

MEDICLIMA 2013

ENERGIA ed AMBIENTE: la Sardegna del futuro

Criteri progettuali per il rispetto dei requisiti del sistema edificio impianto

Relatore
Dott. Ing. Giovanni Semprini

G.T.A.

DIN - Dipartimento di Ingegneria Industriale

MEDICLIMA 2013

Una corretta progettazione deve prevedere una forte **INTEGRAZIONE** fra le **caratteristiche passive** e controllo bioclimatico dell'edificio, le **tecnologie impiantistiche** ed i sistemi di **"building automation control"** che consento la supervisione degli impianti e il monitoraggio dei consumi energetici nella successiva fase gestionale



Giovanni Semprini

MEDICLIMA 2013



La definizione degli obiettivi di risparmio energetico rappresenta il mezzo per stabilire i tempi di ritorno attesi degli investimenti e il criterio per misurare oggettivamente le ipotesi in fase di progetto e i risultati in fase di verifica in esercizio

Occorre riconsiderare la logica del controllo del sistema edificio-impianto che deve rispondere alle esigenze di benessere degli utenti attraverso soluzioni integrate basate su un controllo passivo, ibrido od attivo del sistema edificio impianto, in base alle diverse condizioni climatiche adatte alle tipicità del clima Mediterraneo e alle sue condizioni estive e invernali

Necessità di effettuare una suddivisione delle unità ambientali, al fine di definire diverse "categorie di prestazione ambientale attesa". In tale senso gli utenti sono motivati (e responsabilizzati) sull'uso dei dispositivi per il controllo dei carichi termici (uso di tende mobili per il controllo radiazione solare /abbigliamento, la possibilità di gestire aperture di ventilazione, ecc.

Giovanni Semprini

MEDICLIMA 2013

Un impianto di climatizzazione deve essere progettato e realizzato per fornire:

1. adeguate condizioni di **comfort termoigrometrico** con continuità
 - al variare delle condizioni climatiche (inverno – estate)
 - al variare delle modalità d'uso e dei carichi termici interni (persone, illuminazione...)
2. adeguata **ventilazione** (se quella naturale è insufficiente) per:
 - garantire Qualità dell'Aria Interna (IAQ)
 - evitare fenomeni di condensa

Inoltre:

3. Deve essere progettato, realizzato e gestito per minimizzare i **costi gestionali energetici**
4. Deve essere progettato e realizzato per minimizzare i **problemi di rumorosità**

Giovanni Semprini

MEDICLIMA 2013

IL BENESSERE TERMOIGROMETRICO

"quella condizione mentale che esprime soddisfazione relativa all'ambiente termico" (ASHRAE)



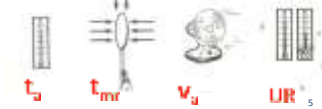
2 Variabili che riguardano il soggetto:

- ☐ Attività metabolica
- ☐ Isolamento del vestiario



4 Variabili fisiche:

- ☐ Temperatura dell'aria
- ☐ Umidità relativa
- ☐ Temperatura media radiante
- ☐ Velocità dell'aria

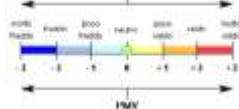
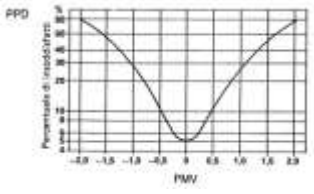


Giovanni Semprini

MEDICLIMA 2013

INDICI DI COMFORT UNI EN ISO 7730

PREDICTED MEAN VALUE (PMV)

$$PMV = f(t_a, t_{mr}, \phi, v_a, I_{cl}, M)$$



Giovanni Semprini

MEDICLIMA 2013

INDICI DI DISCOMFORT LOCALE

Diagram illustrating local discomfort indices. It shows a room cross-section with temperature zones (e.g., 20°C, 22°C, 24°C) and a graph plotting the discomfort index against the temperature difference between the body and the environment. The graph shows that discomfort increases as the temperature difference increases.

