



# edifici a energia QUASI ZERO\*



**Palermo, 18 maggio 2011**

**Aula Magna – Facoltà di Ingegneria**

**Intervento dell'Ingegnere Francesco Cappello**

**ENEA**

[www.edificiaenergiaquasizero.it](http://www.edificiaenergiaquasizero.it)

segreteria organizzativa:  
tel. +39 06 42020605  
[agora@agoraactivities.it](mailto:agora@agoraactivities.it)

## Università degli Studi di Palermo



**EDIFICI A ENERGIA  
"QUASI ZERO"**

**[ CASE PASSIVE, SOSTENIBILI, IN CLASSE A ]**

**REGIONE SICILIA**

**Palermo, mercoledì 18 maggio 2011**  
*Aula Magna Facoltà di Ingegneria*  
*Università agli Studi di Palermo*

**ENEA**

Ing. Francesco Cappello

Unità Tecnica Efficienza Energetica

Centro Consulenza Energetica Sicilia

francesco.cappello@enea.it

## La casa: i consumi energetici principali nel residenziale in Italia

Valori annui in milioni di tonnellate di petrolio equivalenti (Mtep)

Utilizzo	Gas naturale	Gasolio	Electricità	CHL	Alto	Totale
Illuminazione			13			13
Uscucia	15			09		24
Acquacala	24	07	09			4
Riscaldamento	13	6			3	22
<b>Totale</b>	<b>169</b>	<b>67</b>	<b>22</b>	<b>09</b>	<b>3</b>	<b>297</b>

**29,7 Mtep** (18 % dei consumi totali)

**22 Mtep** (13 % per il solo riscaldamento)

In conseguenza di questi consumi casalinghi, ogni anno, in Italia, riversiamo nell'aria circa **90 MILIONI di TONNELLATE** di sostanze inquinanti (anidride carbonica, ossidi di zolfo e d'azoto).

## **Bilancio energetico annuale minimo di una città** *(con riscaldamento e condizionamento)*

**Ogni anno una città con 100.000 famiglie :**

**consuma circa 300.000 metri cubi di petrolio !**

**scarica circa 760.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> !**  
*(circa 400 milioni di metri cubi di CO<sub>2</sub>)*

**il volume di 6000 palazzi di 10 piani !**

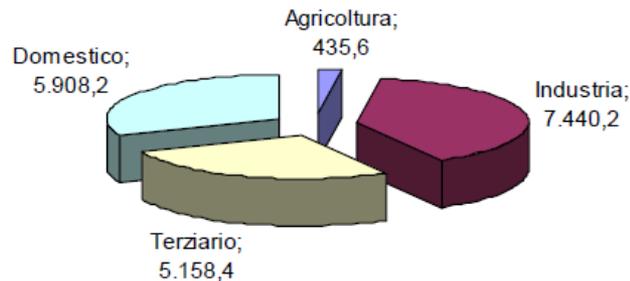
# Energia elettrica in Sicilia

(Dati TERNA)



## SICILIA 2007: CONSUMI DISTINTI PER SETTORE

Dati in GWh



Elaborazione su dati TERNA

## SICILIA 2007: CONSUMI PER SETTORE IN PERCENTUALE

Agricoltura	2,3 %
Industria	39,3 %
Terziario	27,2 %
Domestico	31,2 %

Elaborazione su dati Terna

## SICILIA 2007: CONSUMI DISTINTI PER SETTORE

Dati in GWh

## Consumi in Sicilia 2007 distinti per provincia e per tipologia in GWh

	agricoltura		industria		terziario*		domestico		Totale*	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Agrigento	26,1	27,2	242,7	260,0	371,3	383,1	517,4	507,5	1.157,4	1.177,7
Caltanissetta	15,4	17,4	1.043,1	1.071,2	230,0	220,1	297,0	296,0	1.585,4	1.604,7
Catania	98,4	106,0	1.089,6	1.099,3	1.158,4	1.232,1	1.171,8	1.227,5	3.518,2	3.664,9
Enna	13,4	12,5	68,3	58,5	137,6	142,2	170,8	173,0	390,0	386,2
Messina	23,1	22,7	1.029,8	975,8	765,0	751,8	816,3	793,2	2.634,1	2.543,5
Palermo	29,8	30,2	526,2	538,8	1.262,8	1.250,5	1.535,6	1.491,2	3.354,4	3.310,7
Ragusa	104,9	105,5	508,0	525,7	310,7	329,3	374,6	374,9	1.298,1	1.335,3
Siracusa	90,5	86,9	2.773,9	2.643,6	455,4	431,1	499,6	490,4	3.819,4	3.651,9
Trapani	27,8	27,3	278,9	267,3	417,3	418,3	551,1	554,6	1.275,2	1.267,4
<b>SICILIA</b>	429,4	435,6	7.560,3	7.440,2	5.108,5	5.158,4	5.934,1	5.908,2	19.032,3	18.942,4

\*Al netto dei consumi FS per trazione.

## PACCHETTO CLIMA/ENERGIA OBIETTIVI PER IL 2020

1. ridurre i gas ad effetto serra di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990 (?) (del 30% se gli altri paesi sviluppati assumeranno impegni analoghi ??);
2. incrementare l'uso delle energie rinnovabili (eolica, solare, biomassa) giungendo ad una quota del 20% (17 per l'Italia) di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia\* (attualmente le rinnovabili forniscono circa l'8,5% dell'energia totale) .....
3. diminuire il consumo di energia del 20% rispetto ai livelli previsti per il 2020 grazie ad una migliore efficienza energetica ?? .....

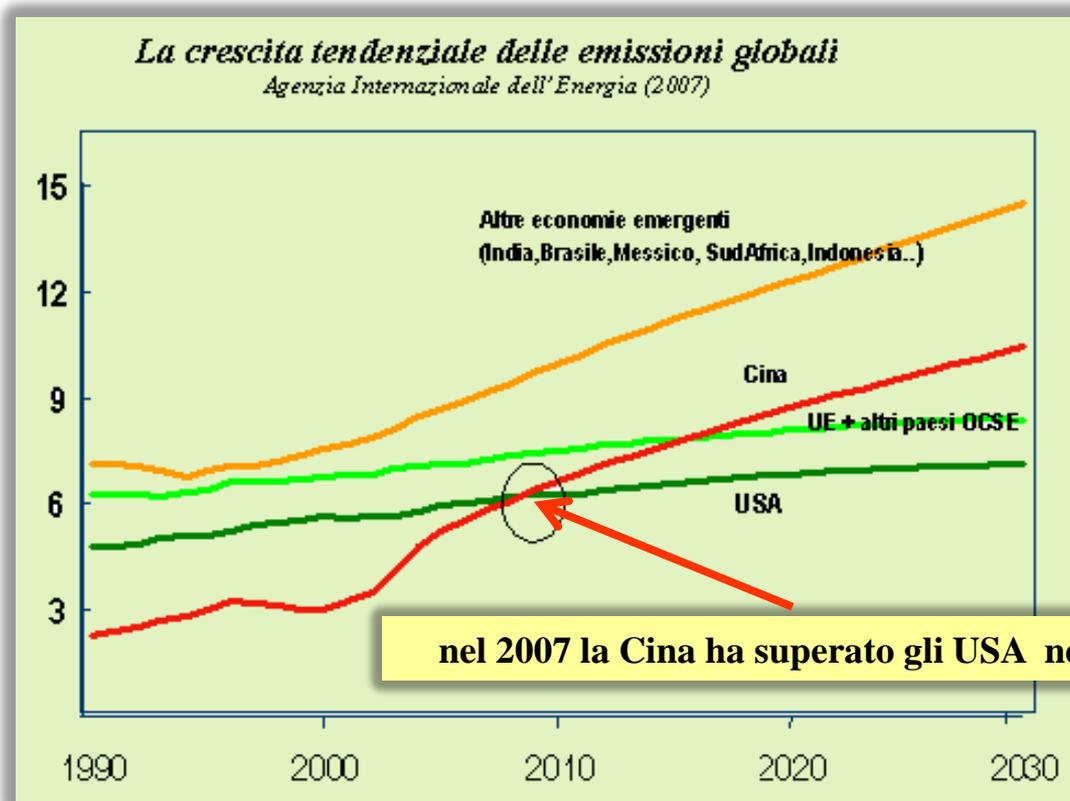
DIRETTIVA 20-20-20 (Italia 17-20-20) 2009/28/CE del 23/4/2009

definizione di “**CONSUMO FINALE LORDO DI ENERGIA**”:

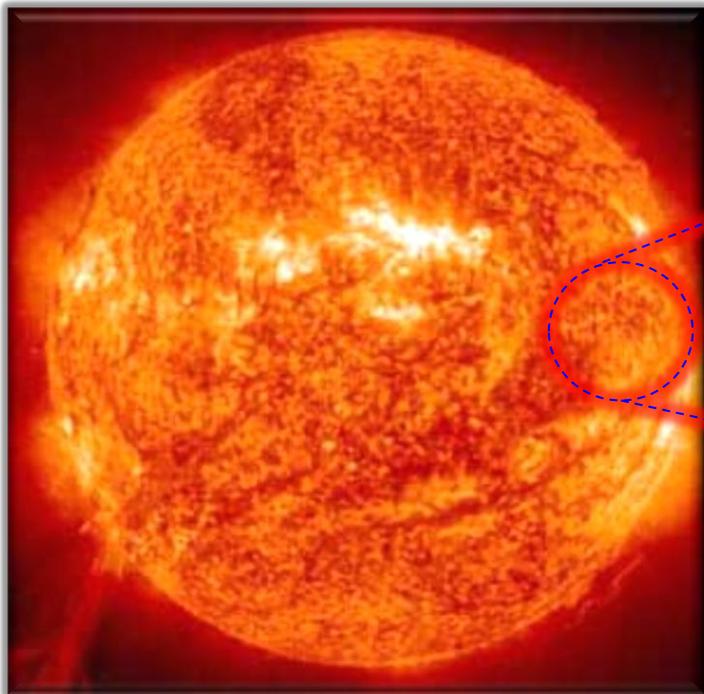
“i prodotti energetici forniti a scopi energetici all'industria, ai trasporti, alle famiglie, ai servizi, compresi i servizi pubblici, all'agricoltura, alla silvicoltura e alla pesca, ivi compreso il consumo di elettricità e di calore del settore elettrico per la produzione di elettricità e di calore, incluse le perdite di elettricità e di calore con la distribuzione e la trasmissione”

## CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PACCHETTO CLIMA/ENERGIA

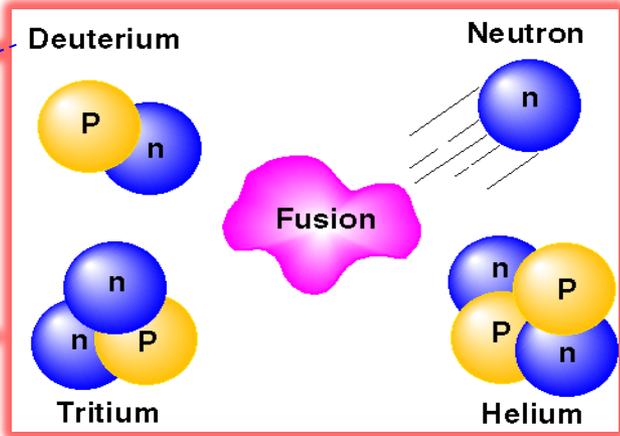
- Il “pacchetto” Clima/Energia accentua la posizione unilaterale dell’Europa (v. conferenza di Bali !), che dovrà sostenere uno sforzo economico e industriale che non ha riscontro in analoghi impegni delle economie sviluppate ed emergenti, con un risultato marginale in termini di riduzione delle emissioni globali di CO<sub>2</sub> (una riduzione del 20% delle emissioni europee corrisponde, oggi, a meno del 4% su scala globale);
- Si calcola che nel 2020 le emissioni di CO<sub>2</sub> saranno superiori di oltre il 60% ai livelli del 1990.



# FUSIONE NUCLEARE

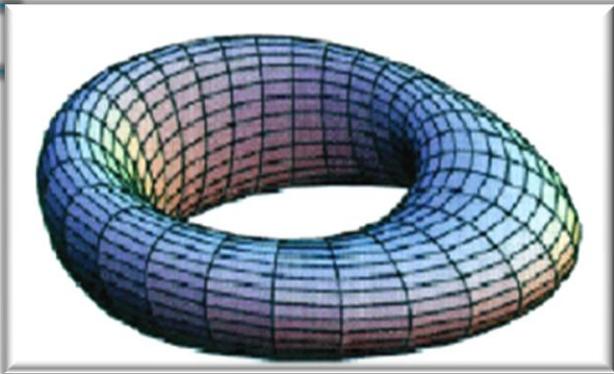


Ecinetica = 14 MeV =  $2,24 \cdot 10^{-12}$  J



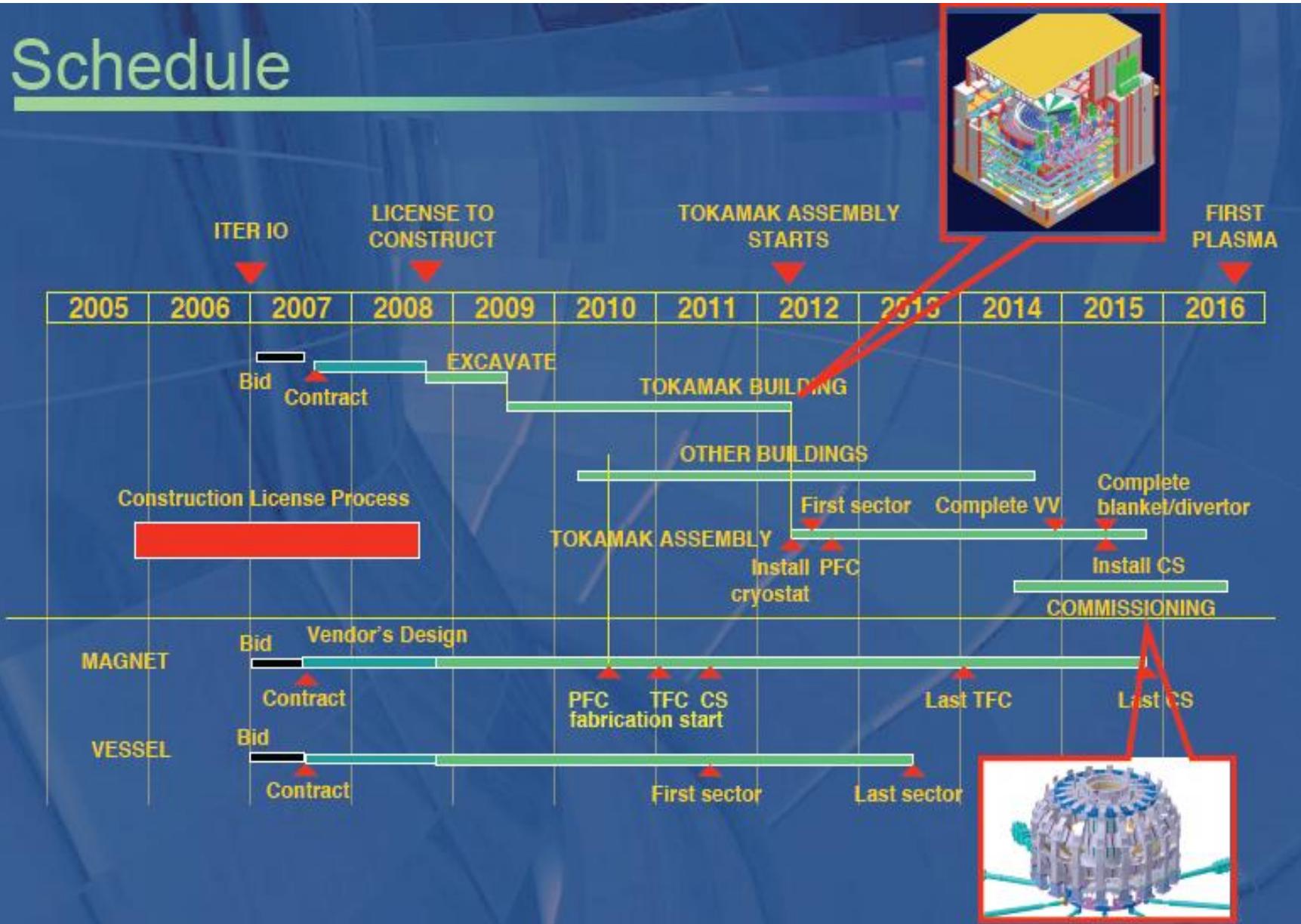
Ecinetica = 3,5 MeV =  $5,6 \cdot 10^{-13}$  J

Reazioni nucleari di fusione: Temperatura  $> 10^6$  °C



Confinamento magnetico toroidale

## Schedule



## **LE ALTRE POSSIBILITA': L'EOLICO**

*Ecco come abbiamo operato fino ad ora per modificare quella diffusa percezione di paesaggio integro, ma inaccessibile, verso una nuova immagine del territorio con strutture eoliche integrate nel paesaggio.*



**Una singola macchina genera circa 2.000.000 di kWh/anno “ESTRAE” circa 400 tonnellate/anno di petrolio!**

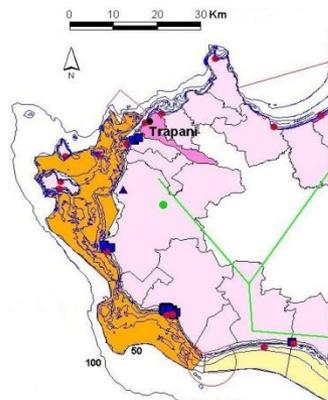


# EOLICO OFFSHORE (Sicilia)

(fonte ENEA - Progetto NOSTRUM)

Densità potenza = 6 MW/km<sup>2</sup>

		Scenario 2010	Scenario 2020
<b>Potenza</b>	6 - 7 m/s	810 MW	8.388 MW
	7 - 8 m/s	354 MW	2.244 MW
<b>fattore di utilizzo = 2500 ore equivalenti/anno:</b>			
<b>Produzione annuale</b>	6 - 7 m/s	2 TWh	21 TWh
	7 - 8 m/s	0,88 TWh	5,6 TWh



- Attività di pesca
- ◆ Elettrodotti
- Centrali elettriche
- ▲ Aeroporti
- Velocità del vento
- 6 - 7 m/s
- 7 - 8 m/s
- Densità popolazione (ab./km<sup>2</sup>)

Potenziale Offshore teorico lordo pari al 100 % del fabbisogno elettrico siciliano

# SOLARE TERMODYNAMICO

(ENEA C.R. Casaccia)



**DIRETTIVE RIGUARDO A:**

- A) *METODOLOGIA EUROPEA COMUNE PER IL CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA;*
- B) *REQUISITI MINIMI DI EDIFICI E UNITÀ IMMOBILIARI DI NUOVA COSTRUZIONE;*
- C) *APPLICAZIONE DI REQUISITI MINIMI ALLA PRESTAZIONE ENERGETICA DI:*
  - *edifici esistenti, unità immobiliari ed elementi edilizi sottoposti a ristrutturazioni importanti;*
  - *elementi edilizi incidenti sulla prestazione energetica dell'involucro (rinnovamento o sostituzione);*
  - *sistemi tecnici (installazione, sostituzione, o miglioramento);*
- D) **PIANI NAZIONALI PER EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO;**
- E) *CERTIFICATI DI **PRESTAZIONE** ENERGETICA DEGLI EDIFICI O DELLE UNITÀ IMMOBILIARI;*
- F) *ISPEZIONE PERIODICA IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO D'ARIA;*
- G) *CONTROLLI INDIPENDENTI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA E RAPPORTI DI ISPEZIONE.*

## ALCUNE DEFINIZIONI

### EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

*edificio ad altissima prestazione energetica, il cui fabbisogno energetico, molto basso o quasi nullo, dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da **energia da fonti rinnovabili compresa quella prodotta in loco o nelle vicinanze**;*

### RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

- *se il costo complessivo della ristrutturazione per quanto riguarda l'involucro dell'edificio o i sistemi tecnici per l'edilizia supera il 25 % del valore dell'edificio, escluso il valore del terreno sul quale questo è situato;*
- oppure** (gli Stati sceglieranno fra le due opzioni)
- *se la ristrutturazione riguarda più del 25 % della superficie dell'involucro dell'edificio;*

### ATTESTATO DI **PRESTAZIONE ENERGETICA**

*documento riconosciuto da uno Stato membro o da una persona giuridica da esso designata in cui figura il valore risultante dal calcolo della prestazione energetica di un edificio o di un'unità immobiliare, effettuato seguendo una metodologia .....*

## ALCUNE DEFINIZIONI

### LIVELLO OTTIMALE IN FUNZIONE DEI COSTI

**Livello di prestazione energetica che comporta il costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato, dove:**

- a) il **costo più basso** è determinato tenendo conto dei costi di investimento legati all'energia, dei costi di manutenzione e di funzionamento (compresi i costi e i risparmi energetici, la tipologia edilizia interessata e gli utili derivanti dalla produzione di energia), se del caso, e degli eventuali costi di smaltimento;
- b) il **ciclo di vita economico stimato** si riferisce al ciclo di vita economico stimato rimanente di un edificio, nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per l'edificio nel suo complesso oppure al ciclo di vita economico stimato di un elemento edilizio, nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per gli elementi edilizi  
*(determinato da ciascuno Stato membro).*

**ART. 6****Edifici di nuova costruzione**

Per gli edifici di nuova costruzione gli Stati membri garantiscono che, prima dell'inizio dei lavori di costruzione, sia valutata e tenuta presente la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di sistemi alternativi ad alta efficienza come quelli indicati di seguito, se disponibili:

- a) **sistemi di fornitura energetica **decentrati** basati su energia da fonti rinnovabili;**
- b) **cogenerazione;**
- c) **teleriscaldamento o telerinfrescamento urbano o collettivo, in particolare se basato interamente o parzialmente su energia da fonti rinnovabili;**
- d) **pompe di calore.**

**ARTT. 7 - 8****Edifici e impianti esistenti**

*... misure necessarie a garantire che la prestazione energetica degli edifici o di loro parti destinati a subire ristrutturazioni importanti sia migliorata ..... **per quanto tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile.***

*... misure necessarie a garantire che la prestazione energetica degli elementi edilizi che fanno parte dell'involucro dell'edificio e hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio destinati ad essere sostituiti o rinnovati soddisfino i requisiti minimi ..... **per quanto tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile.***

*... gli Stati membri incoraggiano in caso di ristrutturazione importante, a valutare e tener presenti i sistemi alternativi ad alto rendimento .... **per quanto tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile.***

**Introduzione di sistemi di misurazione intelligenti** quando un edificio è in fase di costruzione o è oggetto di una ristrutturazione importante, .... **sistemi di controllo attivo** come i sistemi di automazione, controllo e monitoraggio finalizzati al risparmio energetico

## **ART. 9**

### **EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO**

- a) ENTRO IL 31 DICEMBRE 2020 TUTTI GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE**
- b) DAL 1 GENNAIO 2019 NUOVE COSTRUZIONI OCCUPATE & DI PROPRIETÀ DI ENTI PUBBLICI**

#### **Stati UE:**

**... definiscono edifici a energia quasi zero, tenendo conto delle condizioni nazionali, regionali o locali, con un indicatore numerico del consumo di energia primaria espresso in kWh/m<sup>2</sup>/anno;**

**... predispongono piani nazionali (30/6/2011) per l'incremento del numero di edifici a energia quasi zero:**

*obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro il 2015, ... misure di promozione edifici a energia quasi zero ... fonti rinnovabili in nuove costruzioni o in caso di ristrutturazione importante (... 2009/28/CE);*

**.... incentivano trasformazione edifici ristrutturati in edifici a energia quasi zero !**

DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO  
Miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione  
(rifusione 19 maggio 2010 della Direttiva 2002/91/CE - GUUE 18 giugno 2010)

**ARTT. 14 – 15 - 16**

**Ispezione periodiche degli impianti di riscaldamento e condizionamento**

*di riscaldamento con potenza nominale utile ... superiore a 20 kW ... valutazione del rendimento e del dimensionamento rispetto al fabbisogno termico dell'edificio, **alleggerire o ridurre ispezioni in presenza di sistema di monitoraggio e controllo elettronico;***

*Caldaie con potenza nominale utile superiore a 100 kW almeno ogni due anni, per le caldaie a gas, questo periodo può essere esteso a quattro anni;*

*di condizionamento d'aria la cui potenza nominale utile è superiore a 12 kW*

*.... oppure assicurare che sia fornita agli utenti una consulenza in merito alla sostituzione delle caldaie o a modifiche dell'impianto;*

**Il rapporto di ispezione ... comprende raccomandazioni atte a migliorare il rendimento energetico dell'impianto ispezionato in modo economicamente conveniente.**

***Rifusione della DIRETTIVA 2002/91/CE (En.Perf. Build. Dir.)***

- amplia il campo di applicazione della disposizione che impone agli Stati membri di fissare requisiti minimi di rendimento energetico in caso di ristrutturazioni importanti (soppressa la soglia dei 1000 m<sup>2</sup>);
- rafforza le disposizioni in materia di certificazione energetica, ispezioni degli impianti di riscaldamento e condizionamento, requisiti di rendimento energetico, informazione ed esperti indipendenti;
- fornisce agli Stati membri e alle parti interessate uno strumento di calcolo comparativo che consente di raffrontare il grado di ambizione dei requisiti minimi di rendimento energetico fissati a livello nazionale/ regionale con livelli ottimali in funzione dei costi;
- incoraggia gli Stati membri a elaborare quadri volti a favorire la diffusione sul mercato di edifici con un consumo di energia ed emissioni di carbonio bassi o nulli;
- promuove una maggiore partecipazione del settore pubblico invitandolo a svolgere un ruolo esemplare.

Edificio a energia  
quasi zero = ?

Consumi da considerare?

Autosufficienza propria ?  
... o a livello locale ?  
... o nelle vicinanze ?



**L'edificio consuma ma  
gli impianti concorrono  
a gestire produzione,  
consumo e flusso, locali,  
di energia.**

**(Smart energy building)**



- ♦ 1. Wind catcher, for summer ventilation
- ♦ 2. Solar array at back of house for hot water and electricity
- ♦ 3. High-level of wall insulation
- ♦ 4. Biomass boiler

## *EVOLUZIONE TECNOLOGICA EDIFICI A BASSO CONSUMO*

- Low Energy House (case a basso consumo)**  
 tutti gli edifici con prestazioni energetiche sensibilmente migliori rispetto a quelle minime previste dalle regolamentazioni vigenti. Per il nostro paese possiamo definire Low Energy House tutti gli edifici che hanno una classe energetica A rispetto alla classificazione nazionale.
  
- Passivhaus (case passive)**  
 I criteri da rispettare per ottenere la certificazione Passive House sono definiti dal Passivhaus Institut di Darmstadt (Germania). Deve essere progettato per avere un fabbisogno annuo di energia per il riscaldamento inferiore a 15 kWh/m<sup>2</sup> anno; l'energia primaria specifica complessiva (riscaldamento, produzione di acqua calda, raffrescamento, energia elettrica) non deve essere superiore a 120 kWh/m<sup>2</sup> anno.
  
