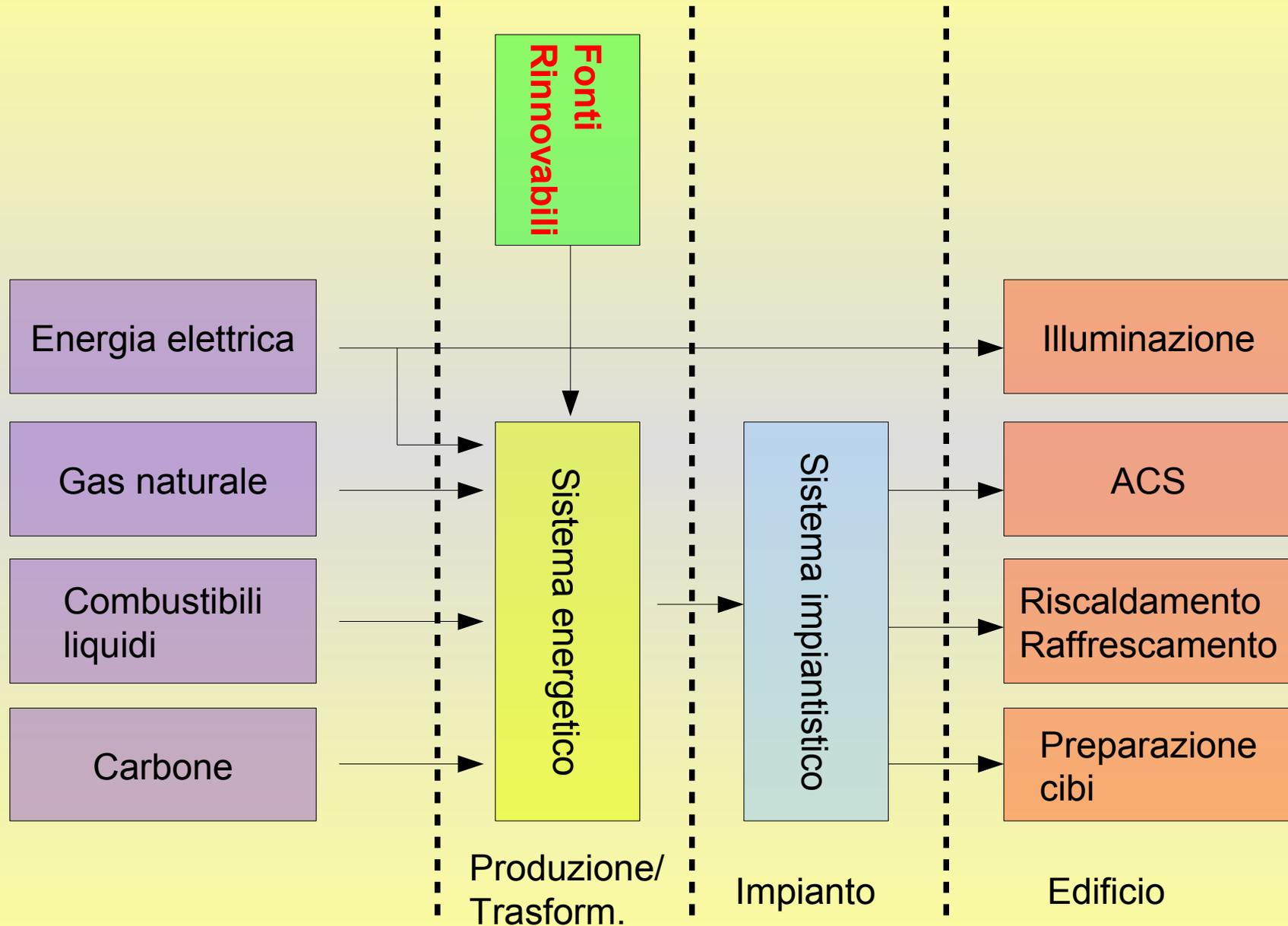
OBIETTIVO DEL DESIGN ENERGETICO

1. ridurre la domanda di energia dell'edificio attraverso:
 - a. formazione dell'utente
 - b. realizzazione di involucri ad alte prestazioni
 - c. sfruttamento delle condizioni climatiche e degli apporti gratuiti
 - d. analisi dinamiche dei consumi