Graph showing the relationship between the discomfort index and the temperature difference between the body and the environment. The curve indicates that discomfort increases as the temperature difference increases.

Graph showing the relationship between the discomfort index and the temperature difference between the body and the environment. The curve indicates that discomfort increases as the temperature difference increases.

Giovanni Semprini

7

MEDICLIMA 2013

AMBIENTI TERMICI ACCETTABILI (UNI EN 15251)

□ categoria A: alto livello di aspettativa, per spazi con particolari esigenze (Es. Ospedali)

□ categoria B: livello normale di aspettativa, per edifici nuovi o ristrutturati

□ categoria C: livello moderato di aspettativa, per edifici esistenti

□ categoria D: livelli accettabili solo per una parte limitata dell'anno

Cat.	Stato termico globale			Discomfort locale		
	FPD [%]	PMV	DR [%]	Classe di comfort	Temperatura superficiale del pavimento	Avvicinamento radiante
A	≤ 8	[-0.2, +0.2]	≤ 10	≤ 3	≤ 18	≤ 9
B	≤ 10	[-0.5, +0.5]	≤ 20	≤ 5	≤ 18	≤ 9
C	≤ 15	[-0.7, +0.7]	≤ 30	≤ 10	≤ 18	≤ 10

Giovanni Semprini

8

MEDICLIMA 2013

CASO STUDIO: AULA SCOLASTICA

Giugno 20

T SET POINT 25 °C

Luglio 4

T SET POINT 26 °C

Giugno 21

T SET POINT 26 °C

Luglio 5

T SET POINT 25 °C

Scala di sensazione termica

VERIFICA PMV

Confronto con questionari secondo UNI EN ISO 10551

Giovanni Semprini

9

MEDICLIMA 2013

Scelta del tipo di impianto e dei terminali:

- Categoria di confort atteso e uniformità delle variabili termoisometriche
- Ventilazione necessaria (naturale, meccanica)
- Possibilità del sistema di regolare indipendentemente temperatura, umidità, ricambio d'aria
- Ottimizzazione consumi energetici

Il dimensionamento è normalmente effettuato nelle condizioni di massimo carico (invernale ed estivo) ma occorre verificarne il funzionamento in base alla variabilità delle condizioni climatiche e dell'utilizzo degli ambienti

Giovanni Semprini

10

MEDICLIMA 2013

VENTILAZIONE

La ventilazione negli ambienti è importante non solo per garantire adeguata qualità dell'aria (IAQ), ma anche per il controllo dell'umidità, per evitare fenomeni di condensa superficiale.

Una corretta progettazione è necessaria per minimizzare i consumi energetici

In Italia si considera normalmente un ricambio orario per unità di volume pari a 0,5 ach⁻¹ per le abitazioni, 1 ach⁻¹ per uffici .

In condizioni standard per la certificazione si considera 0,3 ach⁻¹.

In molti paesi sono proposti valori leggermente più elevati:

Austria: n = 0,4 ach⁻¹ o 30 m³/pers/h

Belgio: n = 30 m³/pers/h

Denimarca: n ~ 0,5 ach⁻¹

Germania: n ~ 0,5 ach⁻¹

Olanda: n ~ 0,9 ach⁻¹

Norvegia: n ~ 0,5 ach⁻¹

Giovanni Semprini

11

MEDICLIMA 2013

CASO STUDIO: edificio residenziale

conditioned floor area	70 m ²
internal height	3 m
total heat transfer area	239 m ²
total heated volume	311 m ³
external opaque area	166,15 m ²
external window area	5,85 m ²

Valori di trasmittanza termica pari ai valori minimi imposti per le varie zone climatiche

Building energy need for continuous heating (MJ/m² year)

n = 0,5

$$Q_H = (Q_{Tr} + Q_{Ve}) - \eta_H (Q_{int} + Q_{sol})$$

L'incidenza della ventilazione sul fabbisogno invernale è mediamente pari al 25% (n=0,5 ach⁻¹) e del 16% (n=0,3 ach⁻¹)