- Zero Energy Building (ZEB) (edifici a energia zero)**  
 Edifici in cui "come risultato di un livello molto alto di rendimento energetico degli immobili, il consumo totale annuale di energia primaria dovrà essere uguale o inferiore alla produzione energetica ottenuta in loco con le energie rinnovabili"
  
- Plus Energy building**  
 In questi edifici le prestazioni energetiche sono talmente spinte che l'energia prodotta è superiore a quella consumata. Si tratta di edifici che ben si inseriscono nel più generale discorso della produzione energetica distribuita, diventando essi stessi elementi in grado di dare un contributo energetico positivo al territorio.

**THERMO –VITAL –ENERGIE  
MINERGIE  
NEH  
PASSIVHAUS  
R –2000  
ZED FACTORY  
PLAST BAU  
3LH  
REGOLAMENTO DI CARUGATE  
REGOLAMENTO CASA CLIMA  
ITACA  
.....**

**Strumenti per la fase di progettazione di un edificio:**

- LCA**                      **Life Cycle Assessment**
- LCC**                      **Life Cycle Costs**
- EPD**                      **Environmental Product Declarations**

## Obiettivi ricercati con gli edifici TVE

### Sistema costruttivo tedesco

- ✘ Minimi consumi per la costruzione
- ✘ Minimi consumi gestione
- ✘ Minimi costi manutenzione
- ✘ Intelligente uso norme di eco-sostenibilità
- ✘ Inserimento dell'abitazione in armonia con l'ambiente circostante
- ✘ Microclima e ventilazione ottimali per l'uso finale dell'edificio

### Caratteristiche principali all'abitazione:

- ✘ Consumo annuo di calore < 15 Kwh/m<sup>2</sup> annuo circa equivalente 1,2 l gasolio/m<sup>2</sup> anno
- ✘ Pareti esterne  $U = 0.13 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✘ Tetto  $U = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✘ Pareti verso terreno  $U = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✘ Finestre  $U = 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✘ Fonti elettriche: pompa di calore, pannelli fotovoltaici, pannelli solari
- ✘ Aerazione controllata con scambiatore di calore

## Valori di trasmittanza U (W/m<sup>2</sup>/K) *standard CasaClima*

Unifamiliare	CasaClima B Casa da 5 litri	CasaClima A Casa da 3 litri
Pareti	0,15 – 0,25	0,1 – 0,2
Tetto	0,15 – 0,25	0,1 – 0,2
Solaio verso la cantina o aderente al suolo	0,25 – 0,35	0,2 – 0,3
Finestre	≤ 1,1	≤ 0,9
Ventilazione controllata con recupero del calore dall'aria di scarico	Non necessaria	Normalmente necessaria

Polifamiliare	CasaClima B Casa da 5 litri	CasaClima A Casa da 3 litri
Pareti	0,2 – 0,3	0,15 – 0,25
Tetto	0,15 – 0,25	0,1 – 0,2
Solaio verso la cantina o aderente al suolo	0,3 – 0,5	0,25 – 0,35
Finestre	≤ 1,1	≤ 0,9
Ventilazione controllata con recupero del calore dall'aria di scarico	Non necessaria	Normalmente necessaria

## IL SETTORE EDILE SETTORE NEVRALGICO:

40% sul consumo di energia primaria mondiale

24 % contributo emissioni di gas serra.

Edificio ad Energia Netta Zero, tema di ricerca dell'IEA SHC **Task 40/ECBS Annex 52** “Towards Net Zero Energy Solar Buildings”.

**Task 40** (20 gruppi di ricerca internazionali. Per l'Italia .... ENEA, UNIPA *Prof. Maurizio Cellura*)

### Sub Task

- A) Definizione condivisa di Net Zero Energy Building;**
- B) Test software di progettazione di Edifici NZE;**
- C) Problematiche di integrazione architettonica**

*Collaborazione Gruppo Loccioni (building automation), proprietario edificio Carbon Neutral “Leaf House” interamente monitorato nei consumi e nel comfort ambientale*

**Maurizio Cellura**  
Dipartimento Energia  
Università degli Studi di  
Palermo

**Alessandra Scognamiglio**  
ENEA CR Portici (NA)

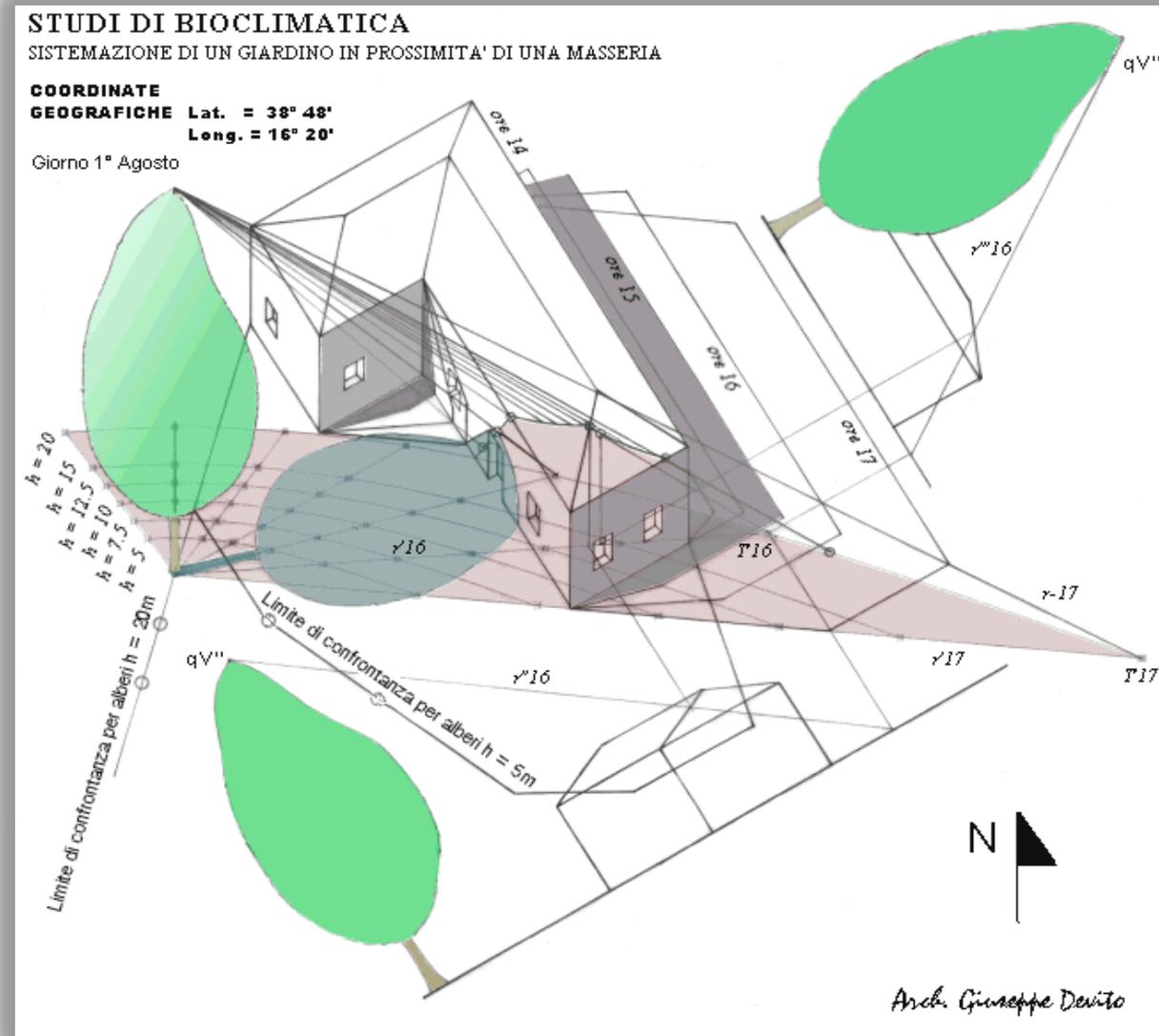
**Valerio Calderaro**  
Università degli Studi di Roma  
"La Sapienza"

**Salvatore Carlucci**  
**Lorenzo Pagliano**  
**Paolo Zangheri**  
  
Politecnico di Milano

**Stefano Avesani**  
**Roberto Lollini**  
**Assunta Napolitano**  
  
EURAC Research  
Institute for Renewable  
Energy (BZ)

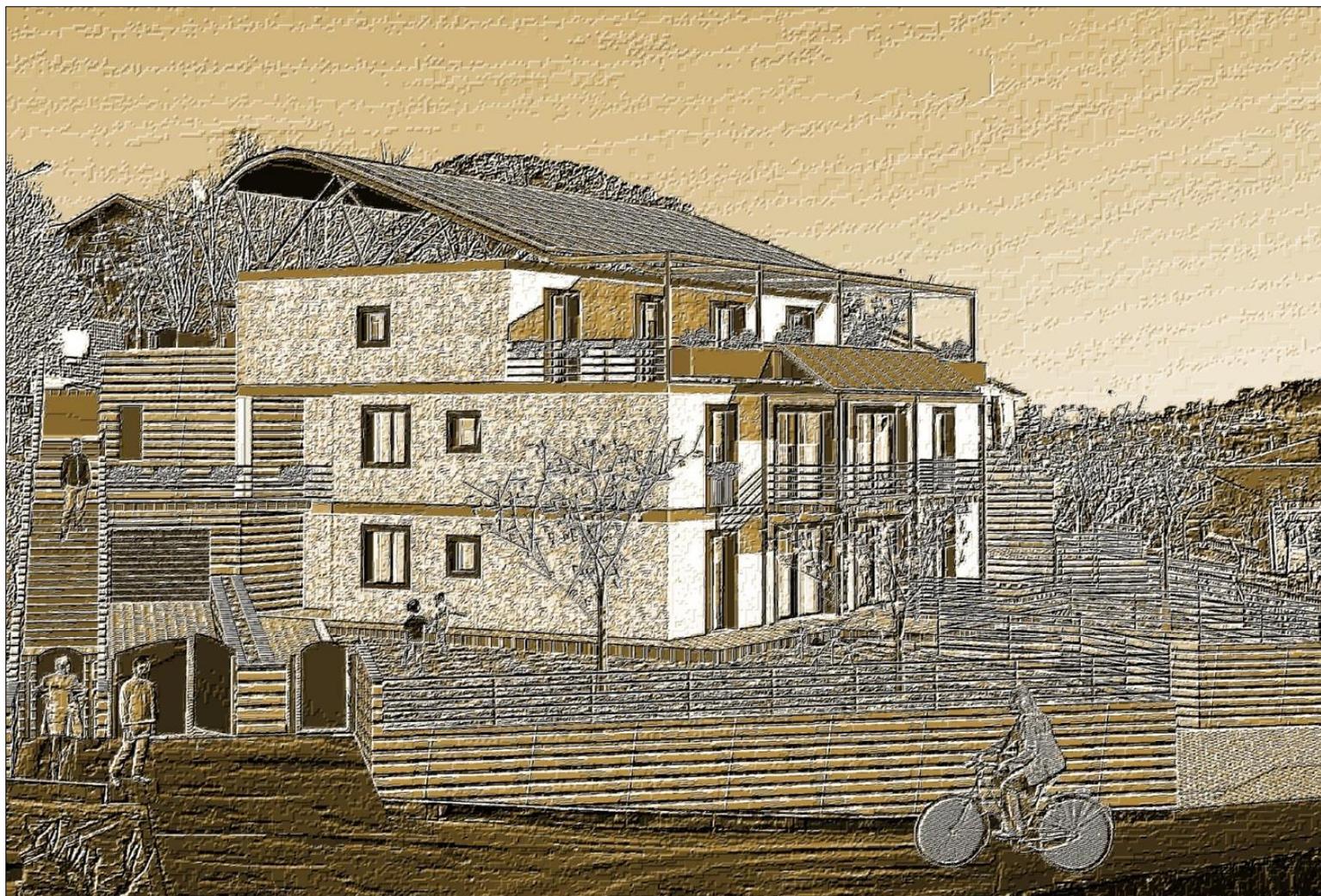
- 1) **Bioclimatica**
- 2) **Involucro / Impianti**
- 3) **Fonti rinnovabili**
- 4) **Domotica**

- Collettori solari;
- Fotovoltaico;
- Solar cooling;
- Co-Tri-generazione;
- Mini e micro eolico;
- Geotermia;
- PDC ad alta efficienza;
- Trattamento e utilizzo acque bianche/grigie/nere;
- Utilizzo, produzione e accumulo di Idrogeno;
- Fuel Cell;
- Ricarica moto e auto elettriche;
- Smart building in smart grid; ...

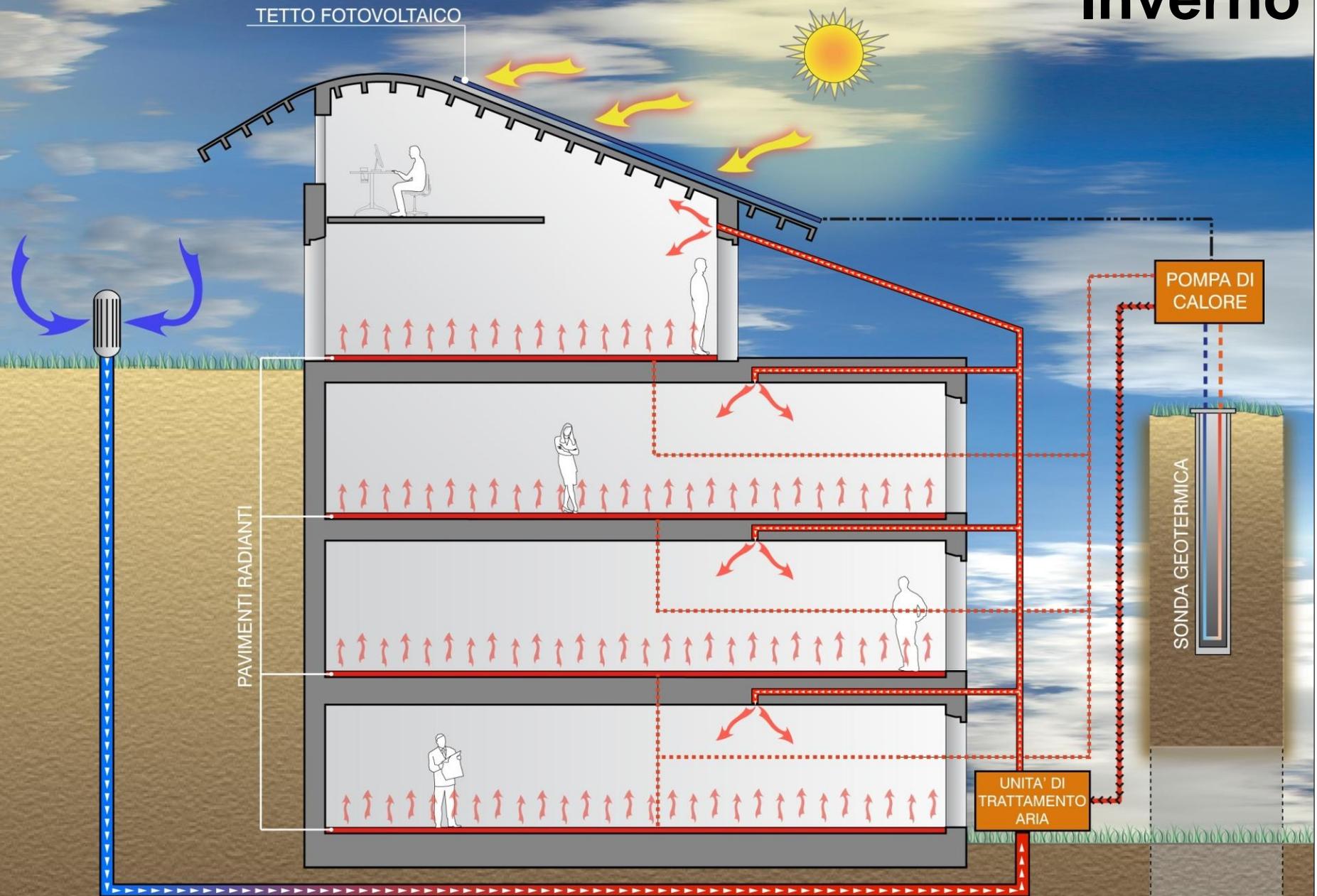


# La Costruzione del nuovo a ZERO EMISSIONI

La logica: Efficienza + Impianti elettrici + ff.rr. e Fotovoltaico

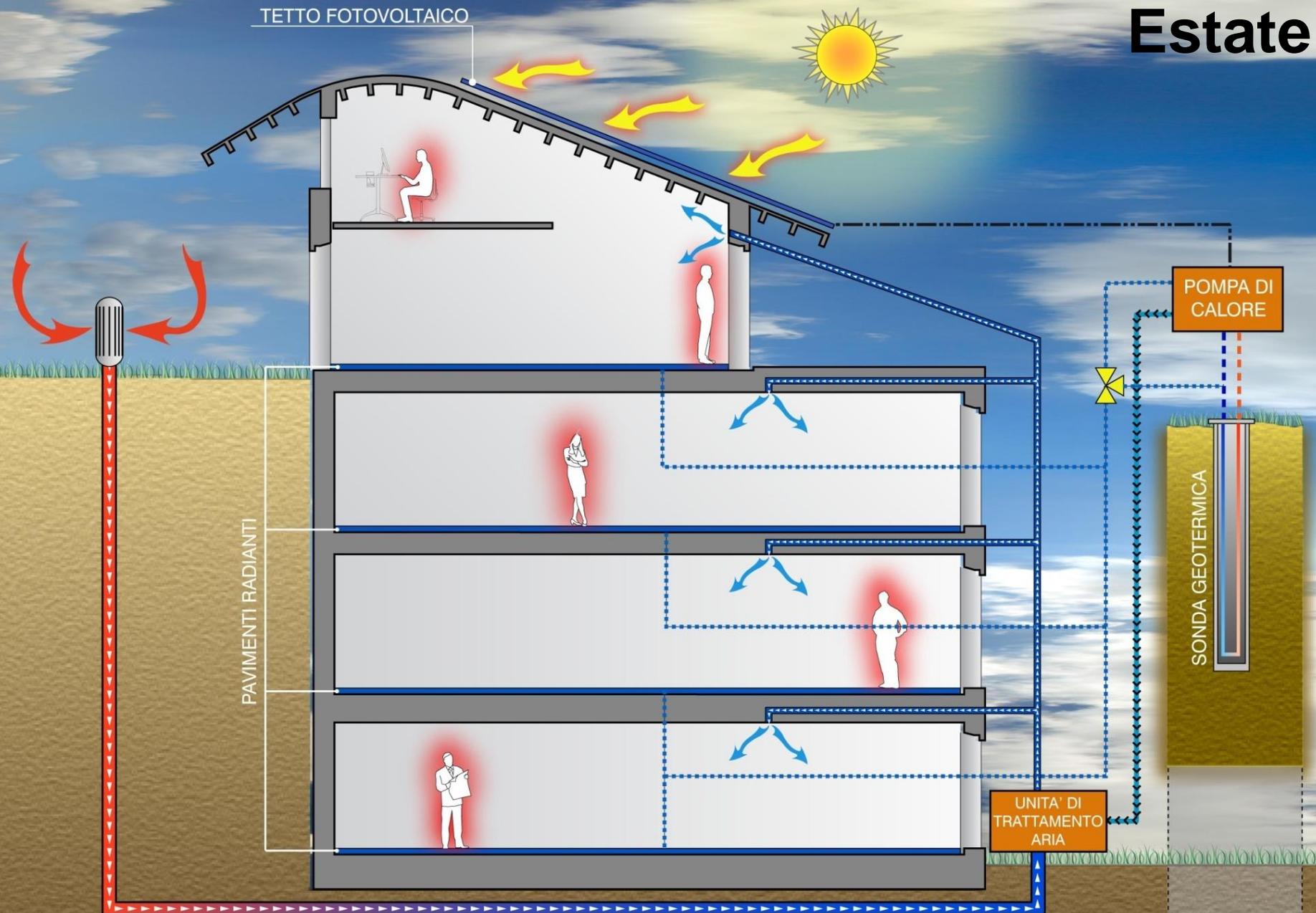


**Nuovo Edificio residenziale a emissioni zero**  
Prog. Arch. M. Butera & Co Agrigento Palermo



# La logica: Efficienza + Impianti elettrici + ff.rr. e Fotovoltaico

## Estate

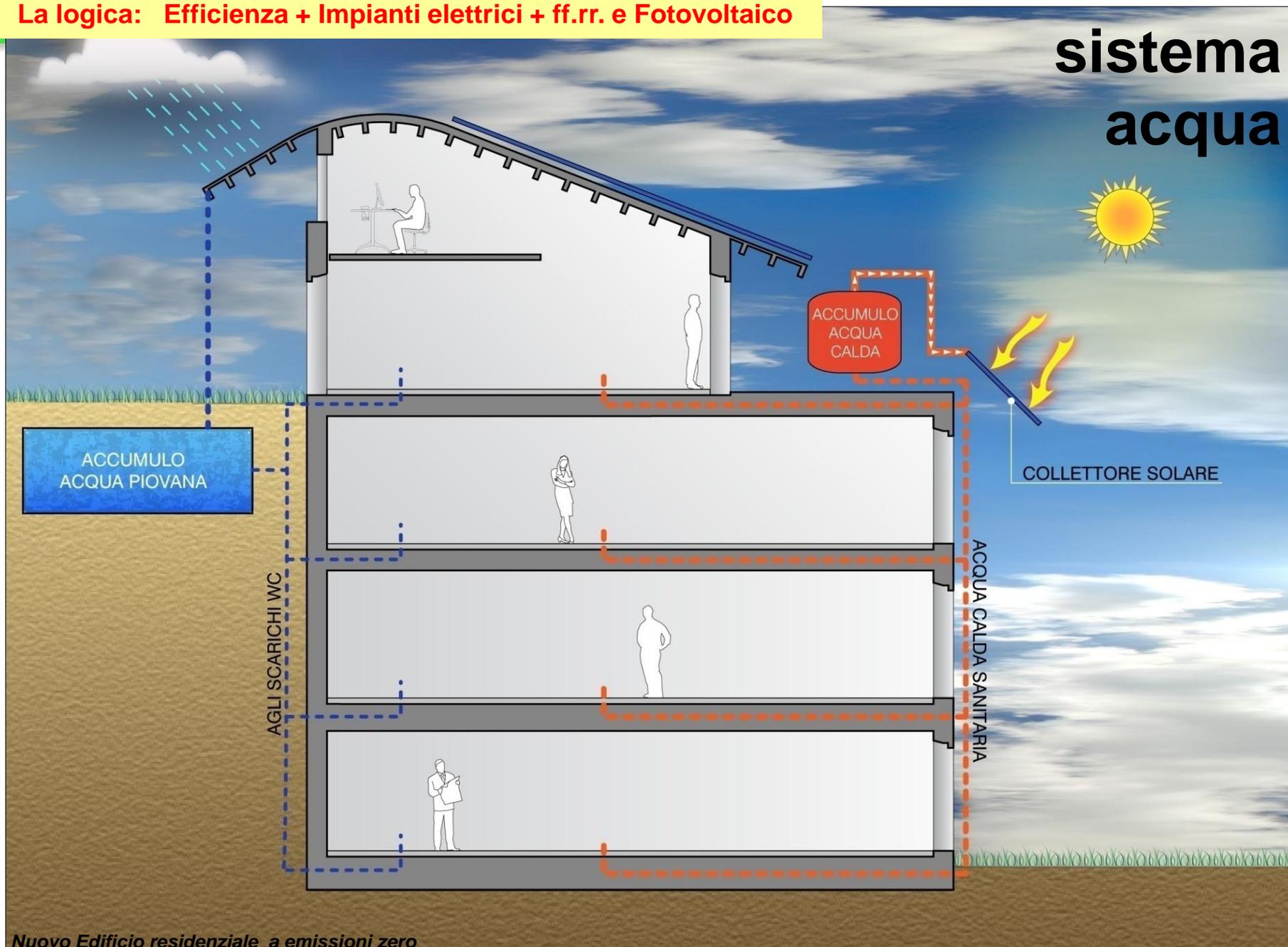


Nuovo Edificio residenziale a emissioni zero

Prog. Arch. M. Butera & Co Agrigento Palermo

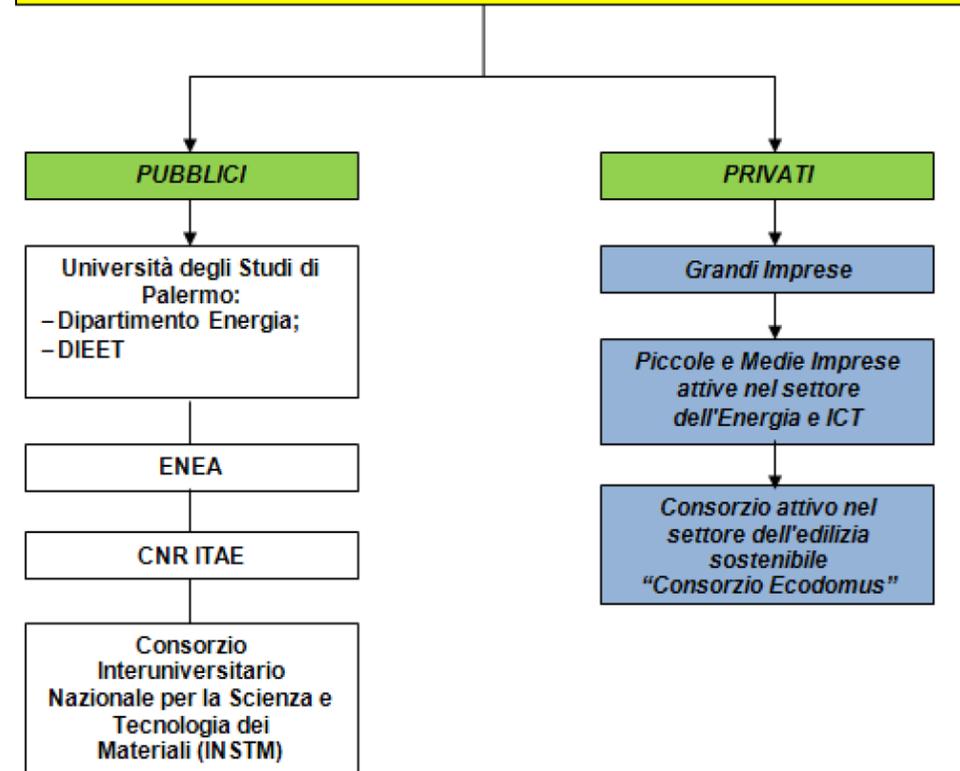
Ing. Francesco Cappello - ENEA

# sistema acqua





**PRINCIPALI ATTORI PUBBLICI E PRIVATI DEL TESB – Tecnopolo dell'Energy Smart Building**



Realizzazione di un laboratorio di ricerca per la qualificazione e certificazione secondo gli standard ISO e CEN e per la marchiatura *Solar Keymark* di componenti e sistemi solari termici - fotovoltaici e per le loro applicazioni nel settore civile.