2. ridurre la domanda di energia dell'impianto attraverso:
 - a. corretta scelta della tipologia impiantistica in funzione del tipo edilizio
 - b. corretto funzionamento dell'impianto (regolazione)
 - c. riduzione dei consumi negli ausiliari per distribuzione

3. ridurre la dipendenza energetica dalla rete
 - a. uso delle fonti rinnovabili disponibili in situ
 - b. configurazione ottimale della centrale energetica

BILANCIO ENERGETICO SISTEMA EDIFICIO



BILANCIO ENERGETICO SISTEMA EDIFICIO



A- SUB SISTEMA EDIFICIO comprende:

- i. Illuminazione
- ii. ACS
- iii. Riscaldamento e raffrescamento
- iv. Preparazione cibi

Influisce in questo subsistema:

- le condizioni climatiche del luogo
- la qualità dell'involucro
- comportamento degli occupanti
- livello delle prestazioni attese (temperatura, umidità, illuminamento,...)

BILANCIO ENERGETICO SISTEMA EDIFICIO



B- SUB SISTEMA IMPIANTISTICO comprende.

- i. Sub sistema edificio
- ii. distribuzione, emissione, controllo

influisce in questo sub sistema:

- caratteristiche dell'impianto
- adeguatezza rispetto alle esigenze attese
- intelligenza nella gestione

BILANCIO ENERGETICO SISTEMA EDIFICIO

C- SUB SISTEMA DI PRODUZIONE E TRASFORMAZIONE
comprende:

- i. Sub sistema impiantistico
- ii. Sistemi di produzione/trasformazione

Sul sub sistema agiscono:

- 1- energia elettrica
- 2- combustibile da fonti tradizionale (gas, olio, carbone)
- 3- FONTI RINNOVABILI (solare, biomassa, geotermia, eolico)

Influisce in questo sub sistema:

- caratteristiche dei sistemi di produzione/trasformazione
- disponibilità di fonti rinnovabili
- conoscenza del comportamento dinamico dei consumi
- conoscenza del comportamento della fonte rinnovabile
- intelligenza nella gestione delle fonti rinnovabili

EFFICIENZA DEL SISTEMA EDIFICIO

1. Contenere i fabbisogni energetici per ridurre la richiesta
 - a. formazione dell'utente e stile di vita
 - b. qualità dell'involucro
 - c. utilizzo di apporti gratuiti
 - d. studio dell'illuminazione naturale
 - e. simulazioni dinamiche del comportamento
 - f. sistemi di controllo efficienti/efficaci (building automation)
 - ...

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

1. Bassa (**alta**) temperatura di funzionamento dell'impianto
 - a. uniformità nel confort
 - b. riduzione delle dispersioni
 - c. possibilità di utilizzare fonti energetiche alternative

2. Aumento del salto termico nei terminali di erogazione
 - a. minore portata di fluido vettore
 - riduzione della sezione delle linee di distribuzione
 - riduzione dei consumi per pompaggi

 - b. temperature di ritorno più basse
 - condensazione
 - pompe di calore
 - solare termico in preriscaldamento

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

3. Recupero energetico e apporti gratuiti

- a. controllo della portata d'aria di rinnovo (con recupero)
- b. recupero rigenerativo
- c. ventilazione naturale
- d. free cooling