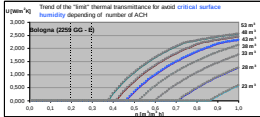
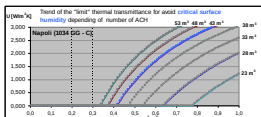
Giovanni Semprini

12

CASO STUDIO: edificio residenziale

Al fine di evitare formazione di condensa superficiale la norma UNI EN ISO 13788 prevede di valutare la pressione parziale di vapore in funzione della temperatura interna ed esterna e il numero di ricambi orari

$$p_{vi} = p_{ve} + \frac{G \cdot R_v}{n \cdot V} \cdot \frac{(g_i + g_e)}{2}$$

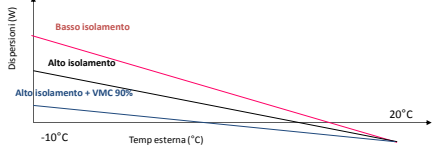



Giovanni Sempri 13

VENTILAZIONE

La potenza per l'aria di rinnovo può essere ridotta introducendo un recuperatore di calore sull'aria espulsa. Il recupero dipende dagli apporti gratuiti e dai costi di energia elettrica

Con edificio molto isolato, se gli apporti gratuiti sono molto elevati non ha senso utilizzare recuperi molto efficienti: utilizzare un **recupero modulare**



Se gli apporti gratuiti sono alti non conviene un elevato isolamento

Giovanni Sempri 14

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA




Sistema di VMC
in climatizzazione
adatto a impianti di climatizzazione
con 1 o 2 zone climatiche. Condotto con il sistema di climatizzazione. Condotto con il sistema di climatizzazione.



Giovanni Sempri 15

Ventilazione:
Unità centrale e scambiatore aria-aria collocati in prossimità delle pareti (meglio sarebbe nella parete o nel piano interrato).

Il recuperatore deve avere efficienza nominale superiore al 75%, con un'efficienza elettrica < 0,4 Wh/m³, a portata variabile e con un buon isolamento termico ed acustico.

Scambiatore sotterraneo terreno-aria (opzionale):
Il sistema dovrebbe essere a tenuta con le parti più fredde lontane dagli ambienti.




Giovanni Sempri 16

PIANIFICAZIONE ENERGETICA

- Diversificare le fonti per avere indipendenza dai fornitori.
- Utilizzare le risorse disponibili sul territorio.
- Utilizzare risorse energetiche rinnovabili.
- Distribuire sul territorio le nuove unità di produzione, programmando l'utilizzo di quelle esistenti.
- Pianificare il massimo sviluppo del sistema



Sistema Energetico Integrato

Giovanni Sempri 17

UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI

coprire almeno il **50%** del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di **acqua calda sanitaria** con l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile.

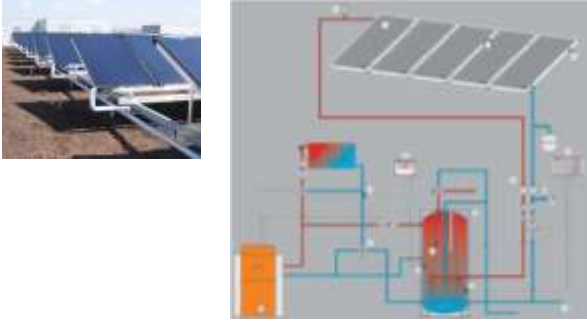
predisposizione delle opere necessarie a favorire il collegamento a **reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento**, nel caso di presenza di tratte di rete ad una **distanza inferiore a metri 1000** ovvero in presenza di progetti previsti dai vigenti strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica e in corso di realizzazione

obbligatoria l'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di **energia elettrica** per una potenza installata non inferiore a **1 kW** per unità abitativa e **0,5 kW per ogni 100 m²** di superficie utile di edifici non residenziali