Creazione di un laboratorio di Ricerca e Sviluppo sulle tecnologie trasmissive delle Wireless Sensor Network

Realizzazione di un edificio pilota "Net Zero Energy Building" ospitante un Centro di Ricerca e Trasferimento Tecnologico per l'edilizia sostenibile

Piani di Formazione Aziendale per l'innovazione

Master Alta Formazione per ricercatori ed operatori del settore delle tecnologie energetiche innovative e dell'edilizia sostenibile

Creazione di un software di diagnosi e ottimizzazione energetica, di un software per l'Analisi del Ciclo di Vita e di un database ambientale di eco profili di materiali e componenti caratteristici dell'area mediterranea

Gestione efficace delle strategie di energy management e sviluppo di una piattaforma orientata ai servizi per il monitoraggio in tempo reale dei consumi energetici (elettrici, gas, acqua, climatizzazione) residenziali

Attività di sviluppo di coperture innovative a verde ed utilizzo di mix di materiali minerali e naturali: effetti energetici ed ambientali

Definizione di modelli previsionali e realizzazione di software di simulazione per impianti mini, microeolici e fotovoltaici

Sviluppo di sistemi architettonici finalizzati al risparmio energetico



**Isolamento termico  
- Niscemi (CL) 2007 -**

**L'edilizia ha rappresentato fino al 40% del PIL Siciliano**

**Edilizia esistente: problema, necessità, ... possibilità ...**

# La Ristrutturazione innovativa a ZERO EMISSIONI



**Ristrutturazione a emissioni zero**

**Prog. Arch. M. Butera & Co Agrigento Palermo – DREAM UNIPA M. Beccali**

*Ing. Francesco Cappello - ENEA*

## **Gli interventi**

**Involucro ben isolato**

**Ottimizzazione dell'illuminazione naturale**

**Gestione avanzata dell'illuminazione artificiale**

**Pavimenti e altri sistemi radianti**

**Portata d'aria variabile in base al numero di occupanti (CO<sub>2</sub>)**

**Pompe di calore con sonde geotermiche a bassa entalpia**

**Pannelli solari per la produzione di ACS ed il riscaldamento**

**Produzione di energia elettrica da fotovoltaico**

**Micro cogenerazione**

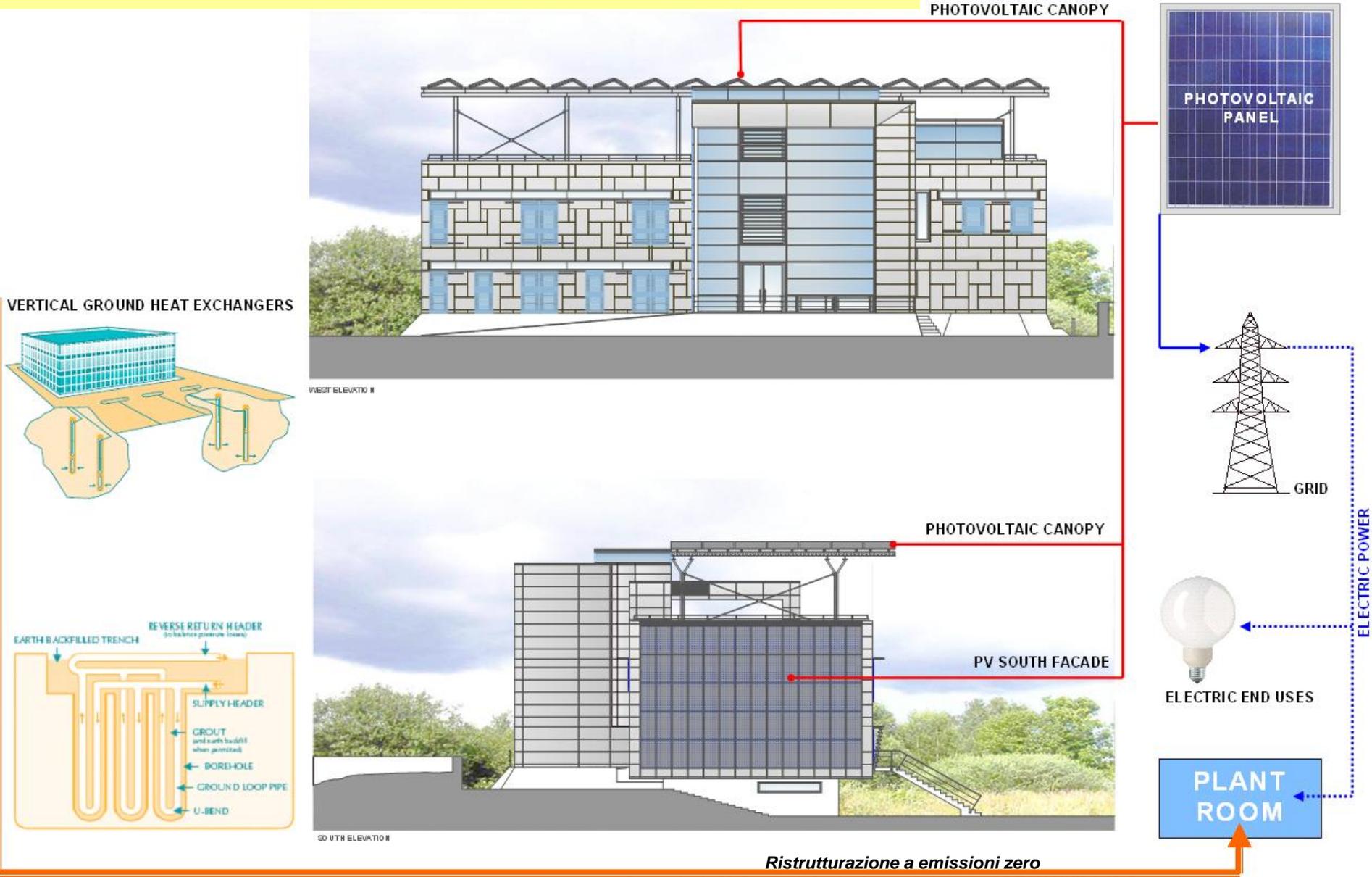
**Sistemi informatici di controllo**

.....

*In futuro anche Idrogeno e Fuel Cells per la produzione distribuita di energia e la stabilizzazione della rete in configurazione smart building.*

# La Ristrutturazione innovativa a ZERO EMISSIONI

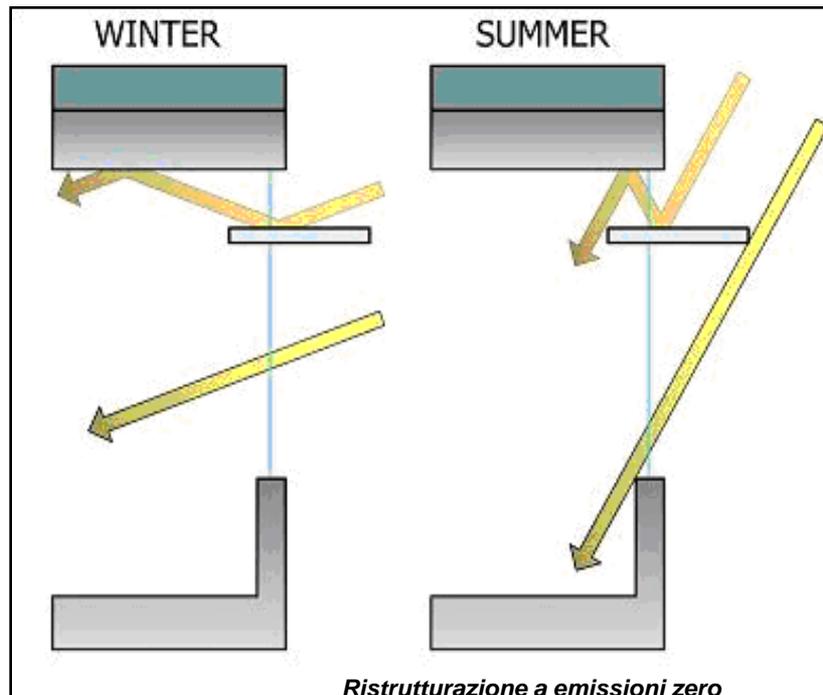
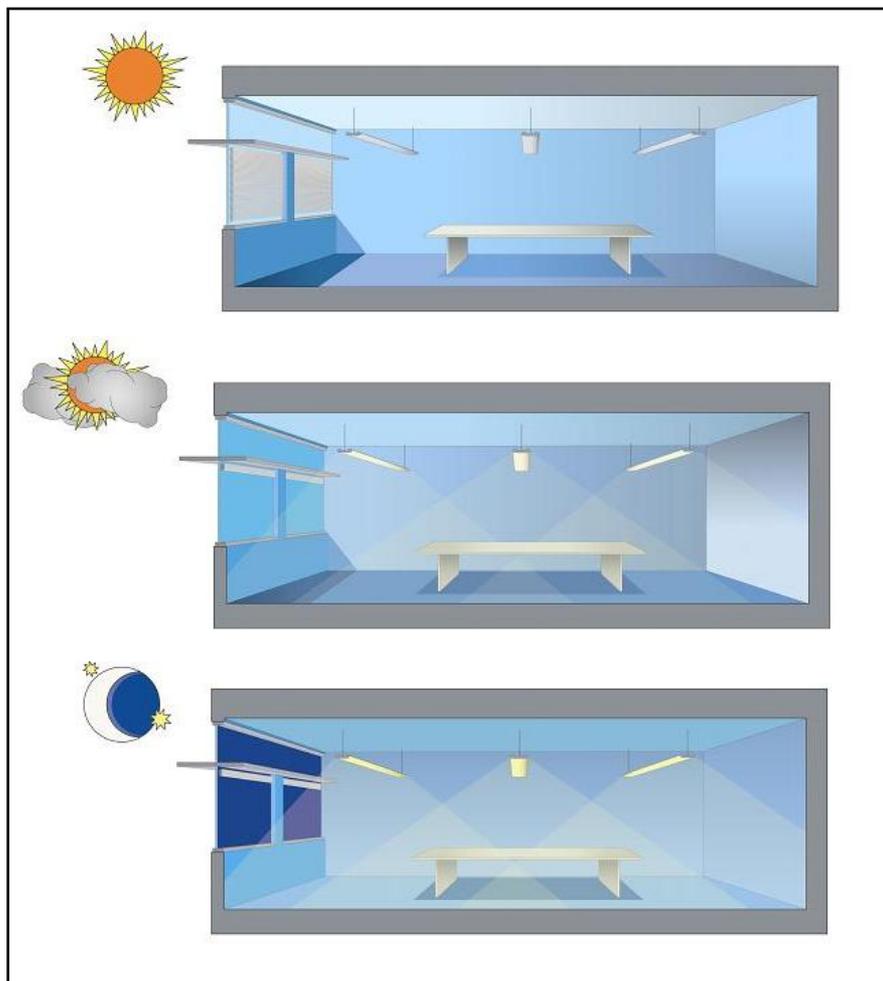
La logica: efficienza + impianti elettrici + ff.rr. (Fotovoltaico)



Ristrutturazione a emissioni zero

Prog. Arch. M. Butera & Co Agrigento Palermo - DREAM UNIPA M. Beccali

## Ottimizzazione degli apporti di luce naturale



Ristrutturazione a emissioni zero

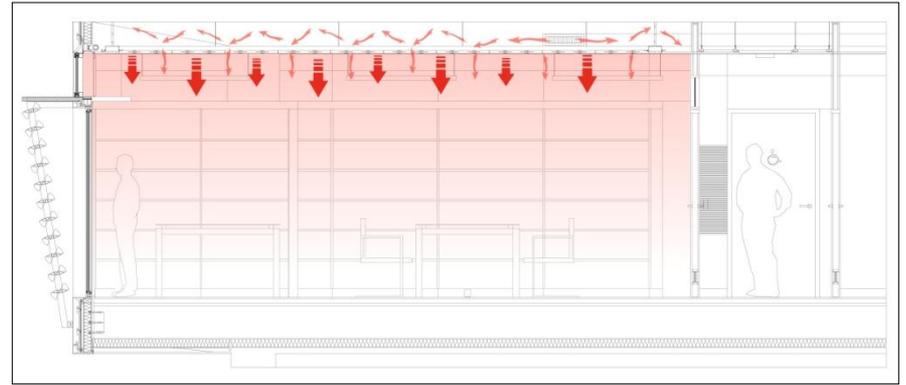
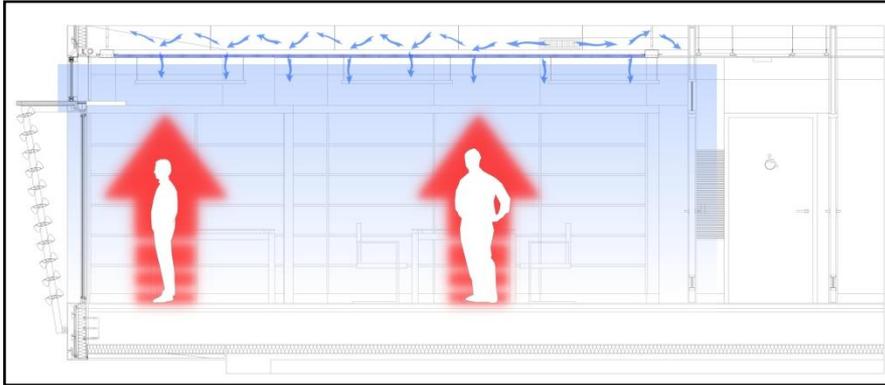
# La logica: Efficienza + Impianti elettrici + ff.rr. Fotovoltaico

Soffitti radianti per un maggiore comfort e un minore consumo energetico Portata di aria di rinnovo variabile in funzione del numero di occupanti

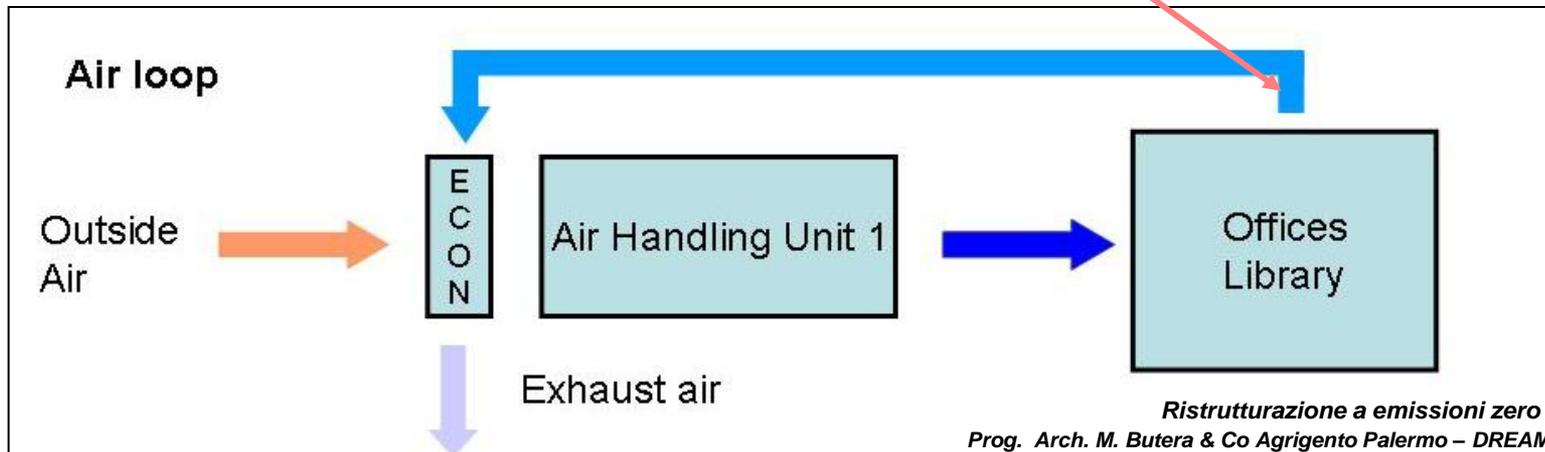
Estate

Uffici e Biblioteca

Inverno



Sensore di CO<sub>2</sub>



# Efficienza Energetica degli Edifici e Fonti Rinnovabili in Edilizia

Impianti efficienti



2



fonti rinnovabili



3

Involucro efficiente



1

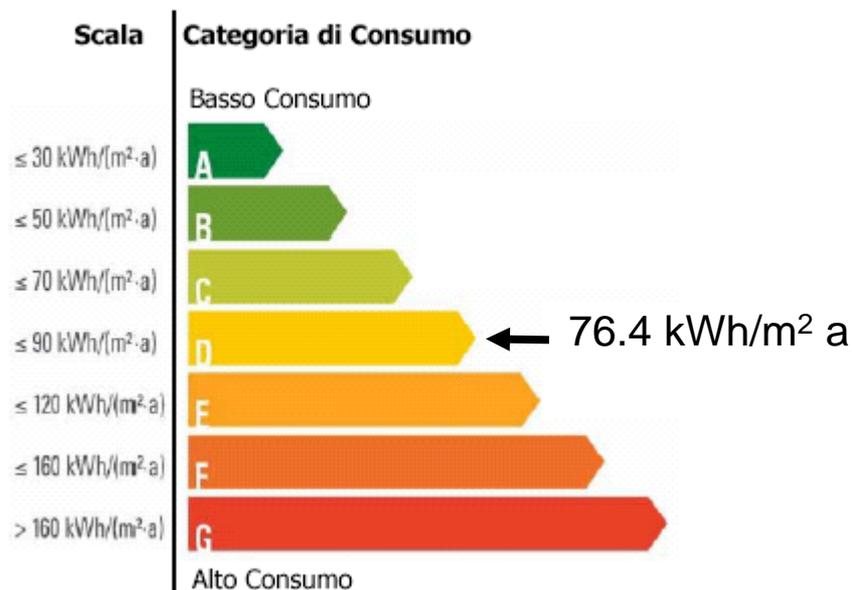


CERTIFICAZIONE ENERGETICA

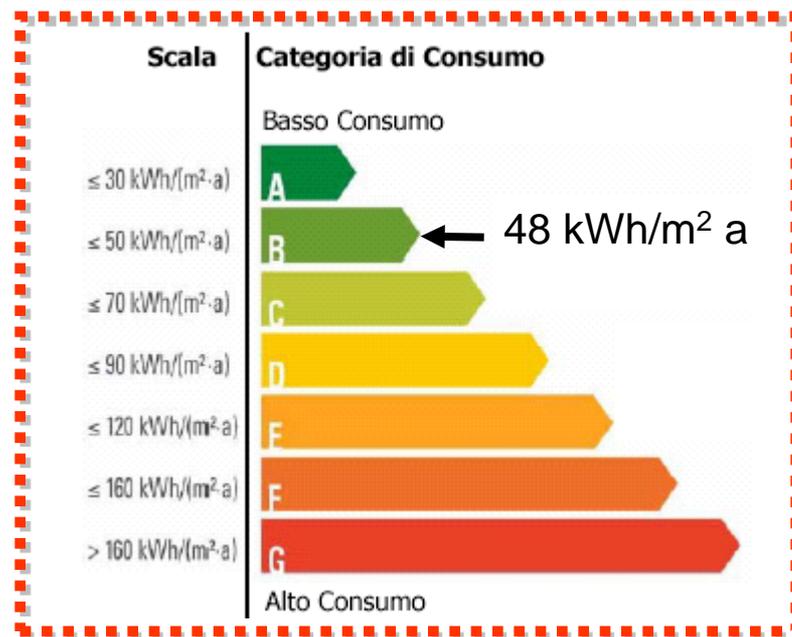
Energy certificate	Building Energy Performance		As built
	Space to make reference to the certification scheme used		Asset rating
	Very energy efficient 		C
	Not energy efficient		
	Name of the indicator used	Unit	calculated
		130	
Space to include additional information on building energy use			

# La Certificazione Energetica degli Edifici

## Legge 10/91



## Edificio energeticamente efficiente (DLgs 192)



**10 kWh/m<sup>2</sup> = 1 litro Petrolio/m<sup>2</sup>**

**Isolamento termico  
- Buscemi (SR) 2007 -**



La trasmissione del calore avviene attraverso un corpo quando esso è sottoposto ad una differenza di temperatura. L'energia si trasferisce dal punto a temperatura maggiore al punto a temperatura minore. La schematizzazione che si applica alla trasmissione di calore si basa su tre meccanismi fondamentali:

- *Conduzione*
- *Convezione*
- *Irraggiamento*

L'analisi rigorosa di questo fenomeno si basa su basi teoriche molto complesse, e quindi per rendere più agevole lo sviluppo dei calcoli si ipotizzano le seguenti condizioni:

- *regime stazionario (flusso di calore costante nel tempo)*
- *parete piana di estensione infinita*
- *materiale componente perfettamente omogeneo ed isotropo*
- *le due facce esterne della parete sono considerate come superfici isoterme*

La trasmittanza U (UNI EN ISO 6946) si definisce come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico limitare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

con:

$R_{si}$	resistenza superficiale interna;
$R_1; R_2; \dots R_n$	resistenze termiche utili di ciascuno strato;
$R_{se}$	resistenza superficiale esterna;

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

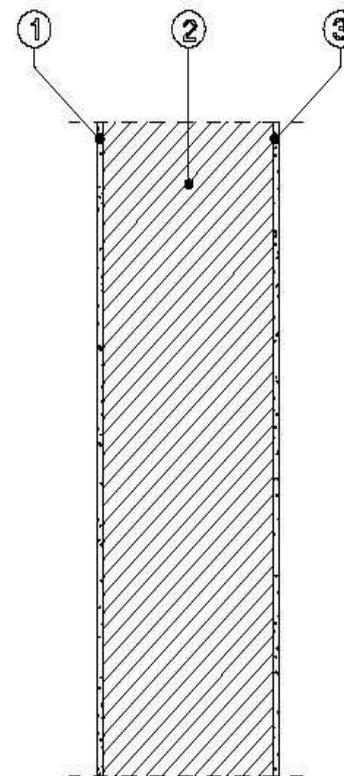
con:

d	spessore dello strato di materiale nel componente;
$\lambda$	conduttività termica utile calcolata secondo ISO/DIS 10456.2 oppure ricavata da valori tabulati.

Per il calcolo della trasmittanza dei componenti edilizi finestrati si fa riferimento alla UNI EN ISO 10077-1.

**L'isolamento termico degli Edifici:**

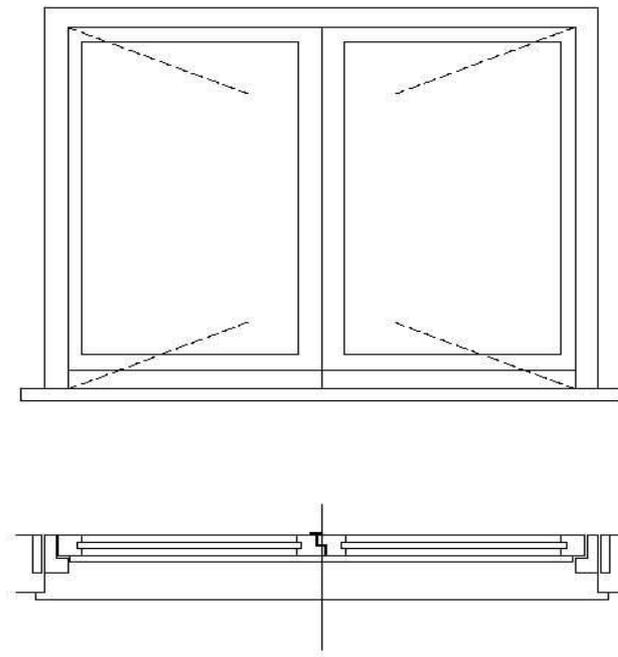
**La TRASMITTANZA (U) e la RESISTENZA TERMICA (R) delle strutture e dei componenti edilizi**



## Resistenza e Trasmittanza delle Pareti verticali

	Descrizione	spessore (m)	conducibilità $\lambda$ W/mK	conduttanza C W/m <sup>2</sup> K	resistenza termica R m <sup>2</sup> K/W	Riferimento normativo
$R_{si}$	Resistenza termica superf. interna				0,13	<b>UNI 6946</b>
1	Malta di gesso con inerti	0,02	0,29		0,0690	<b>UNI 10351</b>
2	Muratura in laterizio alveolato	0,25			0,8600	<b>UNI 10355</b>
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,02	0,90		0,0222	<b>UNI 10351</b>
$R_{se}$	Resistenza termica superf. esterna				0,04	<b>UNI 6946</b>
	Resistenza totale della struttura	$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$			1,1212	m <sup>2</sup> K/W
	Trasmittanza termica della struttura secondo <b>UNI 6946</b>	$U = 1/R_T$			0,8919	W/m <sup>2</sup> K

SCHEMA DELLA STRUTTURA



## Trasmittanza Finestra

**Continua ....**

La trasmittanza termica del componente edilizio finestrato  $U_w$  composta da un singolo serramento e relativo componente trasparente risulta essere pari a:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + I_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

	Descrizione	valore	Riferimento normativo
$U_g$	Trasmittanza termica del componente vetrato $W/m^2K$	vedi formula	<b>UNI 10077-1</b>
$U_f$	Trasmittanza termica del telaio $W/m^2K$	1,75	<b>UNI 10077-1 app. D</b>
$\Psi_l$	Trasmittanza lineare $W/mK$	0,04	<b>UNI 10077-1 app. E</b>
$L_g$	Lunghezza perimetrale della superficie vetrata m	7,52	
$A_g$	Area del vetro $m^2$	1,19	
$A_f$	Area del telaio $m^2$	0,49	

La trasmittanza termica del componente trasparente  $U_g$ , nel caso di vetrate multiple, è pari a:

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{s,j} + R_{si}}$$

# L'isolamento termico in SICILIA

STRUTTURA N. 8 DESCRIZIONE Muratura in blocchi squadretti di tufo



Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	$\chi$ [kJ/(m²·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7	112
2	Blocchi in tufo	1600	0,7	
3	Intonaco esterno	1800	0,9	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori tipici da 30 a 70 cm.

$$R = \Sigma s/\lambda = (0,02/0,7) + (0,27/0,7) + (0,02/0,9) = 0,44 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$\text{Resistenza superficiale (interna + esterna)} = 0,13 + 0,04 = 0,17 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$\underline{R_{\text{totale}} = 0,44 + 0,17 = 0,61 \text{ (m}^2\text{K/W)}}$$

$$\underline{\text{Trasmittanza totale } U = 1/R = 1,6 \text{ (W/m}^2\text{K)}}$$

## 2. Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

**Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in  $W/m^2K$**

Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006 U ( $W/m^2K$ )	Dal 1 gennaio 2008 U ( $W/m^2K$ )	Dal 1 gennaio 2010 U ( $W/m^2K$ )
A	<b>0,85</b>	<b>0,72</b>	<b>0,62</b>
B	<b>0,64</b>	<b>0,54</b>	<b>0,48</b>
C	<b>0,57</b>	<b>0,46</b>	<b>0,40</b>
D	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>	<b>0,36</b>
E	<b>0,46</b>	<b>0,37</b>	<b>0,34</b>
F	<b>0,44</b>	<b>0,35</b>	<b>0,33</b>

### Esempio (Palermo - Zona B)

Trasm iniziale  **$U_i = 1,6$**  ( $W/m^2K$ )

**$R_{iniziale} = 1/U = 0,61$**  ( $m^2K/W$ );

Trasmit. finale  **$U_f = 0,48$**  ( $W/m^2K$ )

**$R_{finale} = 1/U = 2,1$**  ( $m^2K/W$ );

Resistenza termica aggiuntiva =  **$R_{ag.} = 2,1 - 0,61 = 1,49$**  ( $m^2K/W$ )