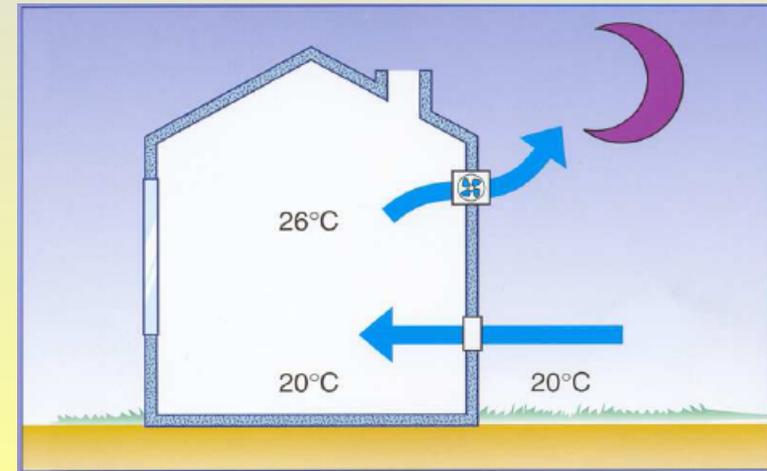
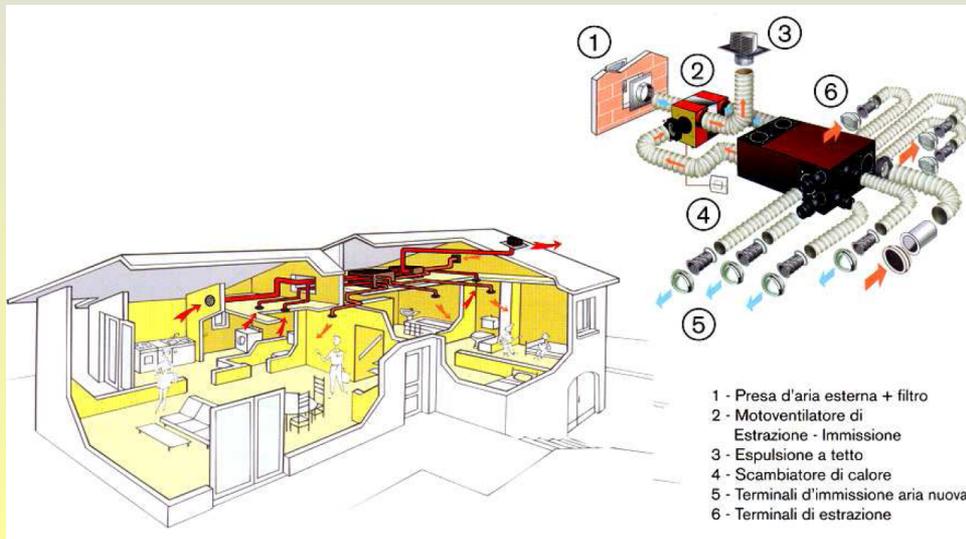
4. Gestione dei parametri di confort e qualità:

- a. controllo dell'umidità relativa nel condizionamento estivo
- b. controllo della portata d'aria di rinnovo attraverso sonde di qualità (CO₂, % ur) e sistemi di gestione intelligenti

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

1. controllo della qualità dell'aria indoor
2. controllo dei fenomeni di condensa legati all'umidità relativa
3. recupero energetico sull'aria di ricambio
4. free cooling



EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

Esempio:

- Unità immobiliare di superficie utile di 85 m² e altezza netta 2,70 m;
- Ricambi ora pari a 0,5;
- Gradi Giorno località 2371 (Vicenza);
- Impianto di riscaldamento alimentato a gas metano con rendimento medio stagionale globale $\eta_g = 0,85$;
- unità di ventilazione controllata con recupero del calore con rendimento pari a $\eta_{rec} = 0,75$.

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

Esempio:

- Volume complessivo dell'unità immobiliare

$$V = S_u \times h = 85 \text{ m}^2 \times 2,70 \text{ m} = 230 \text{ m}^3$$
- Portata d'aria volumetrica oraria di ventilazione

$$G_v = V \times n = 230 \text{ m}^3 \times 0,5 \text{ 1/h} = 115 \text{ m}^3/\text{h}$$
- Coefficiente di dispersione termica per ventilazione

$$H_v = G_v \times c_a \times \rho_a = 115 \text{ m}^3/\text{h} \times 1000 \text{ J/kg K} \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$H_v = 138000 \text{ J/h K} = 138000/3600 \text{ W/K} = 38,33 \text{ W/K}$$
- Fabbisogno termico stagionale per ventilazione ($FTS_{i,v}$)

$$FTS_{i,v} = N_G \times n_{ore} \times H_v (t_a - t_{em}) = n_{ore} \times GG \times H_v$$

$$FTS_{i,v} = 24\text{h/G} \times 2371 \text{ G}^\circ\text{C} \times 38,33 \text{ W/K} \times 1/1000 = 2181 \text{ kWh/anno}$$

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

Esempio:

- Indice di prestazione energetica per ventilazione ($E_{p_{i,v}}$)

$$E_{p_{i,v}} = FTS_{i,v} / S_u \eta_g = 2181 \text{ kWh/anno} / (85 \text{ m}^2 \times 0,85)$$

$$= 30,20 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

- Indice di prestazione energetica per ventilazione ($E_{p_{i,v}}$) nel caso di recupero del calore con rendimento $\eta_{rec} = 0,75$

$$E_{p_{i,v}} = (FTS_{i,v} / S_u \eta_g) \times (1 - \eta_{rec})$$

$$= [2181 \text{ kWh/anno} / (85 \text{ m}^2 \times 0,85)] \times (1 - 0,75) = 7,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

- Riduzione dei consumi per ventilazione:

$$\Delta E_{p_{i,v}} = 30,20 - 7,55 = 22,65 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

Quanto incide in termini economici?

- Risparmio energetico per ventilazione:

$$\Delta E_{p_{i,v}} = 22,65 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$$

$$= 22,65 * 3600 * 1000 / 1000000 = 81,5 \text{ MJ/m}^2 \text{ anno}$$

- Ipotizziamo un generatore di calore a metano ed un impianto con rendimento globale medio stagionale pari a:

$$\eta_g = \eta_d \eta_e \eta_c \eta_p = 0,94 * 0,98 * 0,96 * 1,00 = 0,88$$

$$PCI_{\text{metano}} = 8250 \text{ kcal/Nm}^3 = 8250 * 4186 / 1000000 = 34,5 \text{ MJ/Nm}^3$$

- Risparmio in termini di m³ di metano

$$R_{\text{metano}} = \Delta E_{p_{i,v}} / (PCI_{\text{metano}} * \eta_g) = 81,5 / (34,5 * 0,88) = 2,70 \text{ Nm}^3$$

- Ipotizzando un costo del metano pari a $C_{\text{metano}} = 0,85 \text{ €/Nm}^3$ si ottiene un risparmio annuo per l'appartamento di

$$R_{\text{€}} = R_{\text{metano}} C_{\text{metano}} S_u = 2,70 * 0,85 * 85 = 195 \text{ €/anno}$$

EFFICIENZA DEL SISTEMA IMPIANTO

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA A DOPPIO FLUSSO

Considerazioni:

- è garantita una buona qualità dell'aria
- è garantito il controllo dell'umidità
- in un edificio ad alte prestazioni energetiche (Edificio ad Energia quasi Zero) la riduzione dei consumi è significativa
- in un edificio ad alte prestazioni energetiche (Edificio ad Energia quasi Zero) l'impianto di climatizzazione tradizionale può essere sostituito da un sistema ad aria con funzione anche di ventilazione controllata

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

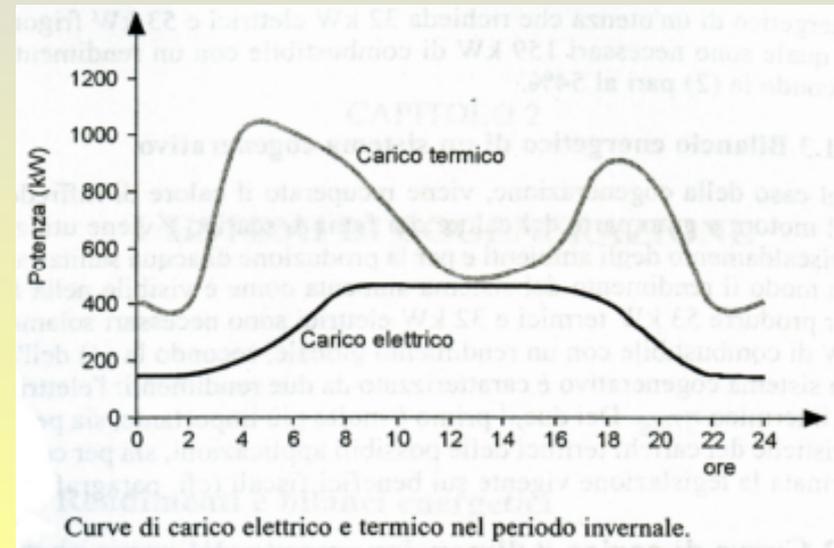
1. Ridurre la dipendenza energetica dalla rete

a. sistemi decentrati da fonti rinnovabili

- solare termico
- solare fotovoltaico
- mini eolico
- mini idroelettrico
- generazione/cogenerazione da biomassa
- generazione/cogenerazione da biogas

b. cogenerazione

- motori endotermici
- turbine a vapore
- turbine a gas
- cicli combinati
- celle a combustibile



EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

1. Ridurre la dipendenza energetica dalla rete

c. teleriscaldamento/teleraffreddamento urbano o collettivo (da fonte rinnovabile)

- solare fotovoltaico
- mini eolico
- mini idroelettrico
- cogenerazione e trigenerazione

d. pompe di calore

- in abbinamento al solare fotovoltaico
- in abbinamento al solare termico



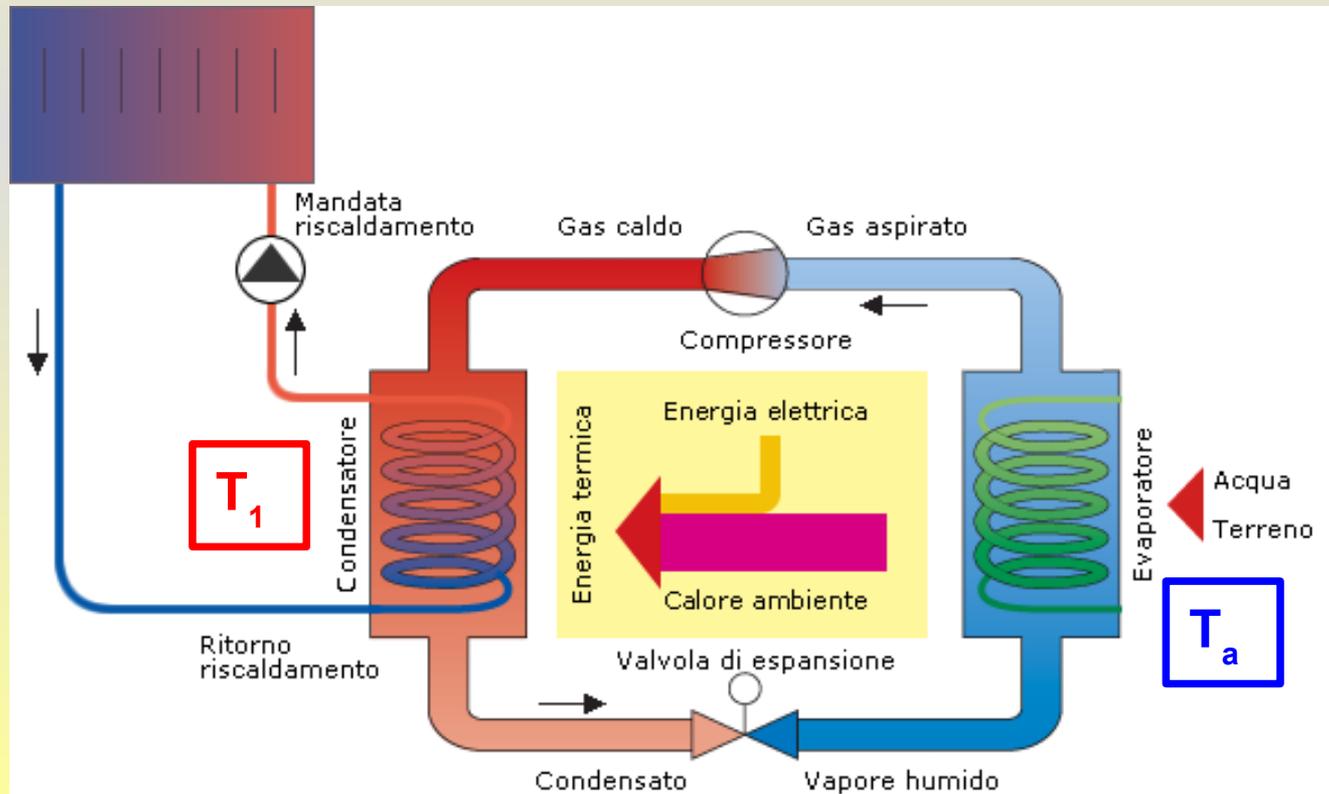
EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