L'eventuale impossibilità tecnica di rispettare le disposizioni di cui ai precedenti punti A e C va superata con l'adozione di **impianti di micro-cogenerazione**, con l'acquisizione di quote equivalenti in potenza di impianti a fonti rinnovabili siti nel territorio del comune dove è ubicato l'immobile ovvero con il collegamento ad impianti di cogenerazione ad alto rendimento o reti di teleriscaldamento comunali

Giovanni Sempri 18

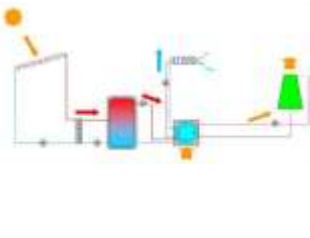
Solare termico per produzione a.c.s. e integrazione per riscaldamento



Giovanni Semprini

19

Solare termico per raffrescamento estivo (Solar cooling)



Pompe di calore



Giovanni Semprini

20

Cosa cambia nella progettazione?

- Ottimizzazione delle prestazioni energetiche stagionali e annuali dell'impianto: analisi dei carichi e delle prestazioni al variare delle condizioni climatiche esterne (non solo nelle condizioni di "progetto" invernali ed estive, ma anche nelle condizioni intermedie)
- Utilizzo di fonti rinnovabili di energia: dimensionamento dei sistemi multi energia (i.e. caldaia + pompa calore): definizione delle logiche di attivazione e modalità di funzionamento
- Progettazione dei sistemi di regolazione, building automation e sistemi di monitoraggio dell'energia
- Analisi costi-benefici (sostenibilità economica degli interventi)

Giovanni Semprini

21

Le prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto possono essere valutate tramite Indicatori energetici EP, CO₂, ecc.

EP_I (Heating Primary Energy)

EP_{ACS} (Primary Energy for Hot water production)

EP_{TOT} = EP_I + EP_{ACS} + (EP_E + EP_{ILL})

$EP = Q_p / S_{utile} \text{ [kWh / m}^2 \text{ anno]}$ per residenziale

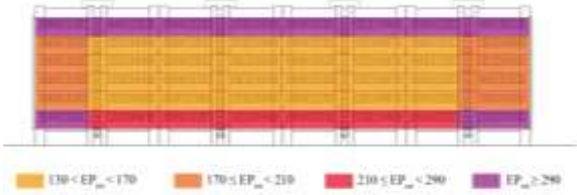
$EP = Q_p / V_{lordo} \text{ [kWh / m}^3 \text{ anno]}$ per altri



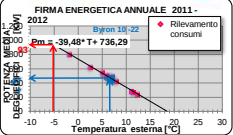
Giovanni Semprini

22

Caso studio: Classi energetiche di appartamenti condominiali su edificio PEEP anni '70



170 < EP_{tot} < 175 175 < EP_{tot} < 210 210 < EP_{tot} < 240 EP_{tot} > 240

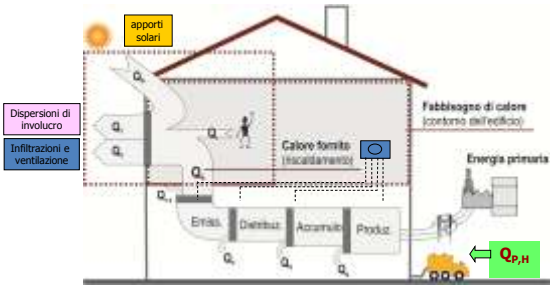


FIRMA ENERGETICA ANNUALE 2011 - 2012
Byron 10-22
Rilevamento consumi
 $EP_{m,s} = 39,48 \cdot T + 736,29$

Giovanni Semprini

23

LE PRESTAZIONI IMPIANTISTICHE



apporti solari

Dispersioni di involucro

Infiltrazioni e ventilazione

Fabbisogno di calore (contorno dell'edificio)

Calore fornito (riscaldamento)

Energia primaria

Emis. Distrib. Accumulo Produz.