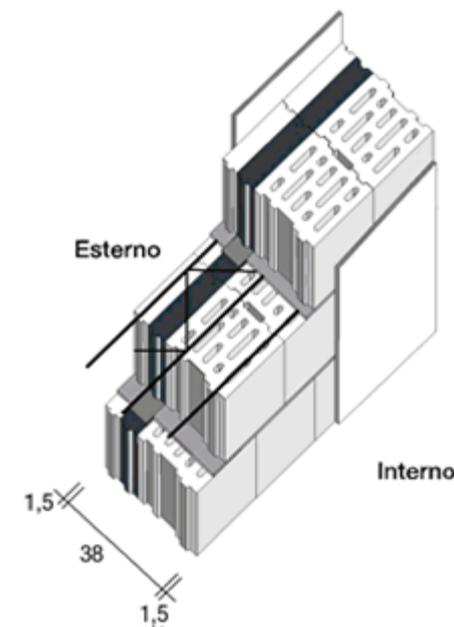
Spessore coibentazione  **$S = R \times \lambda$**  con  $\lambda = 0,04$  (**polistirene**) =>

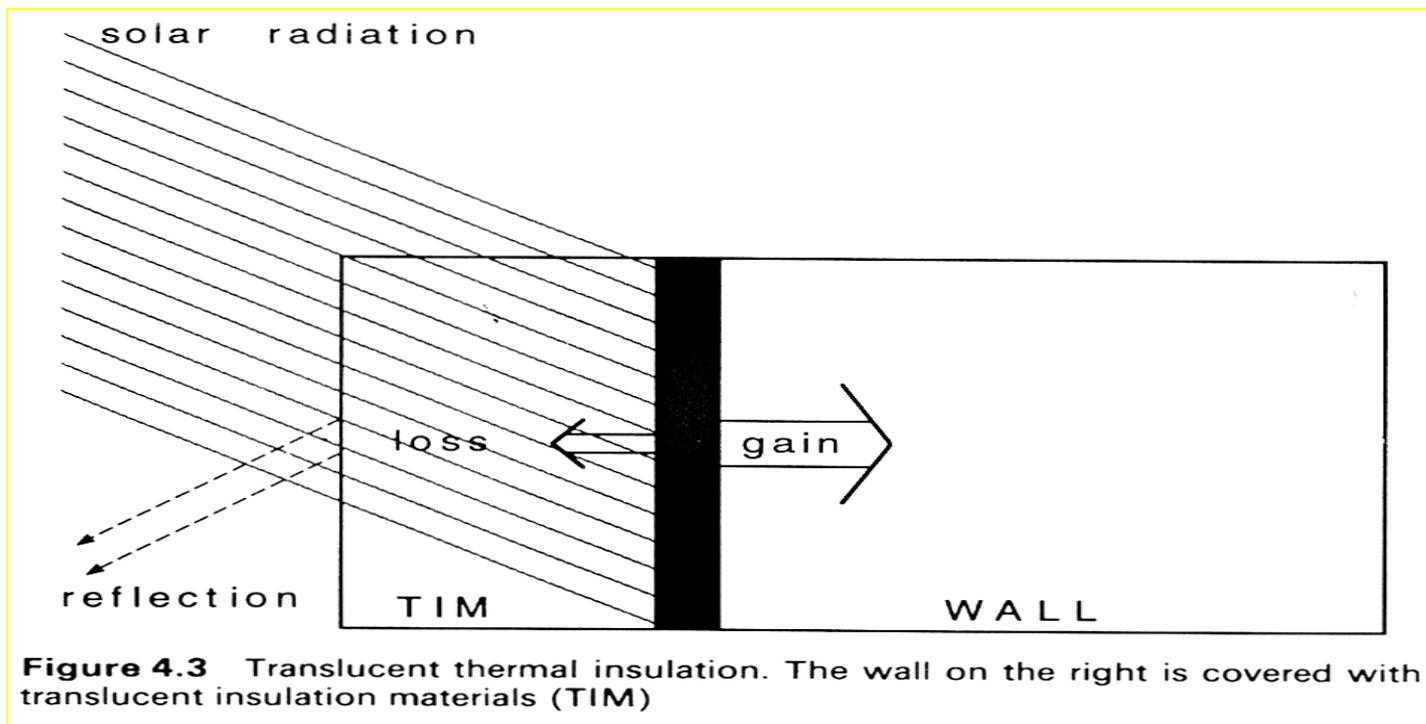
Spessore di polistirene =  $1,49 * 0,04 =$  **6 cm**

Legge 10/91  
 Direttiva 2002/31/CE  
 DLgs 192/2005  
 Certificazione  
 energetica

## Miglioramento dei prodotti

<b>Spessore in cm</b>	<b>38</b>
Dimensioni modulari (H x L ) in cm	20 x 25
Peso totale del blocco in condizioni ambiente in kg	15,5
Spessore della parte portante del blocco in cm	24,5
Percentuale di foratura (parte portante)	≤ 30%
<b>Spessore del pannello isolante in polistirene espanso con grafite in cm</b>	<b>7,5</b>
Spessore della tavella esterna in cm	6
Resistenza termica R della parete non intonacata in m <sup>2</sup> K/W	3,53
<b>Trasmittanza termica U della parete intonacata in W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>0,27</b>
<b>Trasmittanza termica periodica Y<sub>IE</sub> della parete intonacata in W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>0,016</b>
<b>Fattore di smorzamento f<sub>a</sub></b>	<b>0,060</b>
<b>Sfasamento S in h</b>	<b>16,8</b>
<b>Condensazioni all'interno della parete (verifica Glaser)</b>	<b>ASSENT I</b>
Massa superficiale M <sub>S</sub> della parete non intonacata in kg/m <sup>2</sup>	360





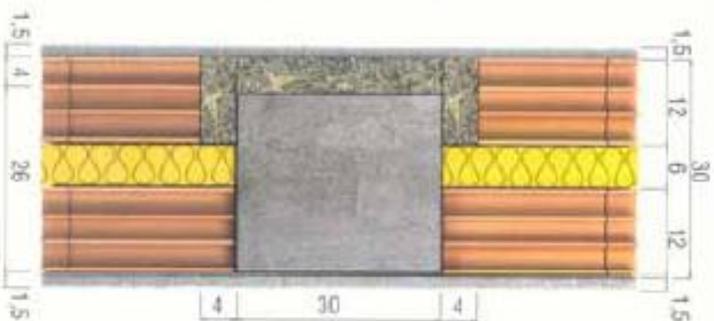
Il calore solare è assorbito sulla superficie annerita. Poiché i materiali TIM hanno una conducibilità più bassa della parete, la maggior parte del calore assorbito fluisce all'interno.

## CORREZIONE PONTE TERMICI PILASTRO PARETE



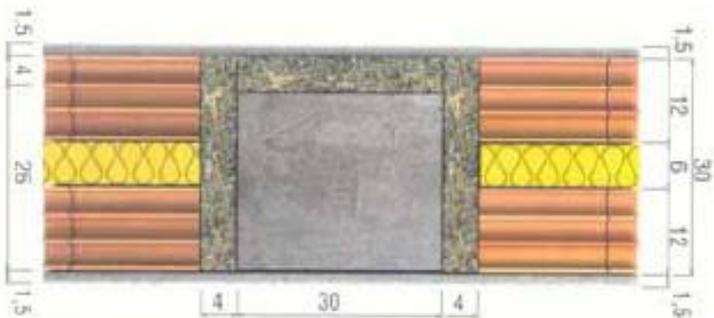
**Ponte termico pilastro parete  
Correzione ordinaria**

**CO**



**Ponte termico pilastro  
parete Correzione accurata**

**CA**

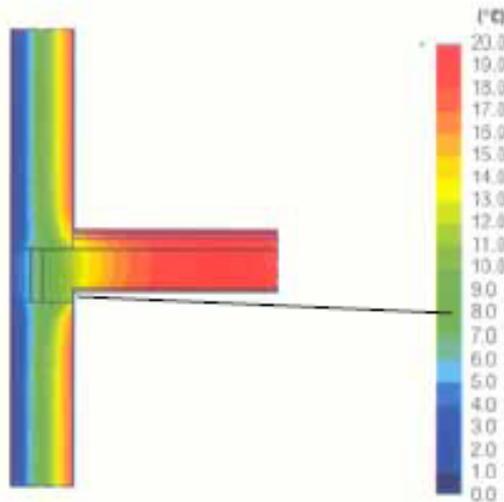


**Ponte termico pilastro parete  
Correzione molto accurata**

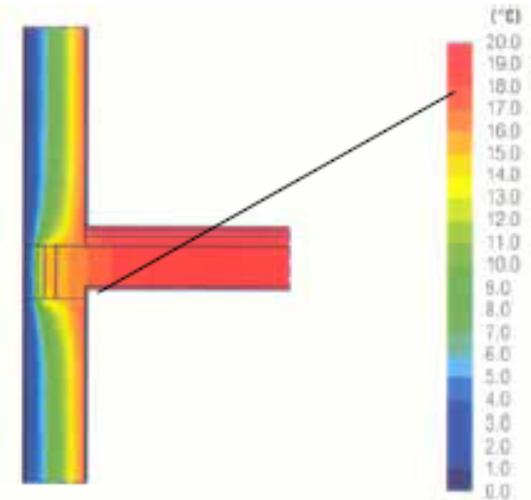
**CMA**

# Ponti termici

Le perdite di calore attraverso gli elementi strutturali di un edificio, ponti termici, possono raggiungere e superare il 20 % delle dispersioni totali e sono causa di condense interne, macchie, muffe, col conseguente deterioramento delle condizioni igienico ambientali e delle parti costruttive.



Ponte termico privo di correzione

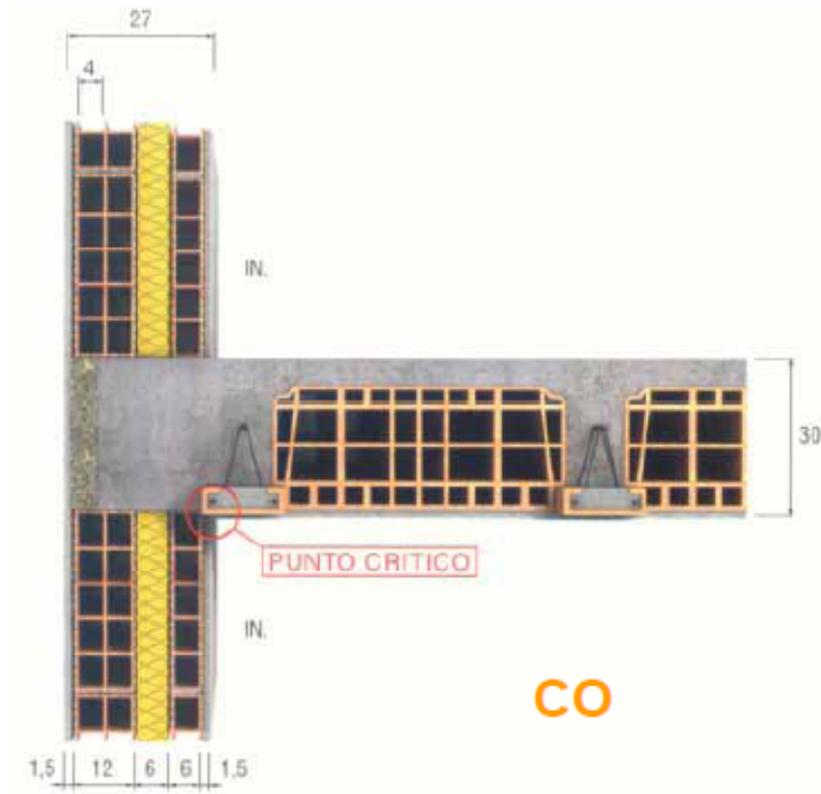


Correzione del ponte termico

Per correggere il ponte termico ed evitare il rischio di condensa è necessario inserire in corrispondenza del ponte termico uno strato di isolamento opportunamente dimensionato in base alle fasce climatiche. La struttura in cemento armato in seguito all'intervento ha una temperatura che poco si discosta da quella dell'aria temp allo spigolo =18°

## CORREZIONE PONTE TERMICI SOLAIO PARETE

Il ponte termico in oggetto riguarda il nodo tra il solaio e la parete. Il punto critico considerato nella sezione è tendenzialmente l'attacco inferiore del solaio con la parete e la sua criticità o meno dipende dalla stratigrafia della parete. La stratigrafia della parete è in accordo con la trasmittanza limite imposta dal Decreto Legislativo n.311 per le varie zone climatiche.



**Ponte termico solaio parete**  
**Correzione ordinaria**

$$\eta_g = \eta_e \eta_c \eta_d \eta_p$$

$$Q_c = Q_h / \eta_g$$

 $Q_h$ 

$Q_h$  è il fabbisogno energetico utile ideale richiesto da ciascuna zona, in J;

$Q_c$  è il fabbisogno di energia primaria richiesto da ciascuna zona, in J;

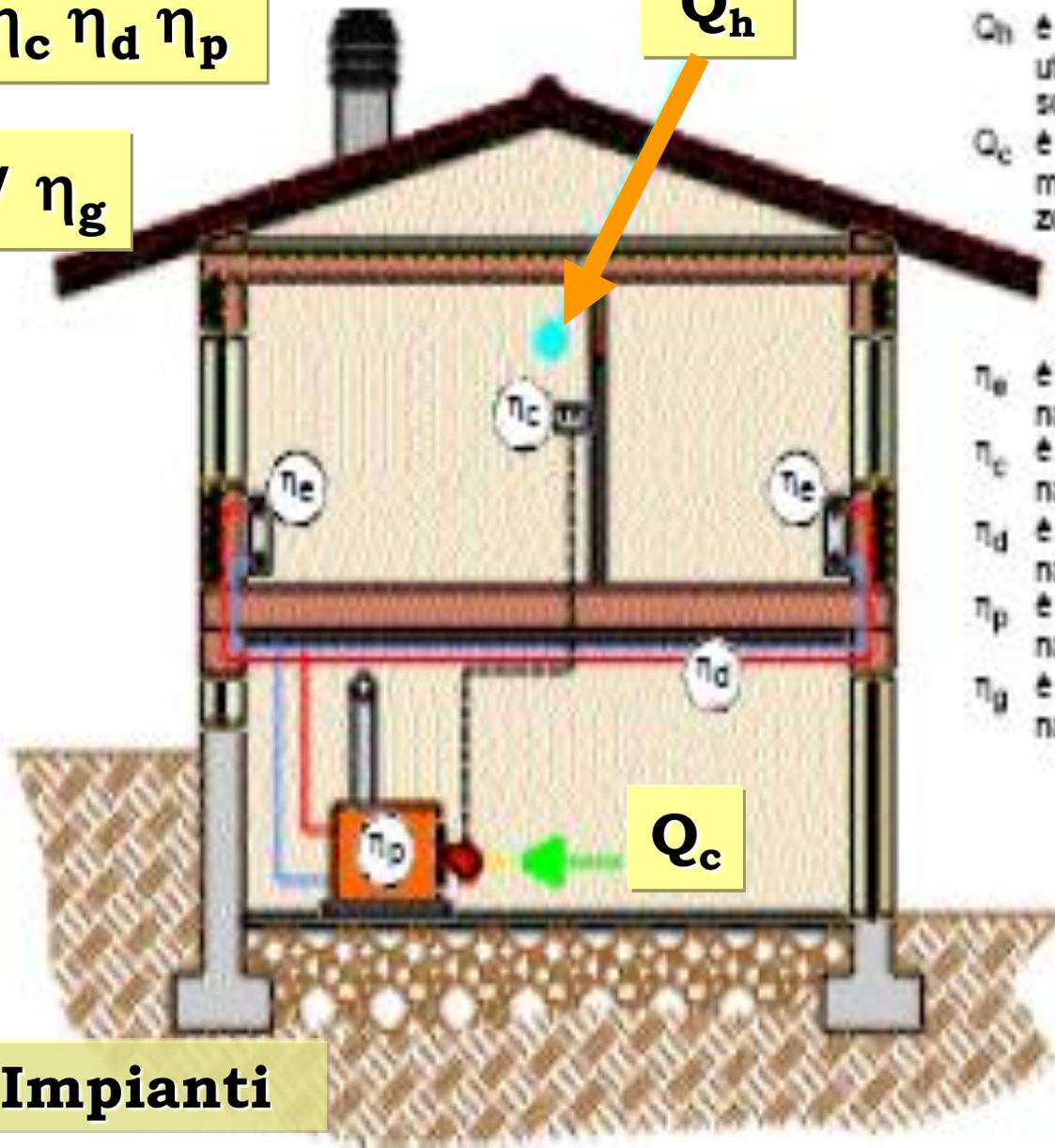
$\eta_e$  è il rendimento medio stagionale di emissione;

$\eta_c$  è il rendimento medio stagionale di regolazione;

$\eta_d$  è il rendimento medio stagionale di distribuzione;

$\eta_p$  è il rendimento medio stagionale di produzione;

$\eta_g$  è il rendimento medio stagionale globale.



**Area Impianti**

## EFFICIENZA DELLE POMPE DI CALORE

# COP

**Coefficient Of Performance (Fattore di prestazione)**

**dato dal rapporto tra l'Energia resa e l'Energia fornita alla macchina  
(sotto forma di energia elettrica o di combustibile)**

$$\text{COP} = \frac{\text{Energia resa}}{\text{Energia direttamente fornita}}$$

## EFFICIENZA DELLE POMPE DI CALORE

# COP

Coefficient Of Performance (Fattore di prestazione)

**Esempio:**

**Energia elettrica consumata dalla pompa di calore: 1 kWh**

**Energia resa dal Fan-coil: 3 kWh termici**

**N.B.**

$$COP = \frac{3}{1} = 3$$

**2 kWh termici sono stati presi gratuitamente dall'ambiente.**

**Quando in casa consumo 1 kWh di energia elettrica  
 nelle centrali ENEL bisogna consumare circa  $1 \text{ kWh} / 0,37^* =$   
 $= 2,7 \text{ kWh}$  di energia termica**

### Caso A: STUFA ELETTRICA

**Se per riscaldare casa utilizzo una stufa elettrica per 1 kWh elettrico consumato  
 otterrò 1 kWh termico: il Rendimento % complessivo del sistema sarà quindi  $1 /$   
 $2,7 * 100 = \underline{37 \%}$  (ovviamente!)**

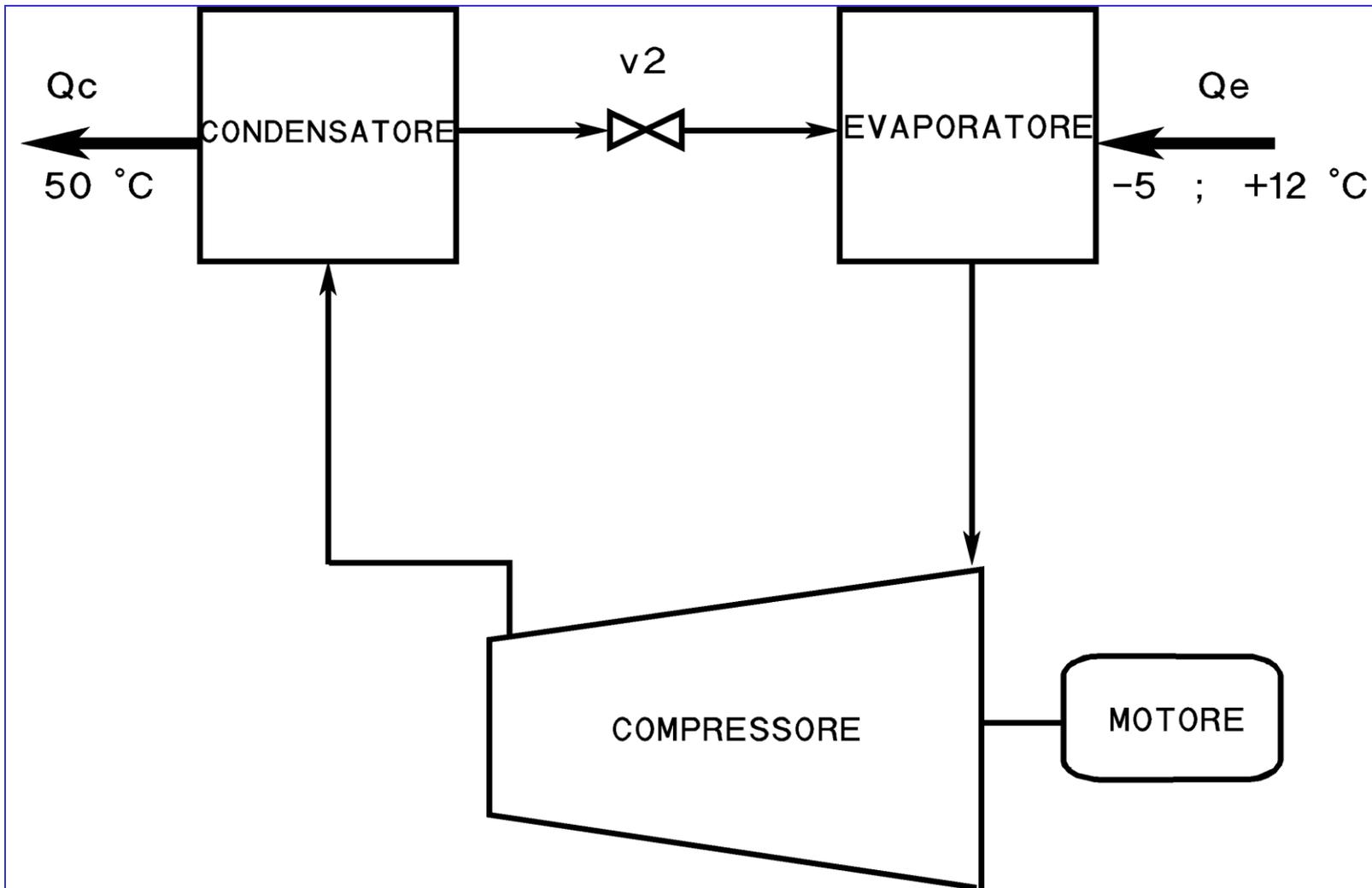
### Caso B: POMPA DI CALORE

**Se, invece, per riscaldare casa utilizzo una Pompa di Calore con un COP = 3  
 per 1 kWh di energia elettrica consumato avrò 3 kWh di energia termica:  
 il Rendimento % complessivo sarà allora pari a  $3 / 2,7 * 100 = \underline{111 \%}$**

\* 0,37 = Rendimento medio di produzione e trasporto dell'energia elettrica in Italia

1 kWh<sub>elettrico</sub> = 2500 Kcal in centrale, ossia 250 grammi di petrolio !

# SCHEMA DI PRINCIPIO MACCHINE A COMPRESSIONE



# EFFICIENZA DELLE POMPE DI CALORE

(ciclo a compressione)

**COP** Coefficient Of Performance (Fattore di prestazione)

$$\text{COP}_{\text{RISCALDAMENTO}} \approx \alpha \frac{T_{\text{EMP. INTERNA EDIFICIO}}}{\left( T_{\text{EMP. INTERNA EDIFICIO}} - T_{\text{EMP. ESTERNA}} \right)}$$

$$\text{COP}_{\text{RAFFRESCAMENTO}} \approx \alpha \text{COP}_{\text{RISCALDAMENTO}} - 1$$

## 6 LE DIVERSE POMPE DI CALORE

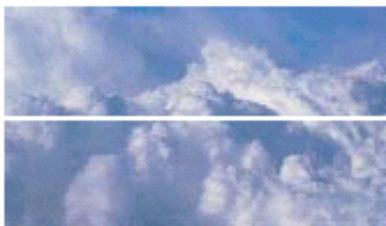
Le pompe di calore si distinguono in base alla sorgente fredda e al pozzo caldo che utilizzano.

Possono quindi essere del tipo:

### ARIA-ACQUA



### ARIA-ARIA



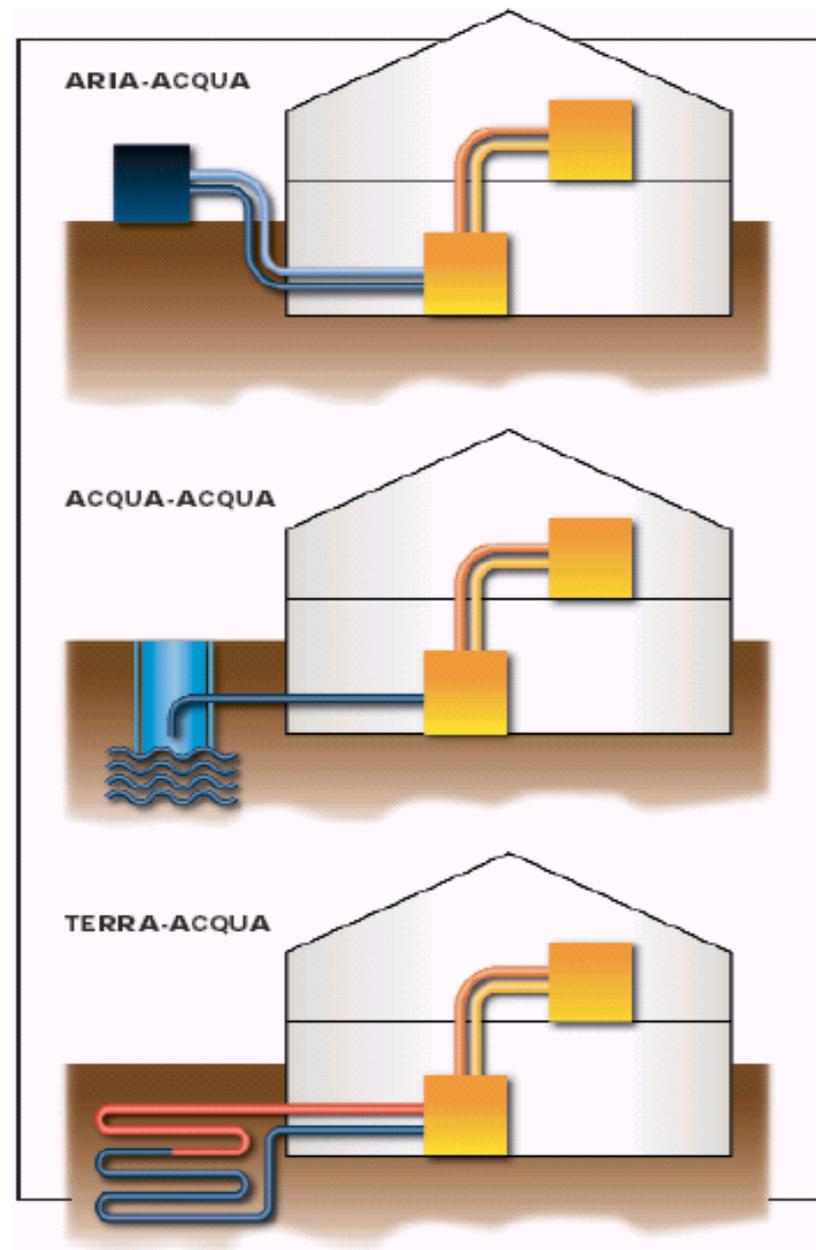
### ACQUA-ACQUA



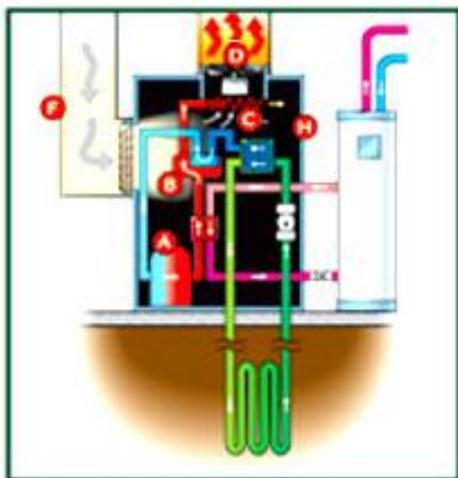
### ACQUA-ARIA



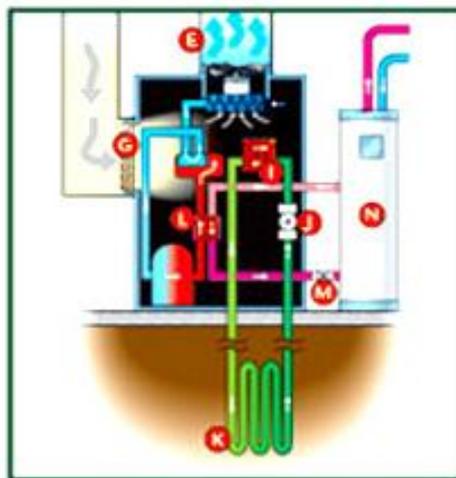
- **L'aria** come sorgente fredda ha il vantaggio di essere disponibile ovunque; tuttavia la potenza resa dalla pompa di calore diminuisce con la temperatura della sorgente. Nel caso si utilizzi l'aria esterna, è necessario (intorno a 0°C), un sistema di sbrinamento che comporta un ulteriore consumo di energia. Diverso e più vantaggioso, è l'impiego come sorgente fredda dell'aria interna viziata (aria estratta) che deve essere comunque rinnovata.
- **L'acqua** come sorgente fredda garantisce le prestazioni della pompa di calore senza risentire delle condizioni climatiche esterne; tuttavia richiede un costo aggiuntivo dovuto al sistema di adduzione.
- **Il terreno**, come sorgente fredda ha il vantaggio di subire minori sbalzi di temperatura rispetto all'aria. Le tubazioni orizzontali vanno interrate ad una profondità minima da 1 a 1,5 metri per non risentire troppo delle variazioni di temperatura dell'aria esterna e mantenere i benefici effetti dell'insolazione. È necessaria una estensione di terreno da 2 a 3 volte superiore alla superficie dei locali da riscaldare. Si tratta quindi di una soluzione costosa, sia per il terreno necessario che per la complessità dell'impianto.



Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti provvisti di **Pompe di calore ad alta efficienza** e con **impianti geotermici a bassa entalpia**;



Winter-Heating Mode

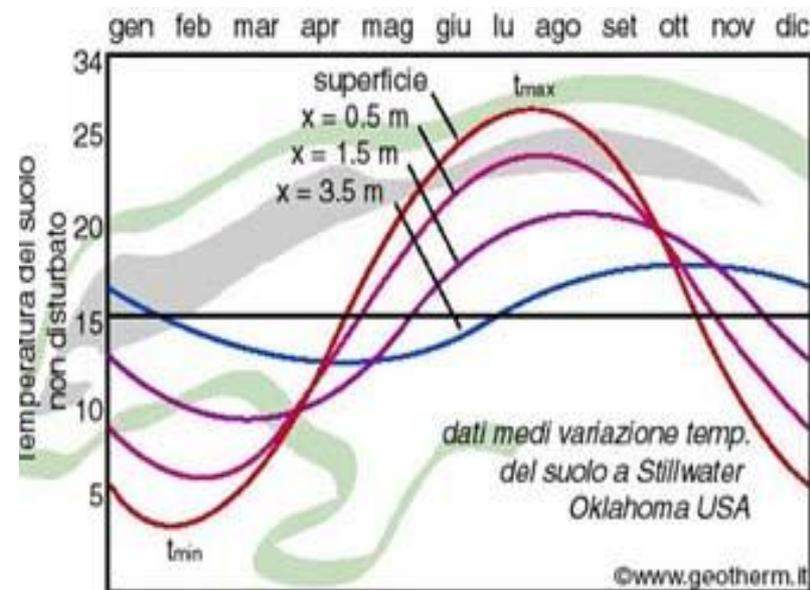


Summer-Cooling Mode



Figura 37 Sonde geotermiche: configurazione verticale e configurazione orizzontale.

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	EER	
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,3	3,4
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata: 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,4	3,8
salamoia/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
salamoia/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2	4,4
acqua/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
acqua/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,6	5,1



Energia riversata in casa

Indice minimo di Prestazione delle Pompe di calore

COP = -----

Energia elettrica spesa

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP	COP
			2008-2009	2010
<b>aria/aria</b>	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,8	3,9
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,9	4,1
<b>aria/acqua</b> potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,7	3,8
<b>salamoia/aria</b>	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0	4,3
<b>salamoia/acqua</b>	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0	4,3
<b>acqua/aria</b>	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,3	4,7
<b>acqua/acqua</b>	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,4	5,1

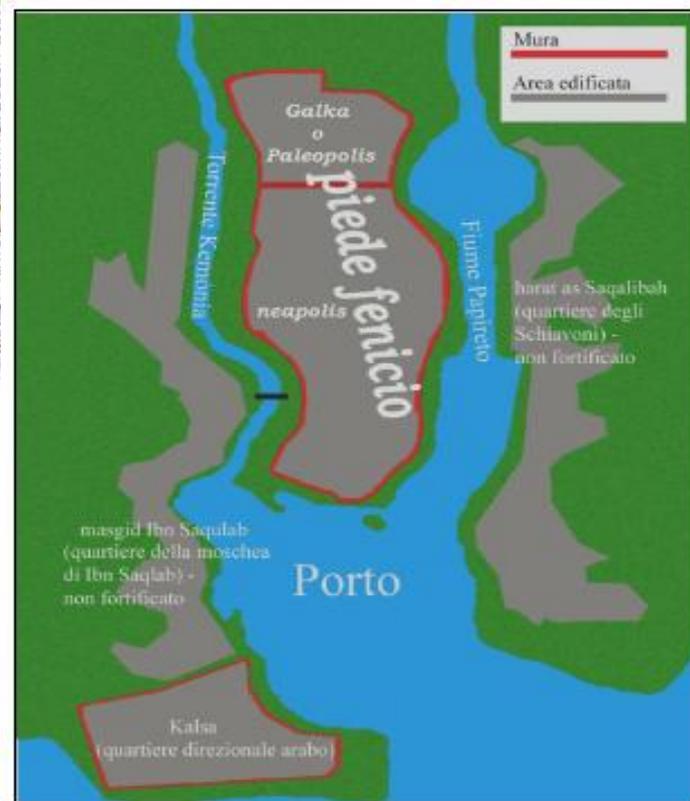
**Efficienza complessiva = Rendimento ENEL \* COP = 0,4 \* COP !!!!!**



## PANORMUS

### Papireto: il torrente dimenticato

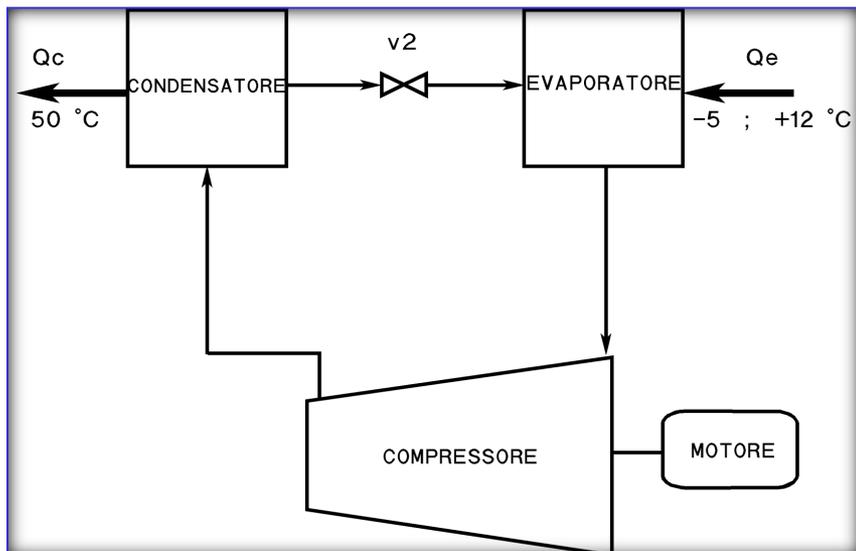
*Pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia;*



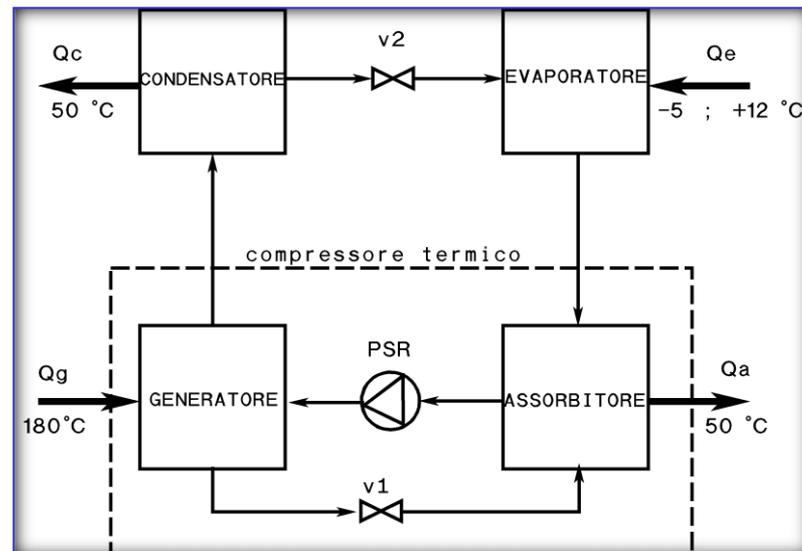


# IL SOLAR COOLING

## Frigorifero a compressione



## Frigorifero ad assorbimento



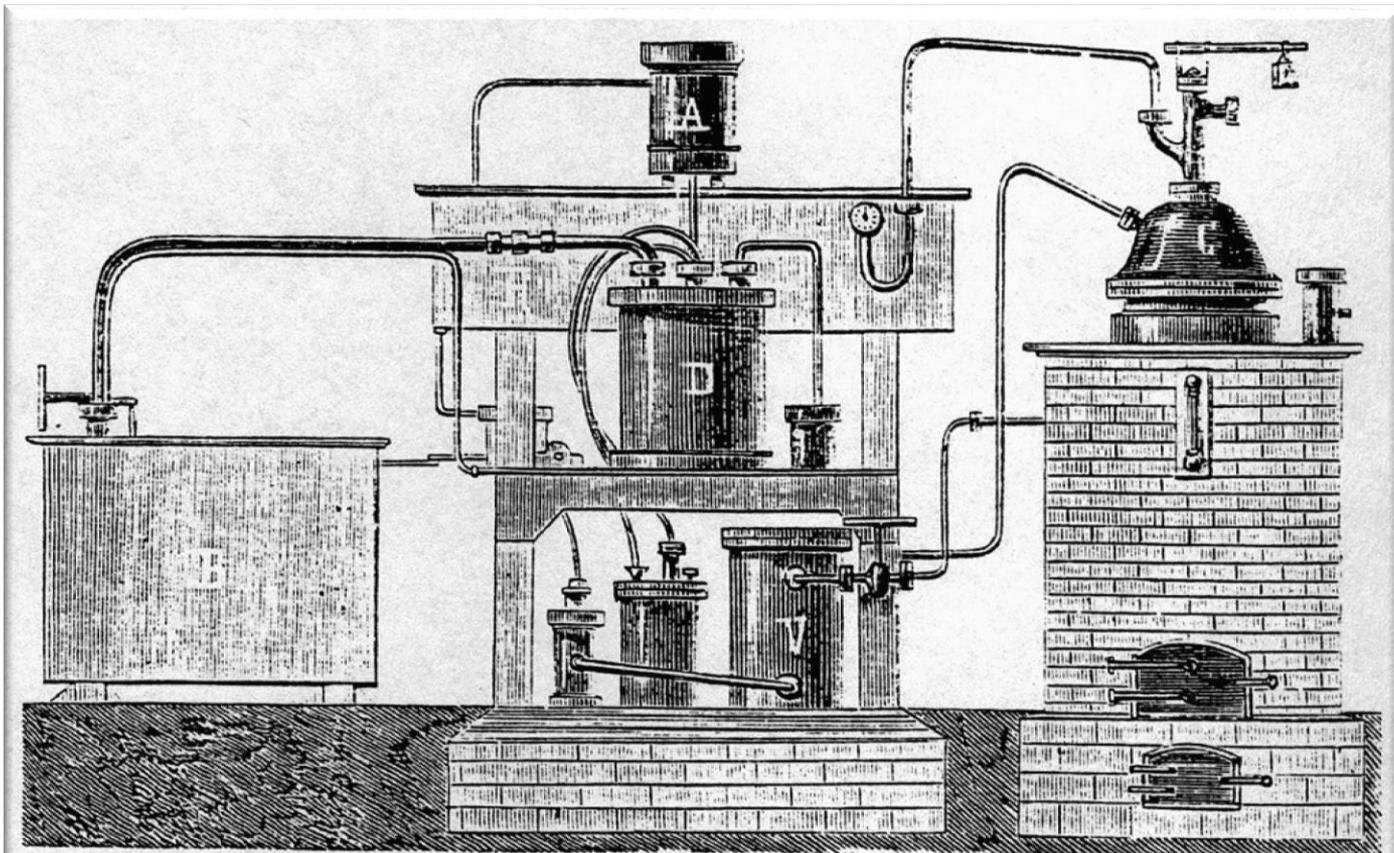
**I gruppi frigoriferi ad assorbimento non utilizzano compressori elettrici per compiere il ciclo frigorifero ma pompe o circolatori.**

**Conseguenza:**

**Un gruppo frigorifero a compressori da 500 kW frigoriferi, mediamente, assorbe una potenza elettrica di 170/180 kW mentre un gruppo frigorifero ad assorbimento da 500 kW frigoriferi assorbe soltanto 4,5 kW di potenza elettrica.**

## Il primo FRIGORIFERO è stato ad ASSORBIMENTO !

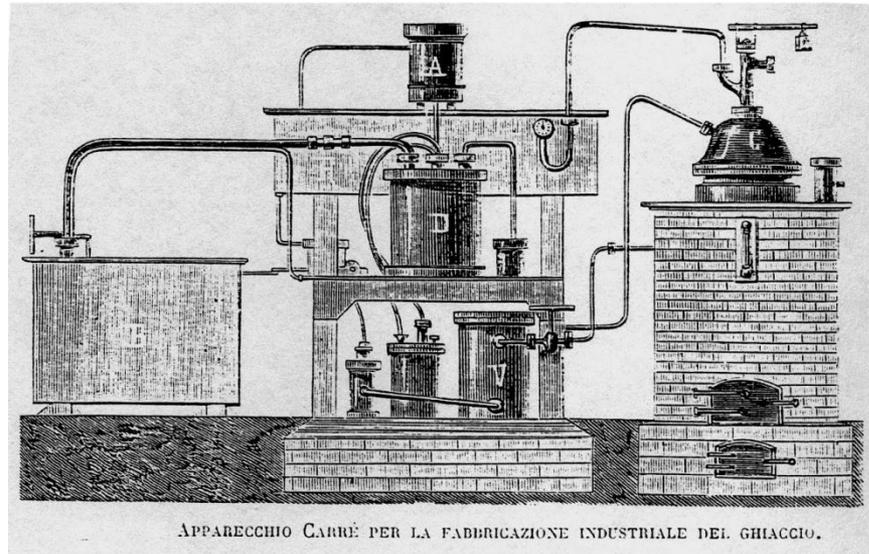
Ideato alla fine del 1700 e studiato da Michael Faraday, fu sviluppato da Ferdinand Carré che nel 1859 realizzò una macchina ad assorbimento per la fabbricazione del ghiaccio.



APPARECCHIO CARRÉ PER LA FABBRICAZIONE INDUSTRIALE DEL GHIACCIO.

## Differenze sostanziali fra il ciclo a Compressione ed il ciclo ad Assorbimento

**I gruppi frigoriferi ad assorbimento possono essere costruiti per funzionare anche senza pompa:  
a circolazione naturale !!!  
(Senza energia elettrica)**

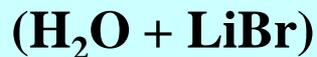


## MISCELE USATE NELLE MACCHINE AD **ASSORBIMENTO**



**ACQUA E AMMONIACA**

**(Fluido refrigerante l'Ammoniaca)**

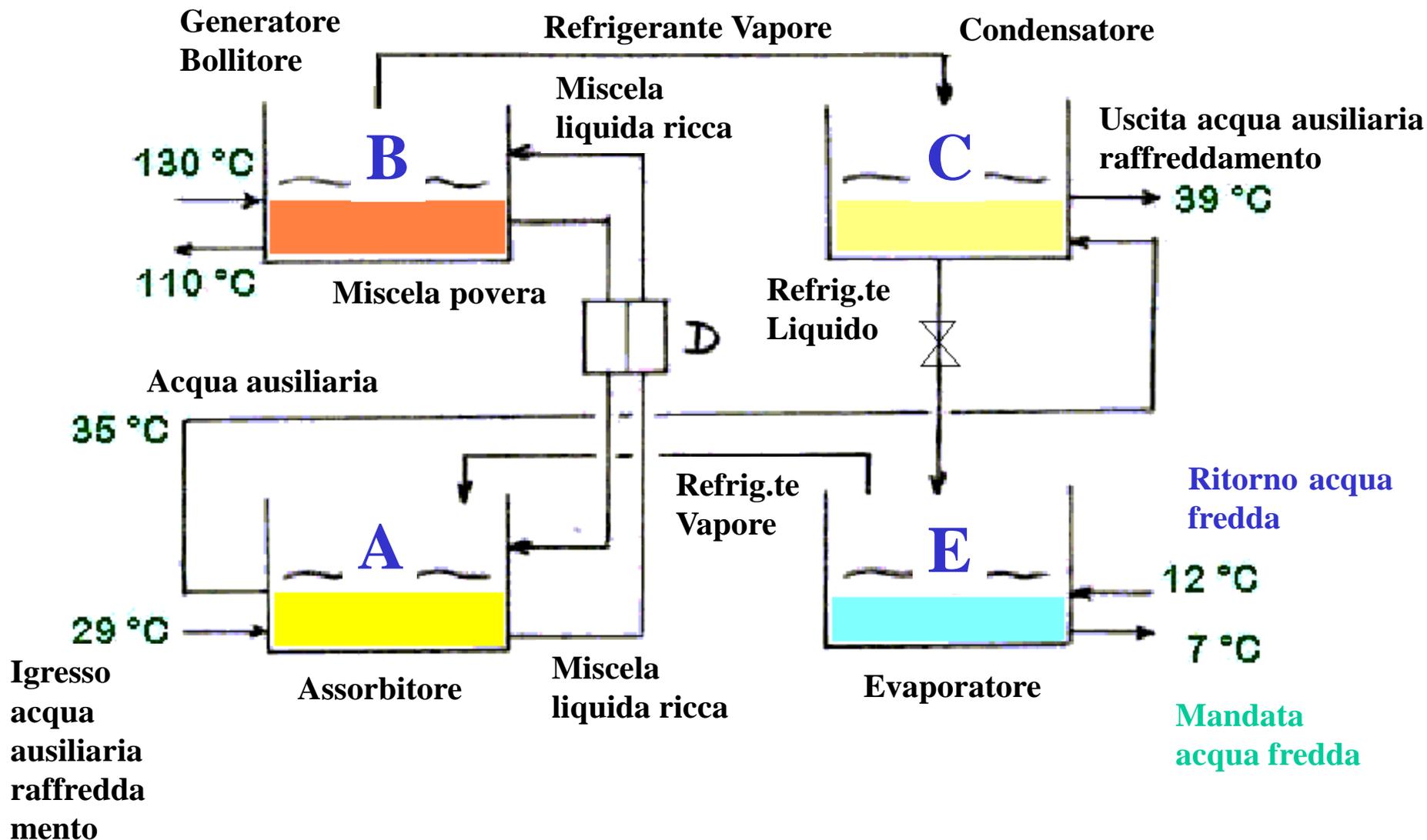


**ACQUA E BROMURO DI LITIO**

**(fluido refrigerante l'Acqua)**

**Solo per temperature maggiori di 0 °C**

# SCHEMA DI PRINCIPIO MACCHINE AD ASSORBIMENTO



## CICLO REFRIGERANTE AD ASSORBIMENTO

### **Generatore ad alta temperatura:**

**Il bruciatore a gas riscalda la soluzione diluita di bromuro di litio contenuta nel generatore ad alta temperatura ed il processo di ebollizione fa sì che il vapore refrigerante, ricco di piccole gocce di soluzione di bromuro di litio a media concentrazione, arrivi al separatore principale. La soluzione di bromuro di litio viene raccolta e preraffreddata passando attraverso uno scambiatore di calore, prima di venire immessa nel generatore a bassa temperatura.**

### **Generatore a bassa temperatura:**

**Il vapore refrigerante caldo proveniente dal separatore, riscalda nuovamente la soluzione di bromuro di litio a media concentrazione contenuta nel generatore a bassa temperatura. Quindi, il vapore refrigerante va al condensatore, mentre la soluzione concentrata di bromuri di litio, così ottenuta, è anch'essa preraffreddata dallo scambiatore di calore prima di affluire all'assorbitore.**

### **Condensatore:**

**Il vapore refrigerante perviene al condensatore dove condensa sulla superficie delle serpentine del circuito di raffreddamento. Il calore di condensazione è rimosso dall'acqua di raffreddamento ed espulso attraverso la torre di evaporazione. Il liquido refrigerante, raccolto nel condensatore, passa quindi nell'evaporatore attraverso un'apposita apertura.**

### **Evaporatore:**

**La pressione esistente nell'evaporatore è assai più bassa di quella del generatore e del condensatore per l'influenza esercitata dall'assorbitore. Per questo motivo il liquido refrigerante, una volta entrato nell'evaporatore, bolle ed assorbe calore evaporando sulla superficie della serpentina del circuito dell'acqua da refrigerare. Il vapore refrigerante ottenuto fluisce quindi nell'assorbitore.**

### **Assorbitore:**

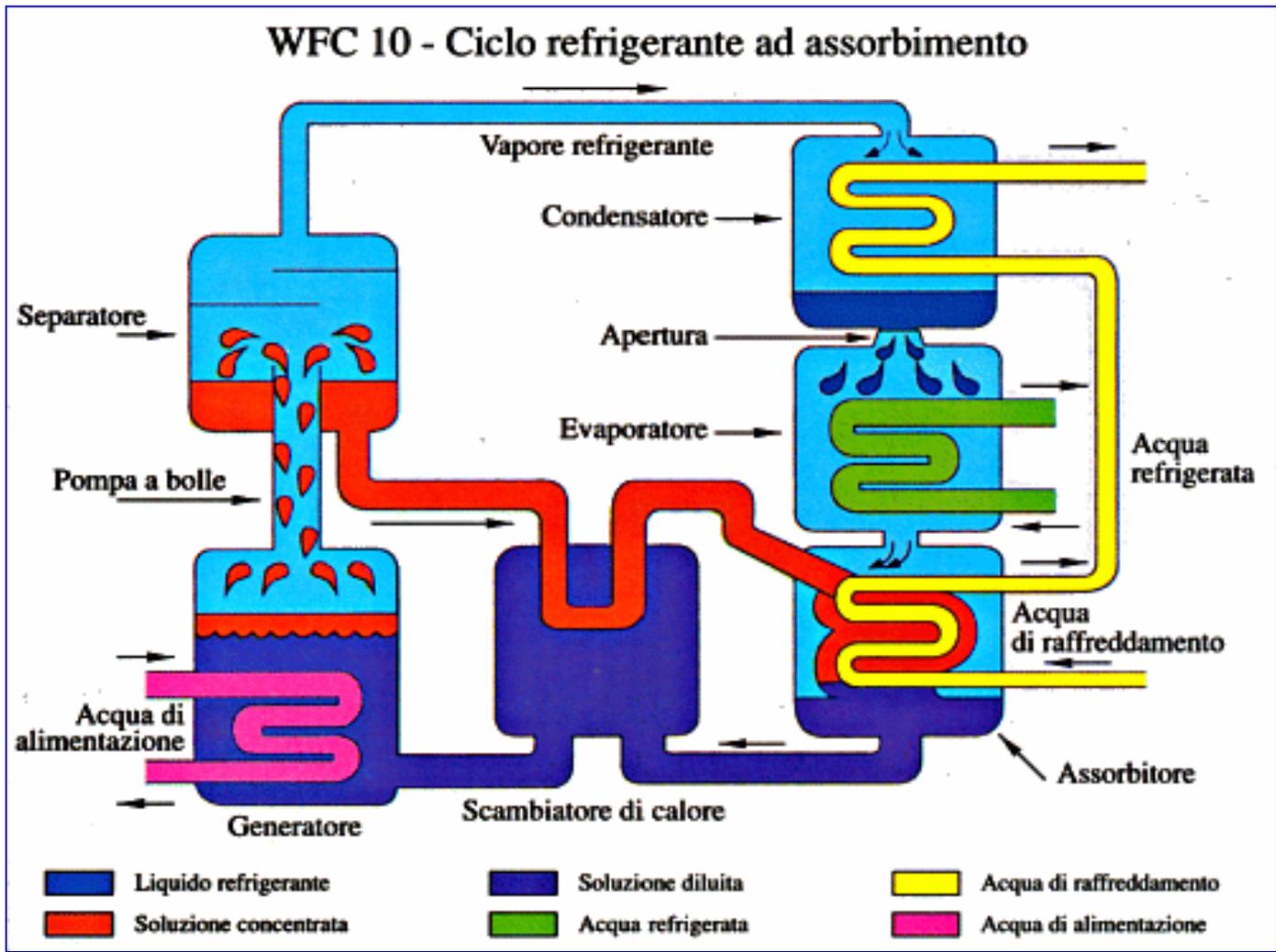
**La bassa pressione nell'assorbitore è dovuta all'affinità chimica fra la soluzione concentrata di bromuro di litio proveniente dal separatore ed il vapore di refrigerazione che si forma nell'evaporatore. Il vapore refrigerante viene assorbito dalla soluzione concentrata di bromuro di litio mentre quest'ultima lambisce la superficie della serpentina dell'assorbitore. Il calore di condensazione e di diluizione è rimosso dall'acqua di raffreddamento. La soluzione diluita di bromuro di litio è poi preriscaldata nello scambiatore di calore prima di ritornare nel generatore.**

## **TAGLIE DELLE MACCHINE AD ASSORBIMENTO**

**I gruppi refrigeranti ad acqua calda risultano indicati in tutti i casi in cui è disponibile acqua a temperature comprese fra 80° e 100°, quali, ad esempio, impianti di cogenerazione, di processo industriale, di teleriscaldamento, a recupero di calore, a collettori solari, eccetera. Il rendimento frigorifero - COP - è particolarmente elevato e può arrivare sino a un valore di 0,74. Compatti e silenziosi, non necessitano di frequenti interventi di manutenzione e non sono inquinanti perché impiegano come fluido termovettore una soluzione di bromuro di litio in acqua.**