$$\varepsilon = Q_c / W_{\text{compressore}}$$

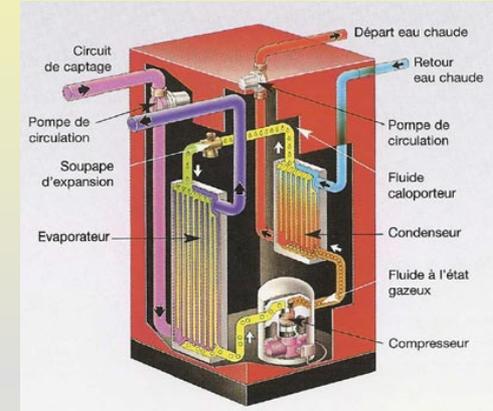
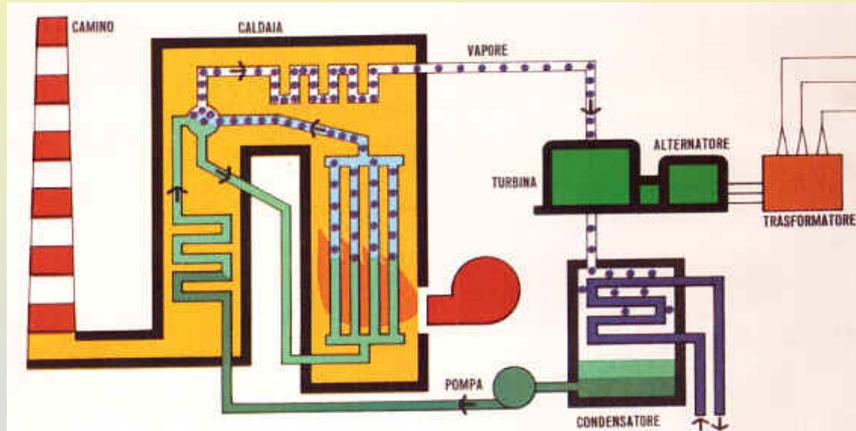
$$\text{ciclo ideale} \rightarrow \varepsilon'_m = T_1 / (T_1 - T_a) = 1 / (1 - T_a / T_1)$$

$$\text{SPF} = Q_c / (E_{\text{compressore}} + E_{\text{mezzi ausiliari}})$$



EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE



+

Rend. Parco elettrico italiano X SPF = rendimento PdC
 0,40 X 3,0 = **1,200**



Caldaia a condensazione rendimento teorico massimo

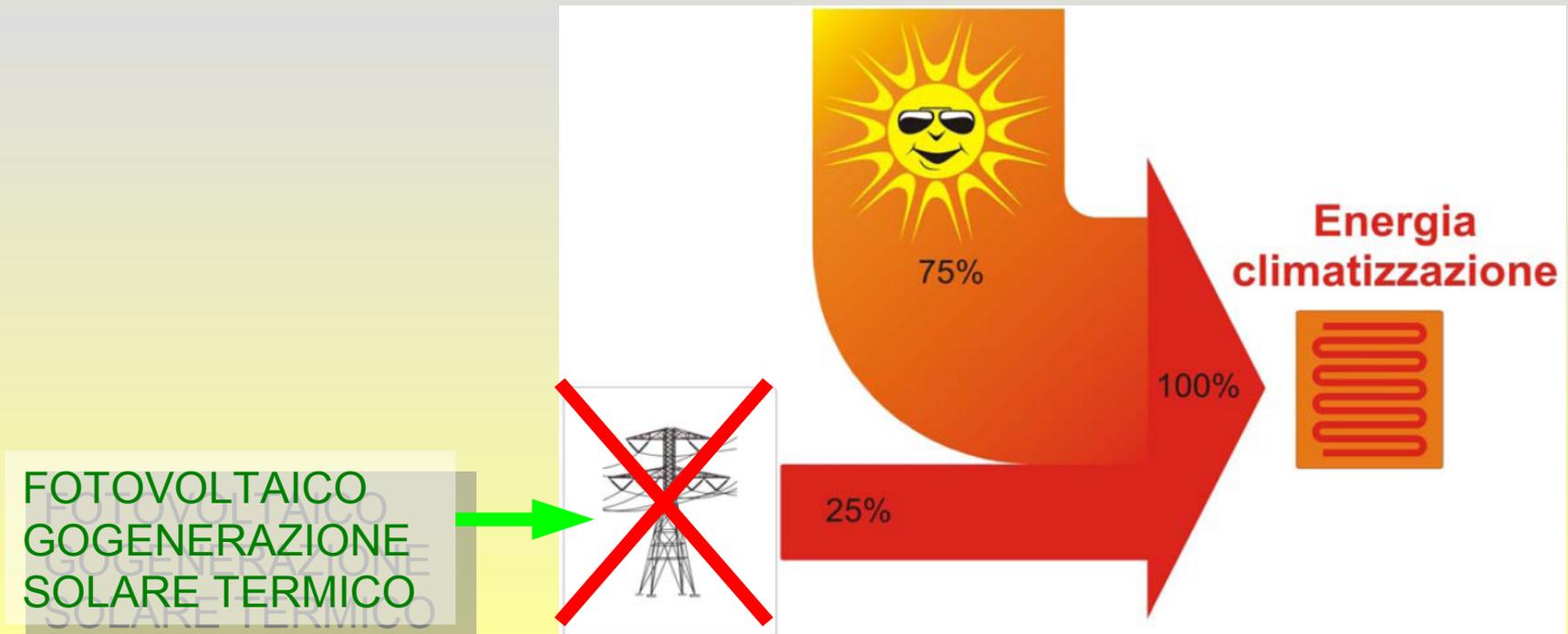
$$\eta_g = (P_{cs} / P_{ci}) = 1,114 \text{ (metano)}$$