Rendimento globale medio stagionale

$$\eta_g = \frac{Q_H}{Q_{p,H}} \quad \eta_g = \eta_e \eta_c \eta_d \eta_p$$

Giovanni Semprini

2

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

Sottosistemi per l'impianto di riscaldamento

Flussi di energia per i sottosistemi di generazione, di distribuzione e di emissione

Giovanni Semprini

25

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

Sottosistema di emissione

- Il fabbisogno di energia termica utile della zona considerata $Q_{t,ind}$;
- La distribuzione non uniforme della temperatura in ciascuna zona climatizzata (stratificazione, terminali posizionati su pareti di separazione con l'ambiente esterno, differenza di temperatura dell'aria e la temperatura media radiante);
- I terminali incorporati nella parete della struttura dell'edificio confinante con l'ambiente esterno o con ambienti non riscaldati;
- La regolazione della temperatura operante (locale, centrale, etc.);
- Il consumo di energia ausiliaria.

Giovanni Semprini

26

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

Sottosistema di emissione: REGOLAZIONE

Regolamenti (a p. 48) regolazione*

Tipo di regolazione	Caratteristiche	Rendimento globale		Rendimento globale medio	
		Calore utile (kW)	Consumo elettrico (kW)	Calore utile (kW)	Consumo elettrico (kW)
Sistemi a temperatura costante (centrali)	in all	0.98	0.02	0.98	0.02
	in 1/2 all	0.98	0.02	0.98	0.02
	Pompa prop. 0.5 °C	0.98	0.02	0.98	0.02
	Pompa prop. 1 °C	0.98	0.02	0.98	0.02
Sistemi a temperatura variabile (centrali)	in all	0.97	0.03	0.97	0.03
	in 1/2 all	0.97	0.03	0.97	0.03
	Pompa prop. 0.5 °C	0.97	0.03	0.97	0.03
	Pompa prop. 1 °C	0.97	0.03	0.97	0.03
Sistemi a temperatura costante (decentrali)	in all	0.98	0.02	0.98	0.02
	in 1/2 all	0.98	0.02	0.98	0.02
	Pompa prop. 0.5 °C	0.98	0.02	0.98	0.02
	Pompa prop. 1 °C	0.98	0.02	0.98	0.02
Sistemi a temperatura variabile (decentrali)	in all	0.97	0.03	0.97	0.03
	in 1/2 all	0.97	0.03	0.97	0.03
	Pompa prop. 0.5 °C	0.97	0.03	0.97	0.03
	Pompa prop. 1 °C	0.97	0.03	0.97	0.03

* Nota: 1. per ogni regolazione, il rendimento globale medio è calcolato considerando un numero di ore di funzionamento pari a 1000 h.

Giovanni Semprini

27

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

Calcolo prestazioni Pompe di calore

Confronto frequenza annuale della temp dell'aria esterna

Giovanni Semprini

28

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

Funzionamento alternativo

Funzionamento parallelo

Giovanni Semprini

29

MEDICLIMA 2013
ENERGIA ED AMBIENTE: la Strategia del futuro

UNI/TS 11300-2:2008

DIRECTIVE 2010/31 EU (EPBD)

Art.8: Tecnical Building System:

Member States...

- set system requirements for overall energy performance, adjustments and control of technical building systems...in exiting buildings
- Encourage introduction of intelligent metering systems;
- Encourage the installation of active control systems: i.e.: automation, control and monitoring systems, that aim to save energy

Giovanni Semprini

30

Regolazione e contabilizzazione del calore

Valvole termostatiche su ogni terminale
Contacalorie o ripartitori sui terminali
Trasmissione dati via radio

Giovanni Sempini

31

Smart metering

Remote Control system based on a sensor network (wireless, plc, RS485) for real time monitoring for energy consumption (electricity, gas, water, etc)

- Measuring and Gives information about energy consumption
- actions on plants, allowing to adjust and manage energy exchanges and informations about the operation state of the plant
- Possibility to act in case of failure without intervention on the spot

Giovanni Sempini

32

Giovanni Sempini

33

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Giovanni Sempini

34