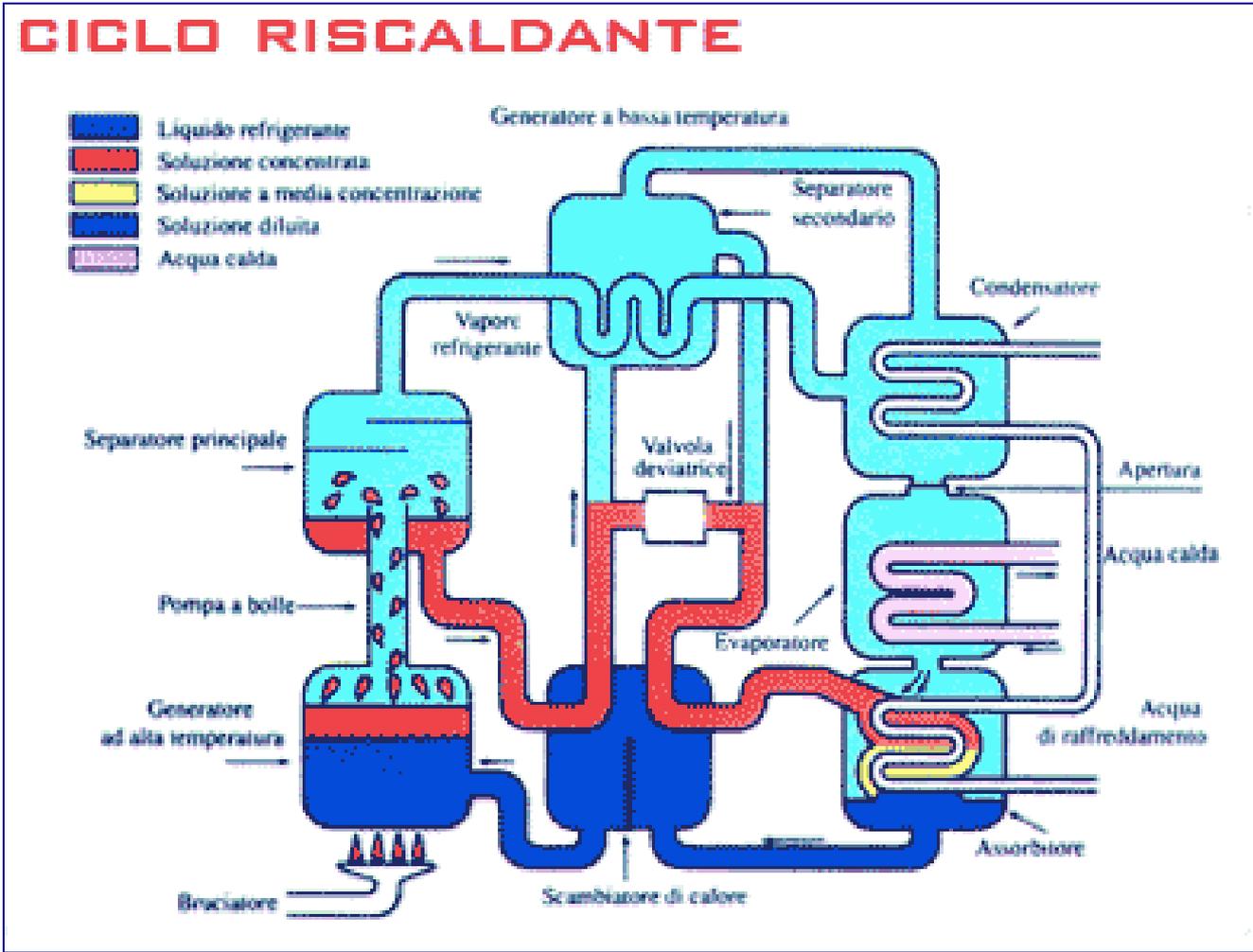
**I gruppi sono disponibili con gamma di potenze per soddisfare le esigenze di impiego diverse: modulabili da 34,9 kW a 174,5 kW, con acqua refrigerata a 9°C; modulabili da 106 KW A 530 KW, con acqua refrigerata a 7°C; La gamma è molto ampia e copre potenze frigorifere fino a 5000 kW.**

# CICLO REFRIGERANTE AD ASSORBIMENTO



Acqua-Bromuro di litio produttore YAZAKI (Maya)

# CICLO RISCALDANTE AD ASSORBIMENTO



Acqua-Bromuro di Litio, produttore YAZAKI (Maya)

# Le macchine ad assorbimento oggi



## PRESTAZIONI DICHIARATE DI ALCUNI TIPI DI MACCHINE A COMPRESSIONE COMMERCIALI

TIPO	COP raffreddamento	COP riscaldamento
Aria-Aria (1)	2.5 (27°C 65 % UR ; 35 °C 50% UR)	3 (7°C 87 % UR ; 20 °C )
Aria-Acqua (2)	2.3 ( 7-12°C ; 35 °C)	3.2 ( 7°C ; 40-45 °C)
Acqua-Acqua (2)	3.6 ( 7-12°C ; 30-35 °C) 2.9 ( 7-12°C ; 40-45 °C)	4.5 ( 7-12°C ; 30-35 °C) 3.8 ( 7-12°C ; 40-45 °C)
Aria-Acqua (GAS) (2) + Prod. Acqua Calda 70°C	1.16 ( 7-12°C ; 35 °C)	2.24 ( 7°C ; 45-50 °C)  2.92

(1) DAIKIN

(2) CLIMAVENETA

## PRESTAZIONI DICHIARATE DI ALCUNI TIPI DI MACCHINE AD ASSORBIMENTO COMMERCIALI

TIPO	Raffreddamento	Riscaldamento
<b>ACQUA-AMMONIACA</b> <b>Aria-Acqua (1)</b>	<b>0.73 ( 7-12 °C ; 35 °C )</b>	<b>0.91</b> (.. caldaia)
<b>ACQUA-BROMURO DI LITIO</b> <b>Monostadio (Acqua Calda 88 °)</b> <b>Acqua-Acqua (2)</b>	<b>0.7 (7-12 °C ; 29.5-35.5 °C)</b>	-----
<b>ACQUA-BROMURO DI LITIO</b> <b>Bistadio (Gas)</b> <b>Acqua-Acqua (2)</b>	<b>1 ( 7-12 °C ; 29.5-35.5 °C )</b>	<b>0.92</b> (.. caldaia)

- 1) **ROBUR**
- 2) **YAZAKI**

## CICLO RISCALDANTE AD ASSORBIMENTO

### **Generatore ad alta temperatura:**

**La soluzione bolle nel generatore e vapore e soluzione concentrata di bromuro di litio vengono spinte verso il separatore, analogamente a quanto avviene nel ciclo frigorifero.**

### **Evaporatore:**

**Non essendoci circolazione di acqua nel circuito di raffreddamento, il vapore generato perviene direttamente all'evaporatore, dove condensa sulla serpentina del circuito dell'acqua da riscaldare. Il calore di condensazione prodotto viene rimosso dall'acqua circolante nella serpentina.**

### **Assorbitore:**

**La soluzione concentrata di bromuro di litio proveniente dal separatore si mescola con il liquido proveniente dall'evaporatore e si diluisce prima di tornare al generatore.**

## La novità proposta da ENEA e DREAM: IL SOLAR COOLING

Applicazione	Collettori piani vetrati	Collettori a tubi evacuati o concentrazione
Produzione di freddo con sistemi ad as/ adsorbimento	$10000 \cdot P^{(0,45)} + 650 \cdot S_B^{(0,93)}$	$10000 \cdot P^{(0,45)} + 800 \cdot S_B^{(0,93)}$
Produzione di freddo con sistemi DEC	$100 \cdot M^{(0,75)} + 650 \cdot S_C^{(0,93)}$	$100 \cdot M^{(0,75)} + 800 \cdot S_C^{(0,93)}$

Dove:

- tutte le superfici sono riferite alla misura dell'area di apertura espressa in m<sup>2</sup>
  - S<sub>B</sub> è la superficie di collettori solari utilizzata per la produzione di freddo con sistemi ad as/ adsorbimento
  - S<sub>C</sub> è la superficie di collettori solari utilizzata per la produzione di freddo con sistemi DEC
- 
- P è la potenza frigorifera nominale come dichiarata dal costruttore e misurata in kW
  - M è la portata nominale dell'unità di trattamento dell'aria come dichiarata dal costruttore in m<sup>3</sup>/h alle condizioni standard

Per il caso di impiego dei collettori solari per la produzione di freddo, la superficie totale installata S<sub>B</sub> o S<sub>C</sub> ed eleggibile ai fini del contributo deve rispettare i valori limite riportati nella tabella seguente:

# IL SOLARE

Latitudine del sito $\varphi$ [DEG]	38,70		
Alzo collettore (tilt) $\beta$ [DEG]	18,70	Alzi standard	Alzi con riferimento $\varphi$
Azimut collettore $A = 0$	SUD		
Coefficiente di riflessione $\rho$	0,20		

Irraggiamento globale giornaliero, medio mensile, su superficie orizzontale  $H_o$  globale [Wh/m<sup>2</sup>/g]

Irraggiamento giornaliero globale (radiazioni: diretta, diffusa, riflessa), medio mensile, per vari valori dell'angolo di alzo  $\beta$  della superficie di raccolta (metodo di Ljù-Jordan)

Wh/m<sup>2</sup>/g

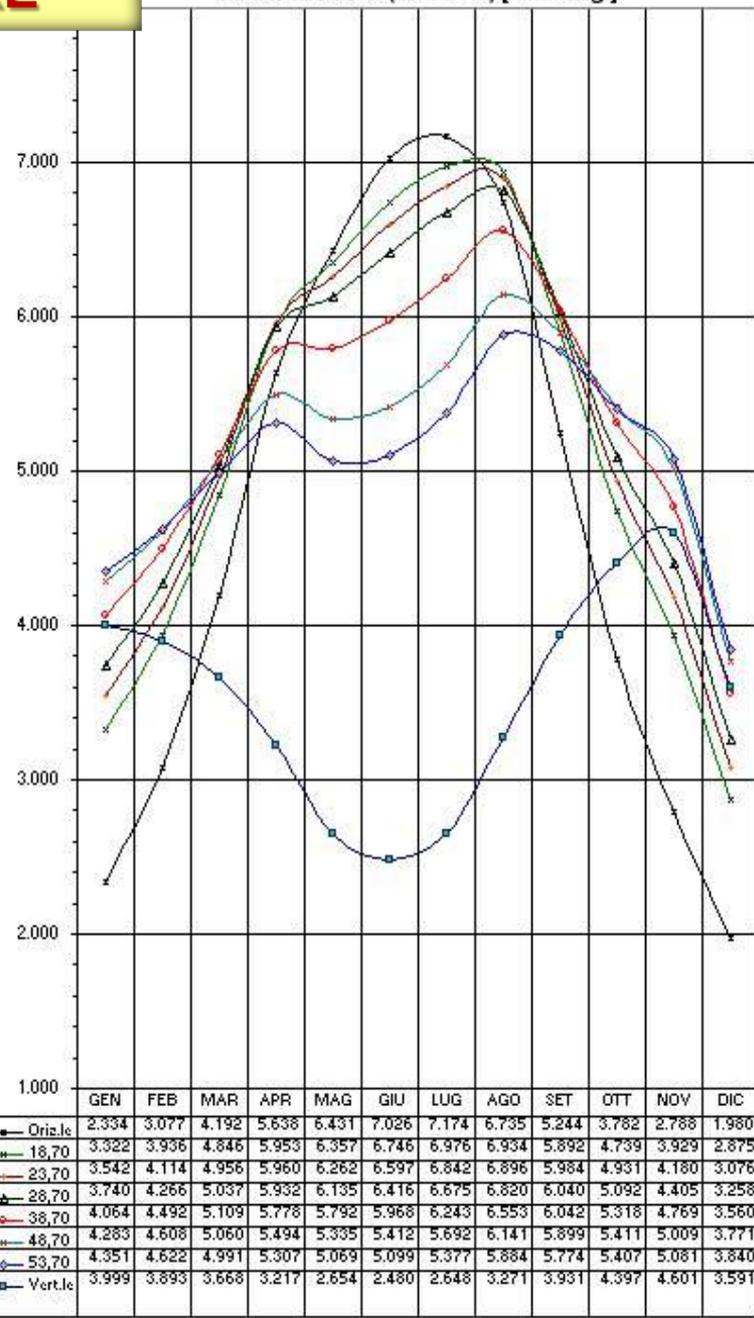
MESE	$\beta =$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta = \varphi$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	Ora solare media dell'alba nel mese	Ora solare media del tramonto nel mese
	0,00	18,70	23,70	28,70	38,70	48,70	53,70	90,00		
GEN	2.334	3.322	3.542	3.740	4.064	4.283	4.351	3.999	7.11	16.48
FEB	3.077	3.936	4.114	4.266	4.492	4.608	4.622	3.893	6.42	17.17
MAR	4.192	4.846	4.956	5.037	5.109	5.060	4.991	3.668	6.07	17.52
APR	5.638	5.953	5.960	5.932	5.778	5.494	5.307	3.217	5.29	18.30
MAG	6.431	6.357	6.262	6.135	5.792	5.335	5.069	2.654	4.56	19.03
GIU	7.026	6.746	6.597	6.416	5.968	5.412	5.099	2.480	4.39	19.20
LUG	7.174	6.976	6.842	6.675	6.243	5.692	5.377	2.648	4.47	19.12
AGO	6.735	6.934	6.896	6.820	6.553	6.141	5.884	3.271	5.15	18.44
SET	5.244	5.892	5.984	6.040	6.042	5.899	5.774	3.931	5.52	18.07
OTT	3.782	4.739	4.931	5.092	5.318	5.411	5.407	4.397	6.31	17.28
NOV	2.788	3.929	4.180	4.405	4.769	5.009	5.081	4.601	7.03	16.56
DIC	1.980	2.875	3.076	3.258	3.560	3.771	3.840	3.591	7.19	16.40

Medie dell'irraggiamento giornaliero Wh/m<sup>2</sup>/g (in evidenza valore massimo)

Annuale	4.708	5.215	5.283	<b>5.323</b>	5.310	5.178	5.068	3.526
Invernale	3.026	3.941	4.133	4.300	4.552	4.690	4.715	4.024
Estiva	6.381	6.481	6.427	6.340	6.065	5.663	5.419	3.030

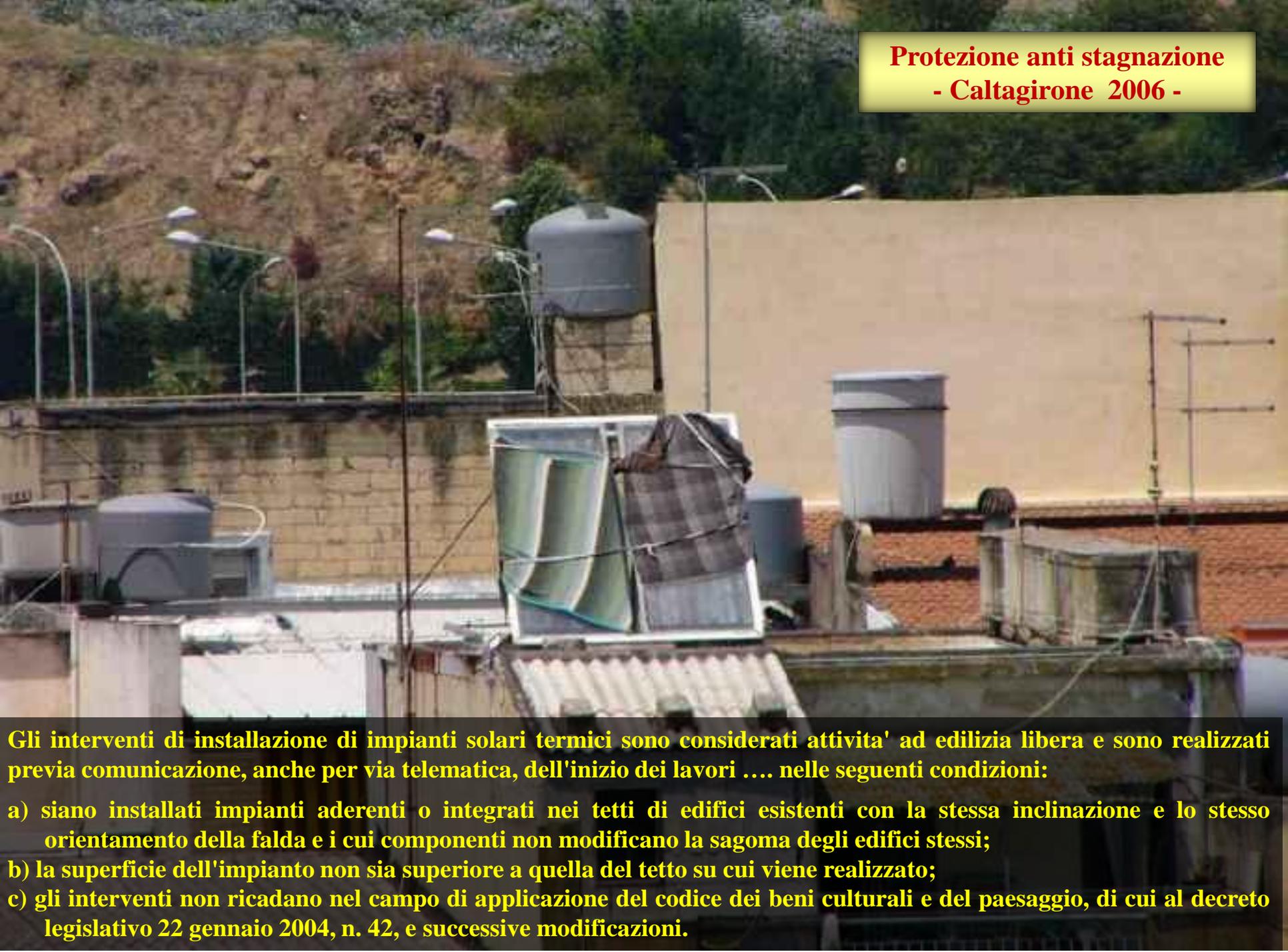
Irraggiamento totale kWh/m<sup>2</sup>/a (in evidenza valore massimo)

Annuale	1.719	1.903	1.928	<b>1.943</b>	1.938	1.890	1.850	1.287
Invernale	551	717	752	783	828	854	858	732
Estivo	1.168	1.186	1.176	1.160	1.110	1.036	992	555



**Collettore solare di tipo  
“integrato”  
- Buscemi 2006 -**





**Protezione anti stagnazione  
- Caltagirone 2006 -**

**Gli interventi di installazione di impianti solari termici sono considerati attività ad edilizia libera e sono realizzati previa comunicazione, anche per via telematica, dell'inizio dei lavori .... nelle seguenti condizioni:**

- a) siano installati impianti aderenti o integrati nei tetti di edifici esistenti con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda e i cui componenti non modificano la sagoma degli edifici stessi;**
- b) la superficie dell'impianto non sia superiore a quella del tetto su cui viene realizzato;**
- c) gli interventi non ricadano nel campo di applicazione del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni.**

## SOLARE TERMICO POTENZIALE IN SICILIA

**200.000 m<sup>2</sup> di collettori solari per ACS**

(dato Scenario virtuoso a medio termine - PEAR Sicilia)

Sicilia stato Attuale: installati circa **25.000 m<sup>2</sup>**

Investimenti: **100 - 200 milioni di euro**

Energia risparmiata: **20.000 – 30.000 tep/anno**

CO<sub>2</sub> evitata: **65.000 – 100.000 ton/anno**

### In fase di definizione “Conto Energia” nazionale solare termico

**Produzione specifica riconosciuta per imp. < 35 kWt (circa 50 m<sup>2</sup>): 700 kWh/m<sup>2</sup>/a**

**Contabilizzazione produzione (impianti superiori, fino a 1.000 kWt)**

**Incentivo (proposta Assolterm) 0,15 €/kWh (2012) → 0,1 €/kWh (2022)**

**Durata del beneficio: 10 anni**

# **SOLARE TERMICO** (DLgs 28 del 3/3/2011 recepimento Dir. 2009/28/CE) (Art. 11 c.1 – Allegato 3)

## **Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti**

1. 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.

**Problema non banale per i progettisti  
(Sistemi radianti, integrazione con Pompe di calore .... competizione tra  
solare termico e fotovoltaico per lo spazio sulle strutture edilizie ...**



## SOLARE TERMICO E SISTEMI RADIANTI

- tubi in polietilene;
- temperature del fluido di 50-40 C in mandata e 40-30 gradi in ritorno;
- Integrazione con caldaia a condensazione;
- **Superficie collettori solari: 0,15 e 0,25 m<sup>2</sup> per metro quadro di locale da riscaldare.**

**Costo: 30-35% in piu' del sistema tradizionale**

# IL FOTOVOLTAICO

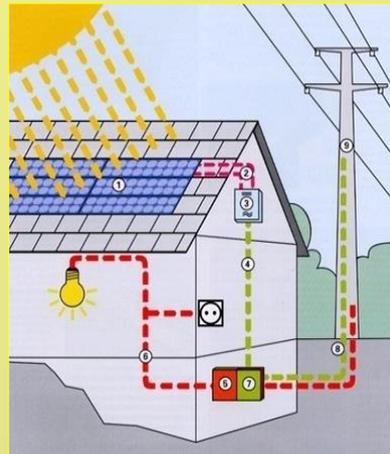
**1 kWp, installato in Sicilia** [insolazione media sul piano dei moduli pari a 1900 kWh/(m<sup>2</sup> anno)], **è in grado di produrre ogni anno circa 1.450 kWh di energia elettrica utile effettiva.**

Dati per ciascun kWp installato

Energia prodotta = **1.450 kWh/anno**

Costo = **2.500-4.500 €**

Ingombro impianto = **10 - 15 m<sup>2</sup>**



## IL SOLARE FOTOVOLTAICO

INCENTIVO IN CONTO ENERGIA  
DM - MSE - 6 agosto 2010

**In aggiunta all'incentivo, il vantaggio economico derivante dall'utilizzo dell'energia prodotta secondo le seguenti possibilità:**

- a) Cessione alle rete**
- b) Autoconsumo (parziale o totale)**
- c) Scambio sul posto (ora per impianti fino a 200 kW di potenza DM MSE 18-12-2008 e AEEG 1/09)**  
*(dal 2010 per gli impianti fino a 20 kW l'utente può optare per la vendita del surplus non autoconsumato)*

# SOLARE Fotovoltaico (DLgs 28 del 3/3/2011 recepimento Dir. 2009/28/CE) (Art. 11 c.1 – Allegato 3)

## Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

3. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = \frac{1}{K} \cdot S$$

Dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m<sup>2</sup>, e K è un coefficiente (m<sup>2</sup>/kW) che assume i seguenti valori:

- a) K = 80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) K = 65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) K = 50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.

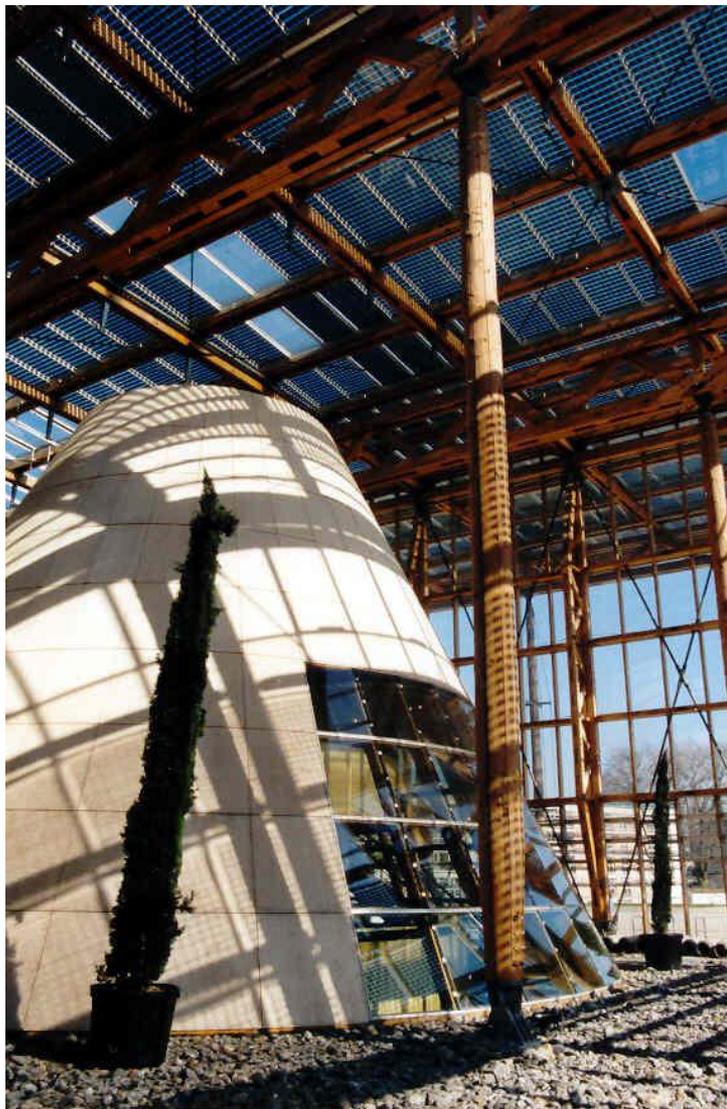
4. In caso di utilizzo di pannelli solari termici o fotovoltaici disposti sui tetti degli edifici, i predetti componenti devono essere aderenti o integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda.