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

La pompa di calore richiede generalmente dal 25% al 30% di energia elettrica per produrre il 100% di energia per il riscaldamento, e la produzione di acqua calda.

Teoricamente un sistema a pompa di calore alimentato con il 100% di energia elettrica “verde”, è un sistema altamente efficiente e totalmente rinnovabile.



FOTOVOLTAICO
GOGENERAZIONE
SOLARE TERMICO

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Pompa di calore in abbinamento al solare termico per il condizionamento invernale

a. doppia sorgente: aria + solare termico

- configurazione in parallelo: pompa di calore e solare termico agiscono indipendentemente (richiede integrazione)

- configurazione in serie: il sistema solare realizza un primo stadio di riscaldamento e la pompa di calore un secondo

- configurazione a doppia sorgente: la pdc riceve energia dalla sorgente a maggiore temperatura fra aria e solare termico

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Pompa di calore in abbinamento al solare termico per il condizionamento invernale
 - b. pompa di calore a doppia sorgente: terreno + solare termico
 - rigenerazione del terreno con solare termico nel caso il fabbisogno principale sia il riscaldamento invernale
 - riduzione delle perforazioni per il contributo del solare termico

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Pompa di calore in abbinamento al solare termico per il condizionamento invernale

c. pompa di calore e fotovoltaico rigenerativo con collettori ibridi FV + solare termico



- riduce la temperatura di funzionamento del FV con maggiore resa

- problema nello smaltimento dell'energia termica in periodo estivo e necessità di generosi accumuli (ghiaccio, terreno)

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Solar cooling

a. raffrescamento solare elettrico

- apparecchiature di raffrescamento (ciclo a compressione di vapore) alimentati da pannelli solari FV:

semplicità di costruzione

disponibilità della tecnologia

elevati rendimenti

non rientra nelle specifiche dlgs 28/2011

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Solar cooling

b. solar cooling termico

- apparecchiatura di raffrescamento alimentato da lavoro meccanico (stirling, rankine) alimentati da pannelli solari termici ad alta temperatura (concentratori parabolici o pannelli sottovuoto):

efficienza conversione solare-elettrica 0.1-0.3

permette di ottenere anche energia termica

rientra nelle specifiche dlgs 28/2011

bassi costi realizzativi e di gestione

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

POMPA DI CALORE

1. Solar cooling

c. impianti frigoriferi ad assorbimento/adsorbimento

- apparecchiatura di raffreddamento ad assorbimento alimentata da collettore solare termico

minimo consumo energetico

minori densità di potenza frigorifera

costi ridotti per grandi impianti

rientra nelle specifiche dlgs 28/2011

EFFICIENZA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE / TRASFORMAZIONE

ALLEGATO 3 DLGS 28/2011

Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

il Gruppo MEC Store ringrazia per l'attenzione

rimane a disposizione per ogni esigenza di consulenza



ing. Bruno ALESSIO

alessio@klimark.it

www.klimark.it