## 4° CONTO ENERGIA Fotovoltaico (tariffe anno 2011)

	<i>GIUGNO</i>		<i>LUGLIO</i>		<i>AGOSTO</i>	
	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
$1 \leq P \leq 3$	0,387	0,344	0,379	0,337	0,368	0,327
$3 < P \leq 20$	0,356	0,319	0,349	0,312	0,339	0,303
$20 < P \leq 200$	0,338	0,306	0,331	0,300	0,321	0,291
$200 < P \leq 1000$	0,325	0,291	0,315	0,276	0,303	0,263
$1000 < P \leq 5000$	0,314	0,277	0,298	0,264	0,280	0,250
$P > 5000$	0,299	0,264	0,284	0,251	0,269	0,238

	<i>SETTEMBRE</i>		<i>OTTOBRE</i>		<i>NOVEMBRE</i>		<i>DICEMBRE</i>	
	Impianti sugli edifici	altri impianti fotovoltaici						
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
$1 \leq P \leq 3$	0,361	0,316	0,345	0,302	0,320	0,281	0,298	0,261
$3 < P \leq 20$	0,325	0,289	0,310	0,276	0,288	0,256	0,268	0,238
$20 < P \leq 200$	0,307	0,271	0,293	0,258	0,272	0,240	0,253	0,224
$200 < P \leq 1000$	0,298	0,245	0,285	0,233	0,265	0,210	0,246	0,189
$1000 < P \leq 5000$	0,278	0,243	0,256	0,223	0,233	0,201	0,212	0,181
$P > 5000$	0,264	0,231	0,243	0,212	0,221	0,191	0,199	0,172

## Fotovoltaico: tematiche di sviluppo architettonico e tecnologico



- produzione di **componenti fotovoltaici innovativi** pensati **per l'integrazione architettonica**

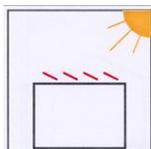
### **Academie Mont Cenis - Sodingen (Germania)**

Progettazione: Jourda & Perraudin (con HHS architects)



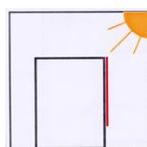
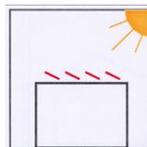
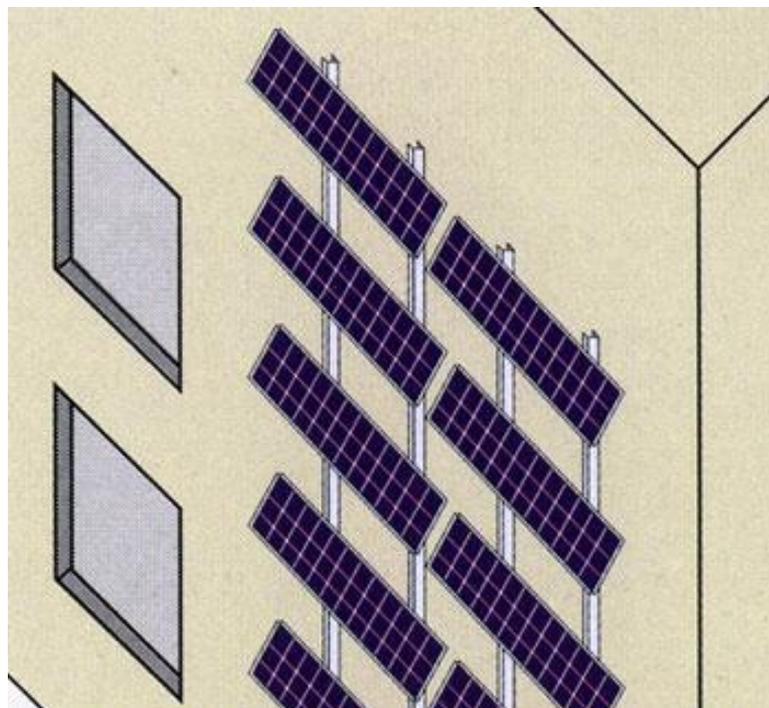
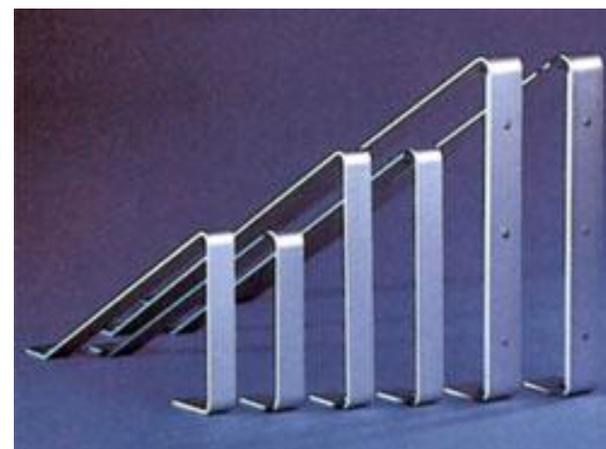
COMPONENTI E SISTEMI PER L'EDILIZIA: SISTEMI PREFABBRICATI  
 Ecofys – Console: kit completo per installazione su coperture piane

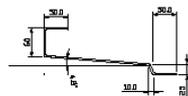
- **realizzato interamente con materiali plastici riciclabili**
- **molto leggero (5 kg)**
- facile da installare
- non necessita di manutenzione
- lunga durata
- **economicità rispetto a sistemi analoghi realizzati in calcestruzzo o materiali metallici**



- **profili in alluminio**
- **inclinazione standard 30°, con possibilità di modifiche**
- possibilità di utilizzo anche su coperture piane

[www.solonag.de](http://www.solonag.de)





■ Composto da otto elementi:

1. profilo cavo componente verticale;
2. profilo cavo componente orizzontale;
3. ganci di sostegno PVS in acciaio galvanizzato;
4. ganci di sostegno del modulo in acciaio inossidabile;
5. staffe di supporto con tegola speciale;
6. fermi del modulo;
7. fermi;
8. bordi sistema in PVC.

[www.pvsystems.com](http://www.pvsystems.com)

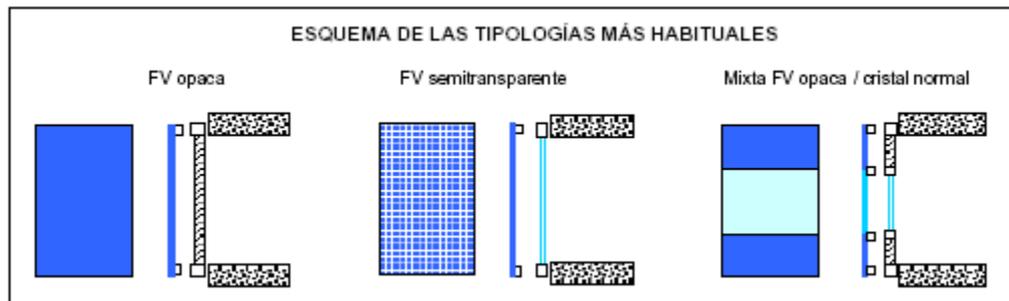


### MODULO MULTIFUNZIONALE AD ELEMENTI PREFABBRICATI

- elemento strutturale
- produzione elettrica fotovoltaica
- produzione di calore (aria calda)
- controllo del calore nell'edificio
- facile trasporto
- installazione rapida e sicura

Prestazioni termiche/acustiche variabili

secondo la scelta del modulo fotovoltaico (FV opaco; FV semitrasparente; misto FV opaco/vetro normale)



filtro aria  
pannello isolante

intercapedine  
ventilata

persiana alla  
veneziana

doppio vetro  
isolante

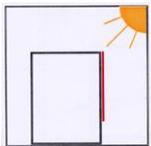
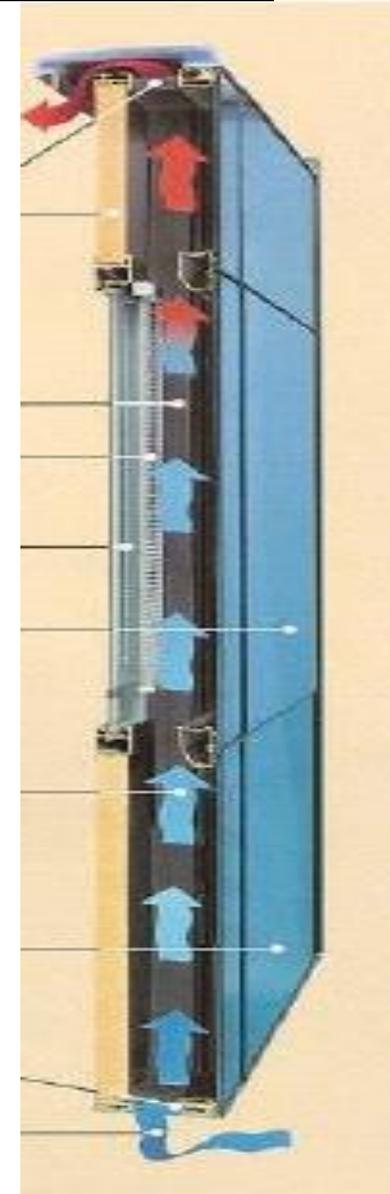
vetro esterno  
normale o  
fotovoltaico  
semitrasparente

ventilazione  
naturale  
(effetto camino)  
o forzata

vetro esterno  
fotovoltaico opaco

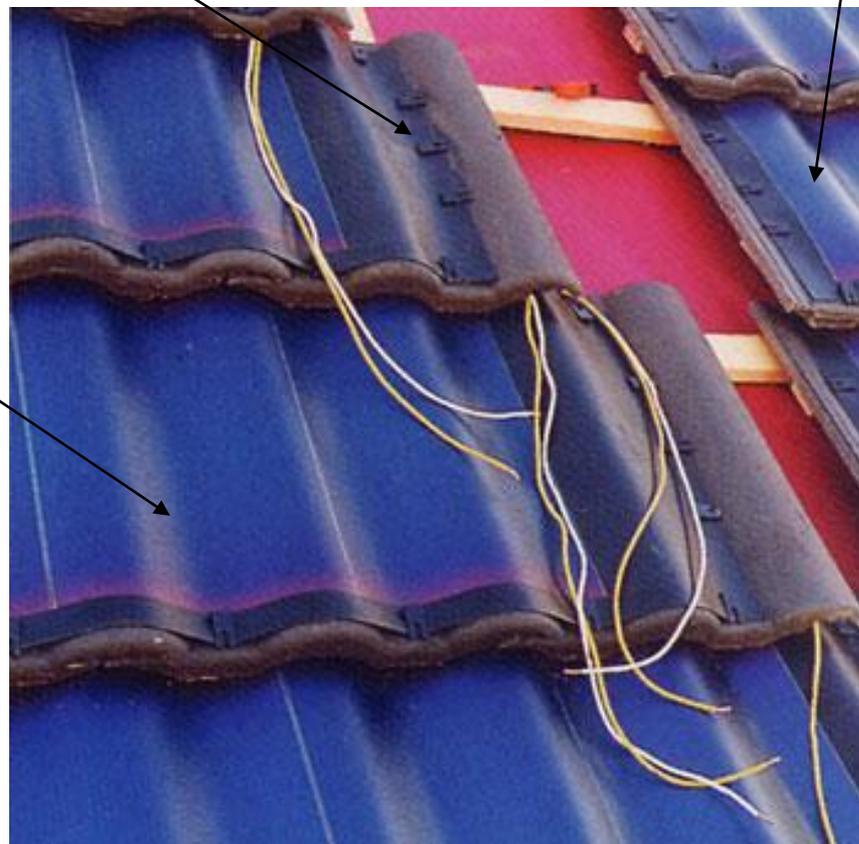
filtro aria

ingresso aria



## COMPONENTI E SISTEMI PER L'EDILIZIA: COMPONENTI SPECIALI INNO SOLAR – PV-Different: tegola fotovoltaica per integrazione in tetti

- il componente è costituito da un **supporto plastico** sul quale sono applicati **moduli fotovoltaici flessibili in silicio amorfo**, prodotti dalla Unisolar con la tecnologia delle **celle a tripla giunzione**.
- ogni elemento è composto da **9 tegole affiancate**, per un'area di circa **1m<sup>2</sup>**.
- la potenza generata da ognuno dei moduli è di circa **64 W<sub>p</sub>**

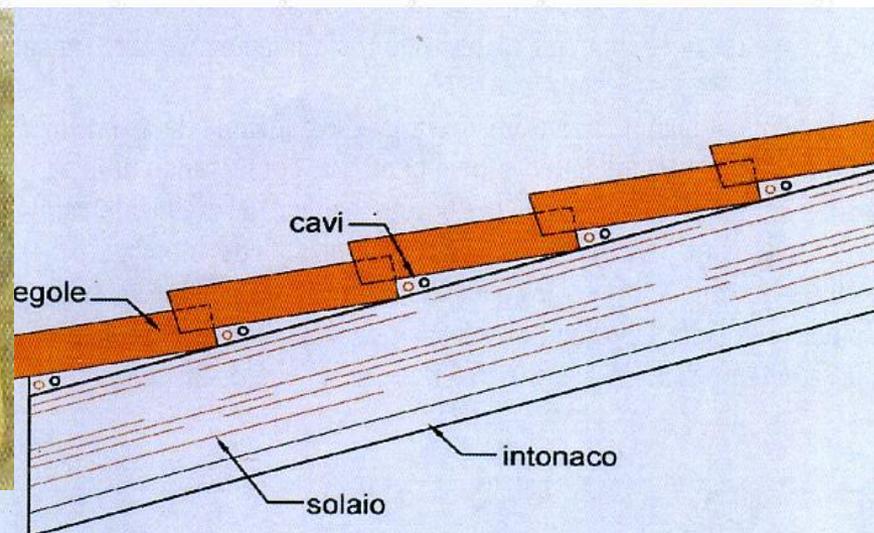
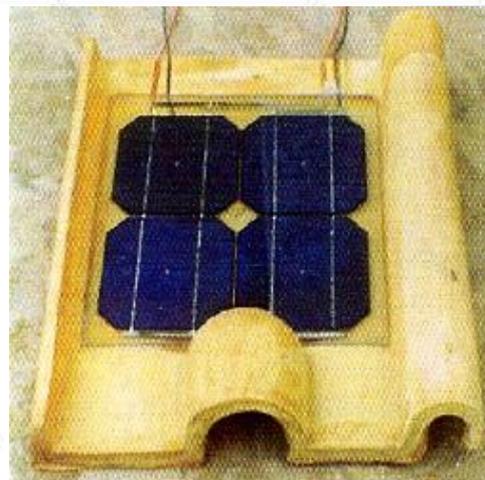
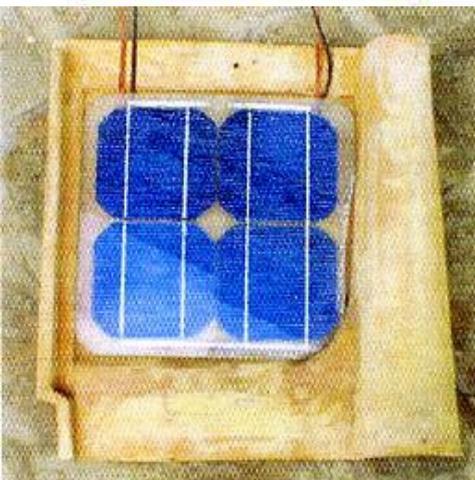


[www.ovonic.com/unitedsolar/unisolar.html](http://www.ovonic.com/unitedsolar/unisolar.html)



## Tegole fotovoltaiche

		unità misura	numero tegole	costo tegole	costo 4 celle FV	totale	sconto	
1 tegola		€		7,5			0,15	totale scontato fornitura del tetto con tegole fotovoltaiche (senza posa in opera)
in 1 tegola ci sono	4	celle fotovoltaiche			60			
1 tegola produce	10	watts						
in 1 mq tegole ci sono	7	tegole						
1 mq di tegole producono	70	watts						
<b>Impianto 1 kw</b>	<b>14,29</b>	mq di tegole	100	750	6.000	6.750	0,15	5.738
<b>Impianto 2 kw</b>	<b>28,57</b>	mq di tegole	200	1500	12.000	13.500	0,15	11.475
<b>Impianto 3 kw</b>	<b>42,86</b>	mq di tegole	300	2250	18.000	20.250	0,15	17.213
<b>Impianto 4 kw</b>	<b>57,14</b>	mq di tegole	400	3000	24.000	27.000	0,15	22.950
<b>Impianto 5 kw</b>	<b>71,43</b>	mq di tegole	500	3750	30.000	33.750	0,15	28.688
<b>Impianto 6 kw</b>	<b>85,71</b>	mq di tegole	600	4500	36.000	40.500	0,15	34.425
<b>Impianto 7 kw</b>	<b>100,00</b>	mq di tegole	700	5250	42.000	47.250	0,15	40.163



# IL MICROEOLICO



Rese energetiche medie in funzione della velocità vento media ad altezza mozzo rotore

Velocità vento media [m/s]	Produzione media [kWh] (modello R)		
	Giorno	Mese	Anno
3.5	15.5	471	5653
4	23.3	708	8494
4.5	32.0	972	11664
5	41.0	1247	14960
5.5	49.8	1515	18177
6	57.9	1762	21148
6.5	65.1	1980	23755

Turbina eolica BWC Excel 7.5-10 kW	
Tipo	3 Pale Sopravvento
Diametro Rotore	7 m
<b>Velocità Vento:</b>	
Start-up	3.4 m/s
Cut-in	3.1 m/s
Nominale	13.8 m/s
Cut-Out	Nessuna
Furling	15.6 m/s
Max. di Progetto	54 m/s
<b>Potenza</b>	
Nominale	10 kW (S,PV) 7.5 kW (R)
Massima	12 kW (S,PV) 8 kW (R)
Passo Pale	Powerflex
Protezione Sovravelocità	AutoFurl
Moltiplicatore	No (accoppiamento diretto)
Temperature	da -40° a +60° C
Generatore	A magneti permanenti

**Per impianti fino a 200 kW è possibile utilizzare l'energia e scambiarla con la rete con un contributo di 0,3 €/kWh per 15 anni**

(Delibere AEEG 74/2008, 1/2009 e Finanziaria 2008 e basta (D.I.A) fino a 60 kW In Sicilia fino a ..... 15 metri di altezza)

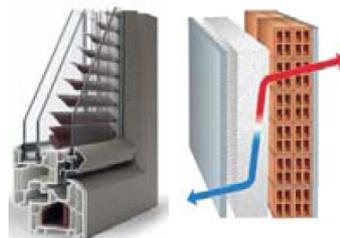
## FONTI RINNOVABILI

Dal 1-1-2009 accesso, per 15 anni, a incentivo **Omnicomprendivo**, per impianti fino a 1 MW, in alternativa ai certificati verdi (ora ad es. minieolico 0,30 €/kWh ) (eccetto fotovoltaico)

	<b>Fonte</b>	<b>Incentivo €Cent/kWh</b>
1	Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW	30
2	Geotermica	20
3	Moto ondoso e maremotrice	34
4	Idraulica diversa da quella del punto precedente	22
5	Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	22
6	Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta	30
7	Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	18



**Edificio in classe A  
(REGIONE LOMBARDIA)  
29 kWh/m<sup>2</sup> a**



**Fabbisogno Energia Elettrica**

Dimezzando i consumi  
 $2700 \times 0,5 = 1350 \text{ kWh/a}$



**Fabbisogno Riscaldamento**

Superficie 100 m<sup>2</sup>  
 $100 \times 29 = 2900 \text{ kWh/a}$

**Fabbisogno ACS**

1900 kWh/a



**Fabbisogno termico**

$2900 + 1900 =$   
**4800 kWh/a**

**Pompa di calore**

COP = 4  
 $4800/4 = 1200 \text{ kWh/a}$



**Consumo elettrico complessivo**

$1350 + 1200 =$   
**2550 kWh/a**

**Potenza fotovoltaico**

$1170 \text{ kWh/kWp}$   
 $2550/1170 = 2,18 \text{ kWp}$

**Superficie fotovoltaico**

$8 \text{ m}^2/\text{kWp}$   
 $2,18 \times 8 = 17,4 \text{ m}^2$



## EDIFICIO IN CLASSE B

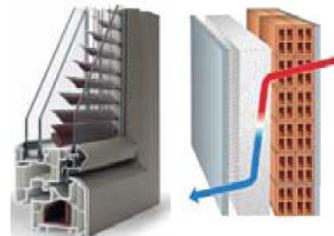
(PALERMO:  $100 \text{ m}^2$  751 GG e  $S/V = 0,55 \Rightarrow EP_{iL} = 32,5 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ )

$EP_i$  75% di  $EP_{iL} = 24,4 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$

$\eta_{\text{glob impianto termico}} = 75 + 3 \text{ Log } 25 = 80 \%$

$EP_i$  involucro =  $19,3 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$  =

=  $E_{\text{Pestivo involucro}} = 19,3 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$



### Fabbisogno Energia Elettrica

Riducendo i consumi  
 $2.700 \Rightarrow 2.000 \text{ kWh/a}$

### Fabbisogno Riscaldamento

+ Raffrescamento  
 $38,6 \times 100 = 3.900 \text{ kWh/a}$

### Fabbisogno ACS

Per integrazione  
 $1.100 \text{ kWh/a}$



### Fabbisogno termico

$5.000 \text{ kWh/a}$

### Consumo elettrico complessivo

$2.000 + 1.700$   
 $3.700 \text{ kWh/a}$

### Pompa di calore

$\eta \times \text{COP} = 3$   
 $1.700 \text{ kWh/a}$



### Potenza fotovoltaico

$1.450 \text{ kWh/kWp/a}$   
 $2,6 \text{ kWp}$

### Superficie fotovoltaico

$10 \text{ m}^2/\text{kWp}$   
 $26 \text{ m}^2$   
 $\frac{1}{4}$  della superficie  
dell'appartamento



# Le fonti rinnovabili nelle città e nell'arredo urbano

Le tecnologie di riferimento per la produzione di energia da fonti rinnovabili ed a basso impatto ambientale, in questo contesto, sono rappresentate dal:

- **Fotovoltaico**
- **Minieolico**
- **Illuminazione a LED**
- **Cogenerazione**

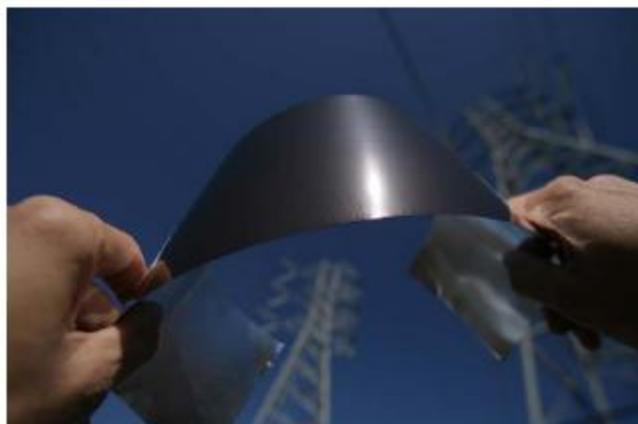
# Fotovoltaico nelle città e nell'arredo urbano



Policromaticità



Semitrasparenza



Flessibilità



Polifunzionalità

# Minieolico nelle città e nell'arredo urbano

- La risorsa eolica, oltre ad essere sfruttata attraverso centrali di grande potenza, può essere utilizzata anche mediante l'impiego di **impianti minieolici**.
- Queste macchine simili agli aerogeneratori di grossa taglia si distinguono per la **ridotta potenza che varia da poche centinaia di watt fino a 20 kW.**
- Tra le miniturbine eoliche si distinguono quelle ad asse verticale in grado di lavorare a basse velocità del vento e indipendentemente dalla sua direzione

# Minieolico nelle città e nell'arredo urbano

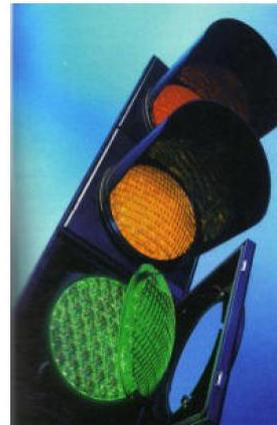
Le miniturbine eoliche ad asse verticale offrono soluzioni particolarmente gradevoli grazie a forme e materiali di nuova generazione ottenendo un **design di facile integrazione urbana.**





## Illuminazione a LED nelle città e nell'arredo urbano

- L'illuminazione pubblica, rappresenta un ottimo contesto dove poter utilizzare i sistemi di illuminazione di ultima generazione (illuminazione a LED).
- Le **lampade a LED a luce diffusa consumano fino al 75% in meno di energia elettrica** rispetto alle attuali tecnologie e permettono un **utilizzo continuato fino 50 mila ore**; riducendo non solo i consumi ma anche i costi di manutenzione particolarmente onerosi nel caso dell'illuminazione pubblica.



Lampione ibrido fv-minieolico con lampade a led

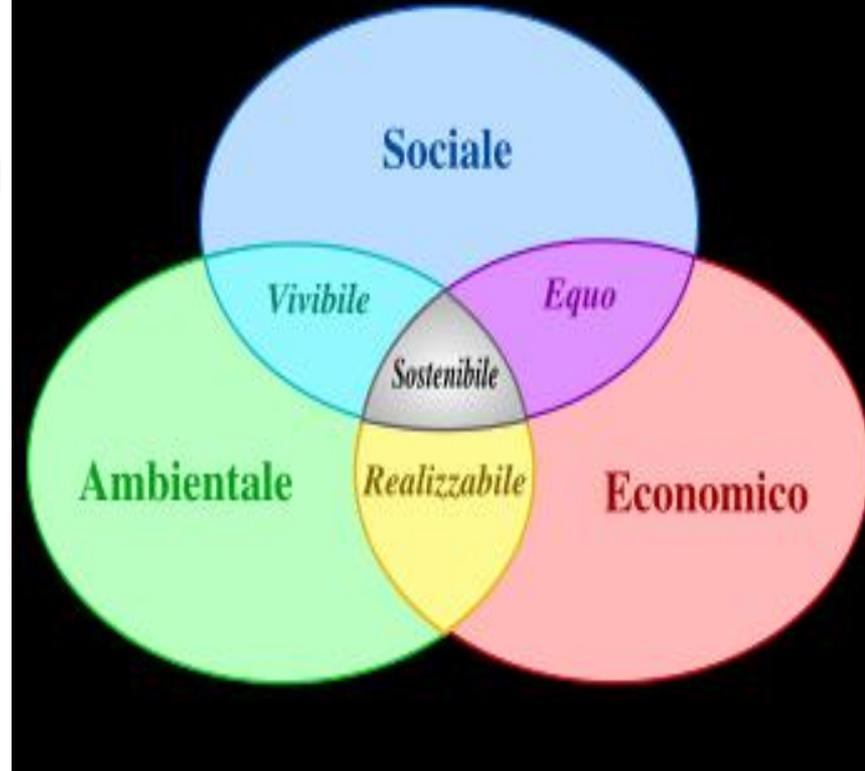
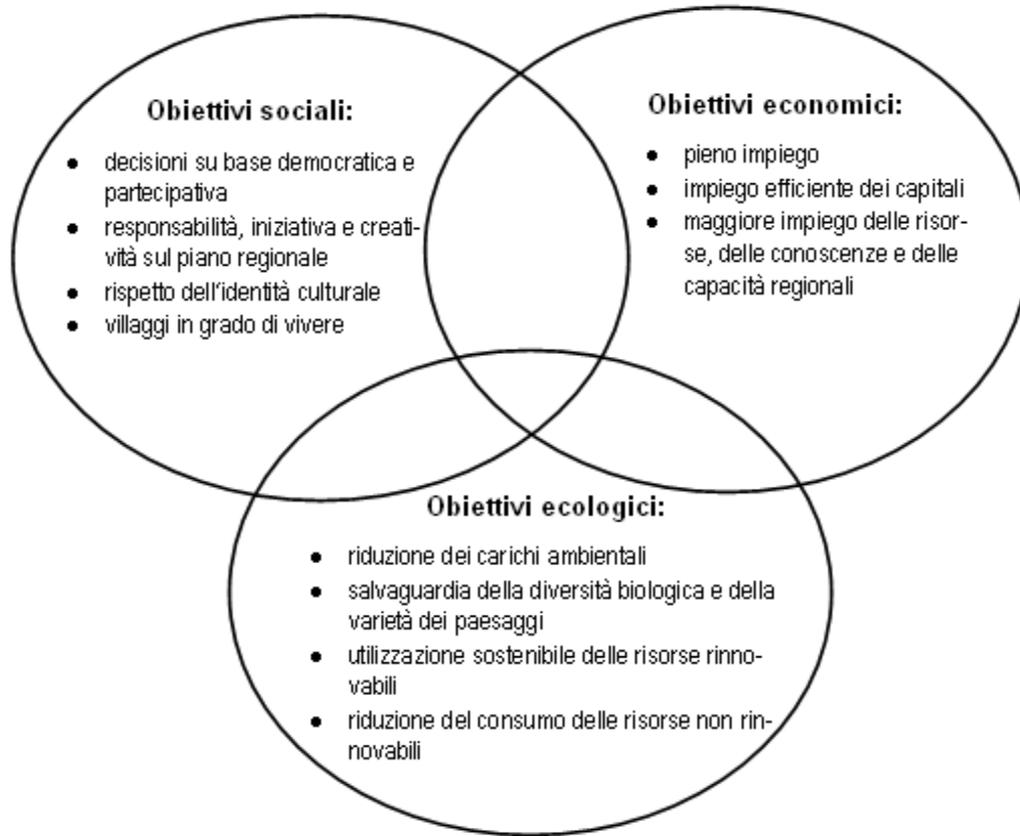


Intersezioni stradali (rotatorie) integrate con impianti minieolici ad asse verticale



# *Strutture eoliche per reti autostradali*

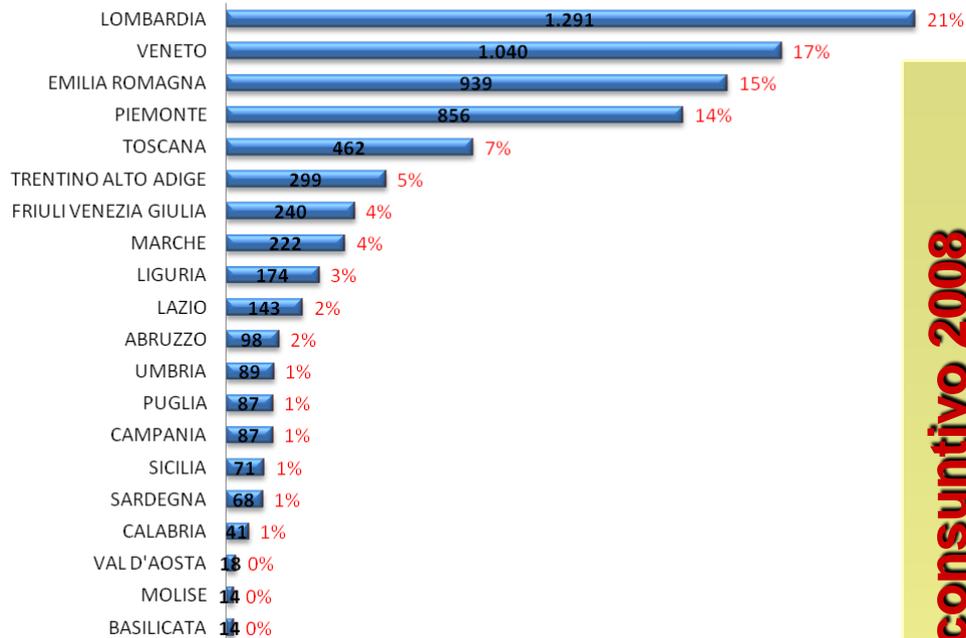




**La riflessione parte dalla semantica: sviluppo  $\leftrightarrow$  sostenibile, una evidente contraddizione. Lo sviluppo definisce una crescita continua e, quindi, prima o poi, il consumo di maggiori risorse. Un sistema basato sulla crescita infinita bisogna pertanto di risorse infinite. Ecco che scompare la sostenibilità!**

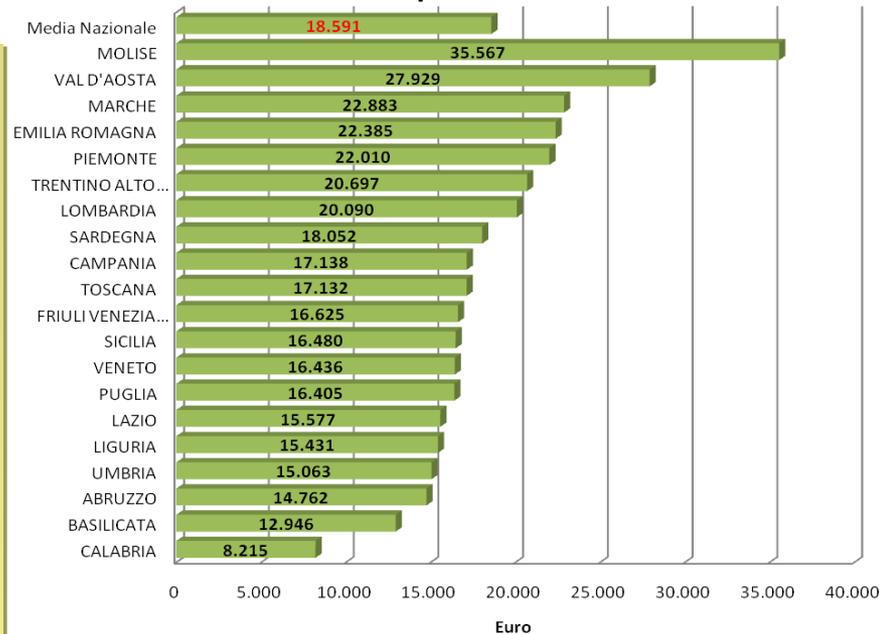
*Il cosiddetto sviluppo sostenibile è un tentativo per mantenere in vita il suicida sistema economico occidentale, il sistema economico del PIL, il sistema che ha dimenticato la centralità dell'Uomo, il sistema che ha portato alla crisi attuale. ... Non è totalmente da escludere la crescita sostenibile, se fosse solo un passaggio per arrivare alla simbiosi col pianeta. Questi concetti sono ormai condivisi da molti e alcuni Amministratori illuminati cominciano a dar loro concretezza, dimostrandone la praticabilità. Se fossi un amministratore considererei queste questioni prioritarie ( ..... liberamente tratto da internet)*

## Coibentazione strutture opache orizzontali



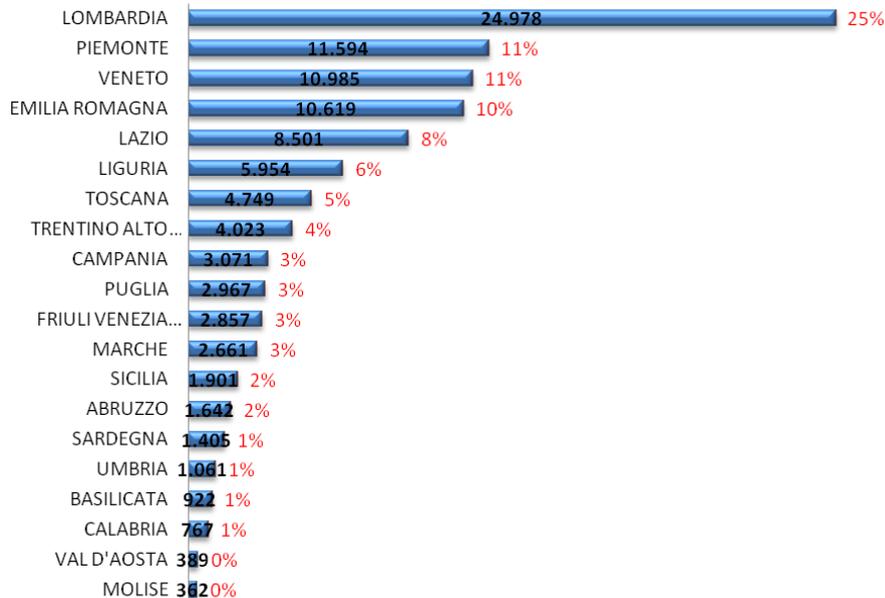
■ Numero di documentazioni pervenute

## Costo medio (€) per la coibentazione delle strutture opache verticali



Euro

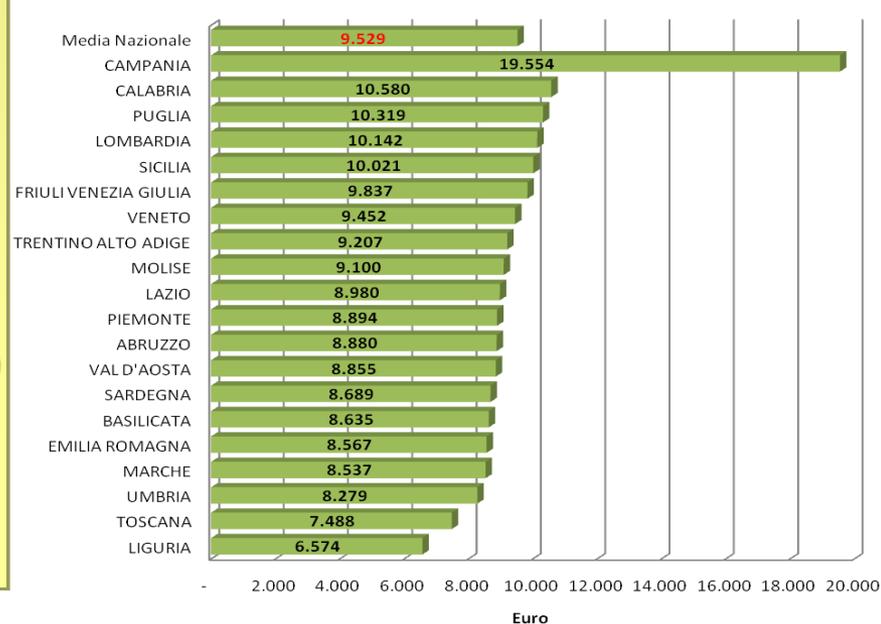
## Sostituzione infissi



■ Numero di documentazioni pervenute

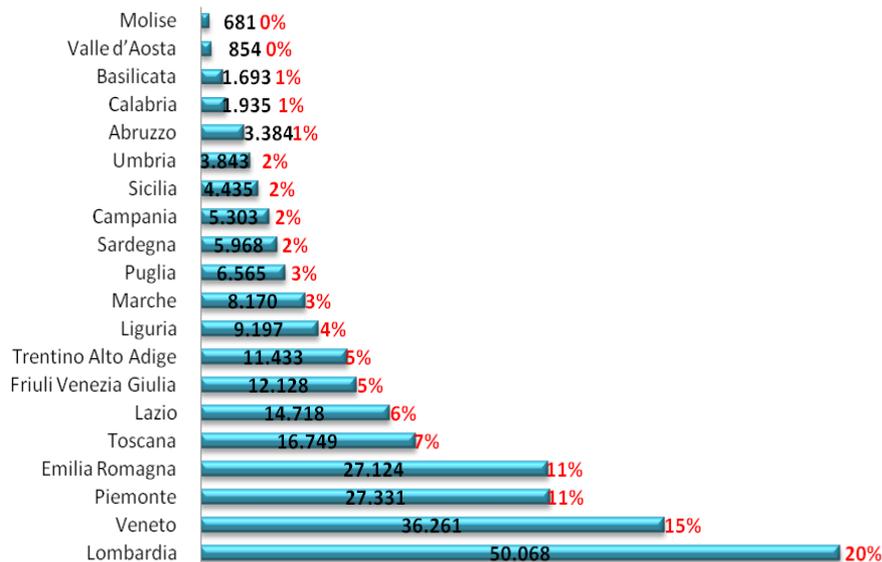
Sgravi IRPEF/IRES: consuntivo 2008

## Costo medio (€) per la sostituzione degli infissi

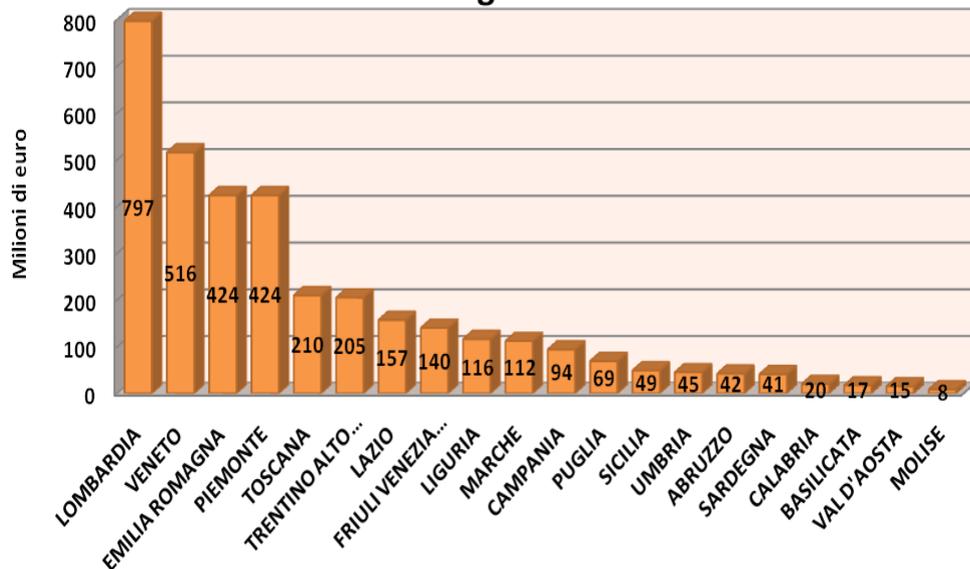


Euro

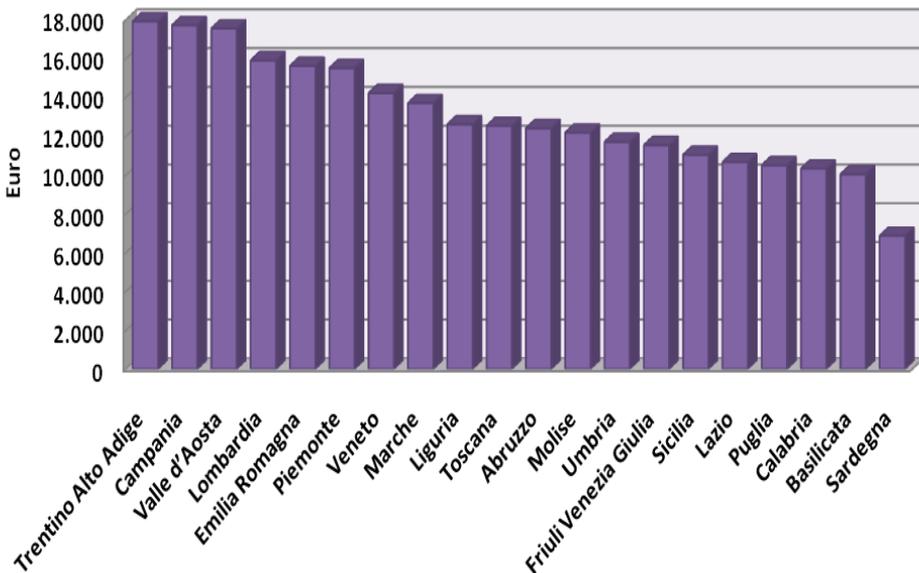
## Numero di documentazioni inviate distinte per regioni



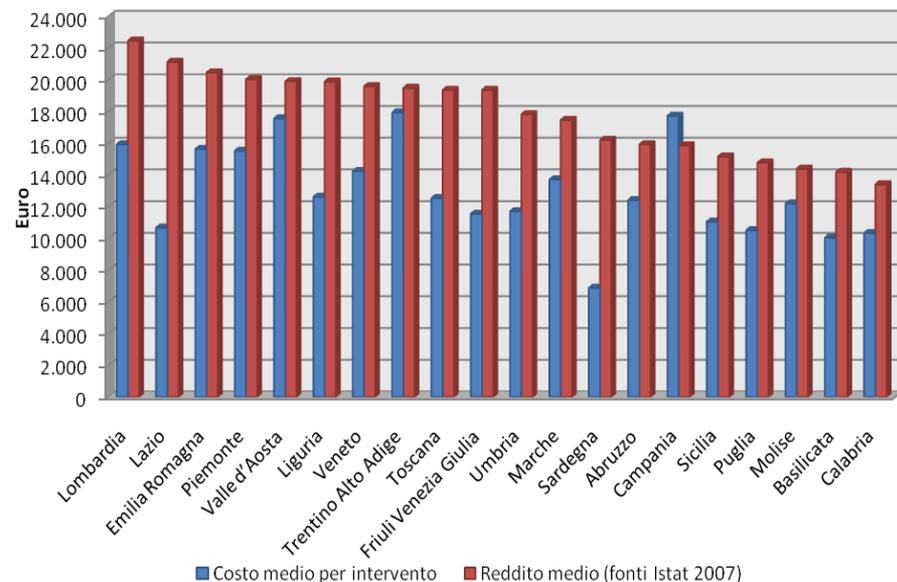
## Costo totale della campagna 2008 distribuito per regioni



## Costo medio regionale per intervento



## Costo medio intervento - reddito medio



# SICILIA

## Resoconto economico

Tipologia di intervento	Costo Totale (€)	Importo portato in detrazione (55%) (€)	Costo medio per intervento (€)
Strutture opache verticali	510.872	280.979	16.480
Strutture opache orizzontali	2.656.305	1.460.968	37.413
Infissi	19.049.244	10.477.084	10.021
Solare termico	4.319.454	2.375.700	4.821
Impianto termico	5.428.363	2.985.600	5.856
Interventi combinati	17.493.566	9.621.461	28.725
<b>Totale</b>	<b>49.457.804</b>	<b>27.201.792</b>	

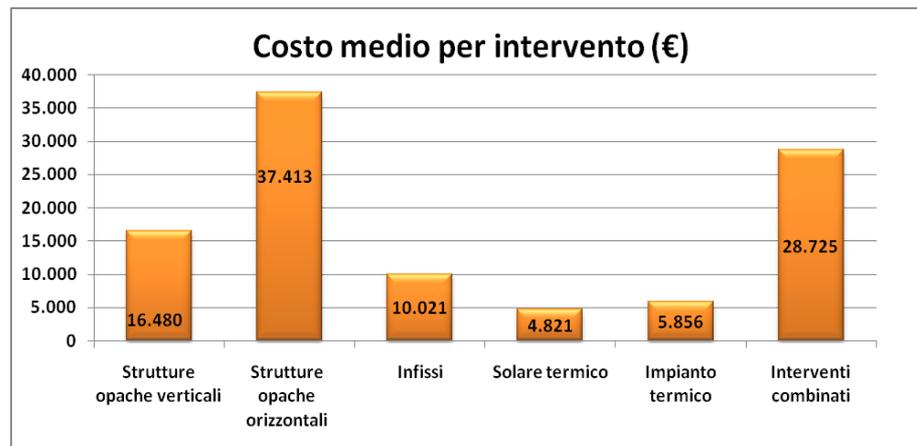


Figura 15: Resoconto economico della regione Sicilia

# LOMBARDIA

## Resoconto economico

Tipologia di intervento	Costo Totale (€)	Importo portato in detrazione (55%) (€)	Costo medio per intervento (€)
Strutture opache verticali	18.542.609	10.198.435	20.090
Strutture opache orizzontali	53.046.979	29.175.838	41.090
Infissi	253.318.649	139.325.257	10.142
Solare termico	31.651.403	17.408.272	8.760
Impianto termico	169.270.306	93.098.669	14.080
Interventi combinati	270.854.806	148.970.143	37.401
<b>Totale</b>	<b>796.684.752</b>	<b>438.176.614</b>	

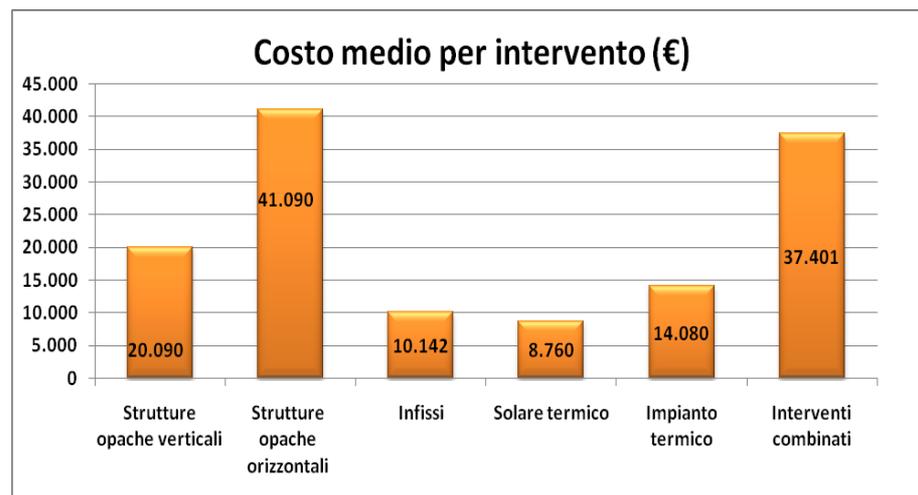
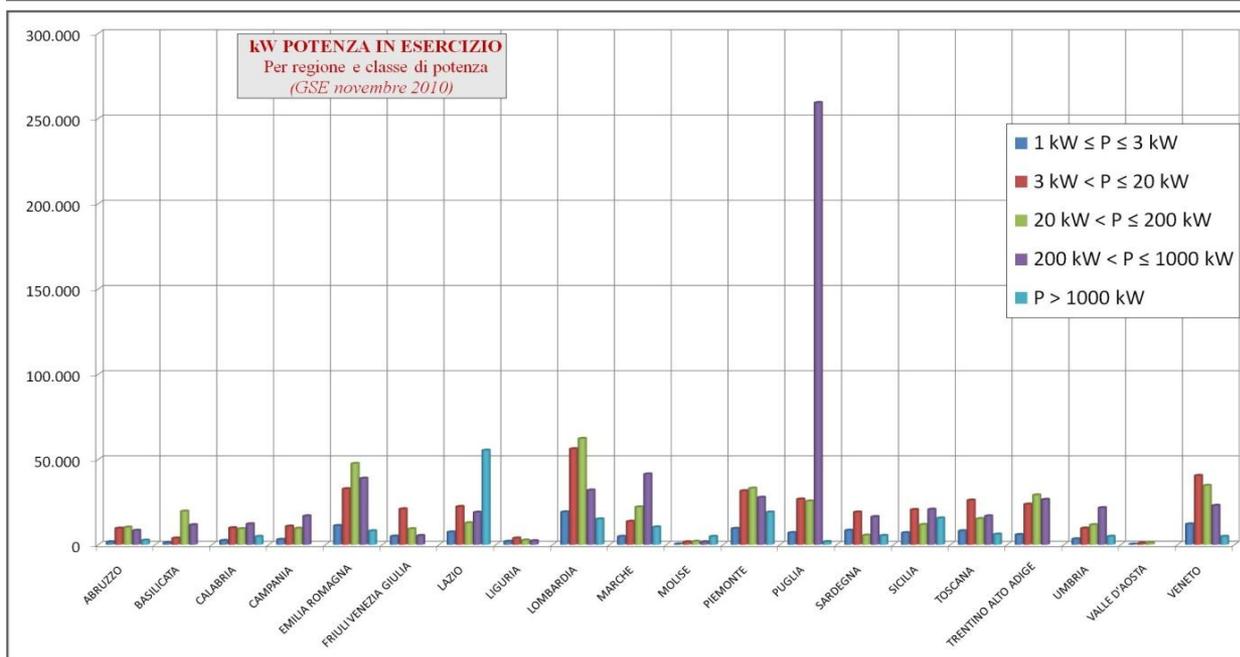
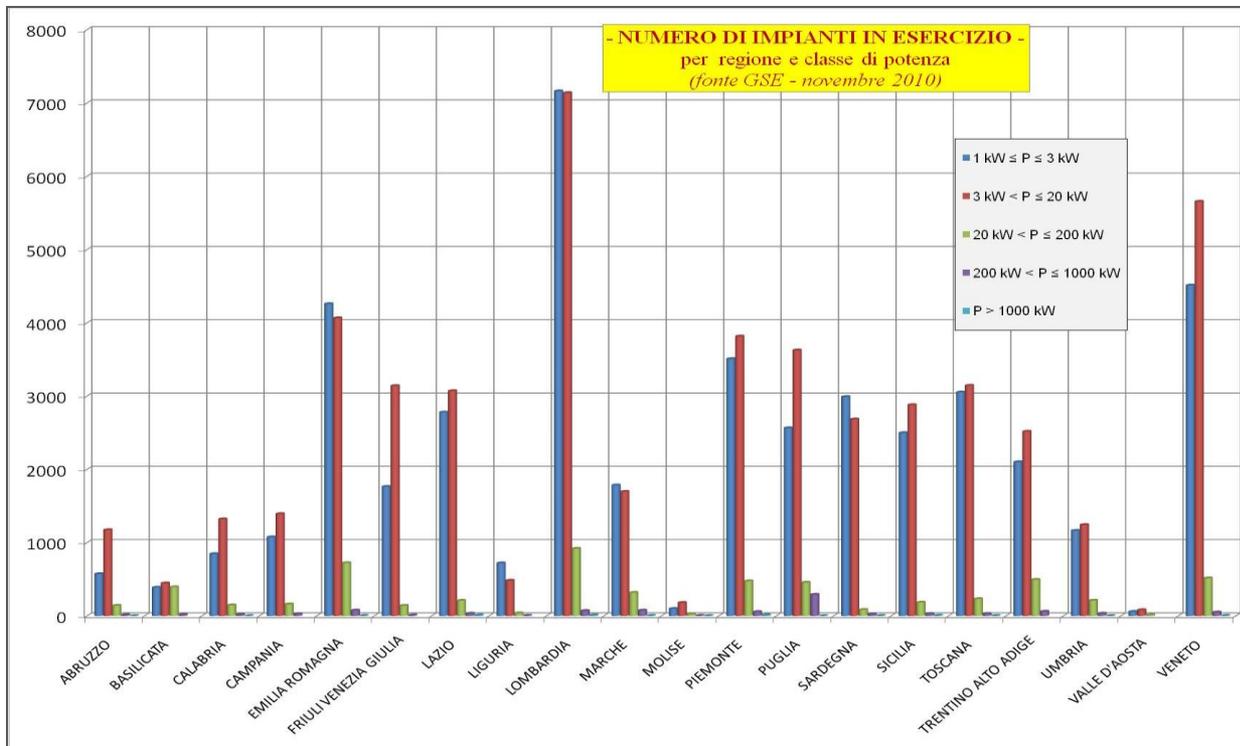


Figura 15: Resoconto economico della regione Lombardia

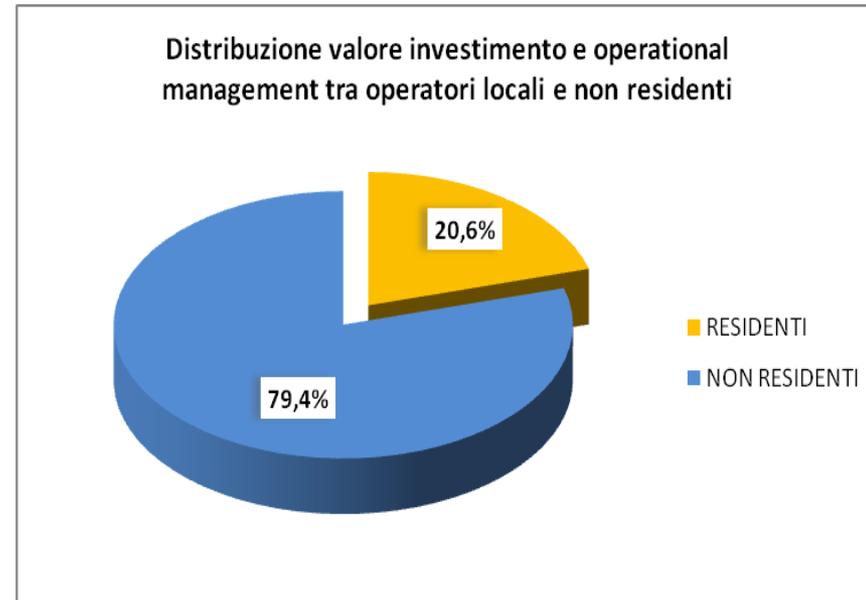
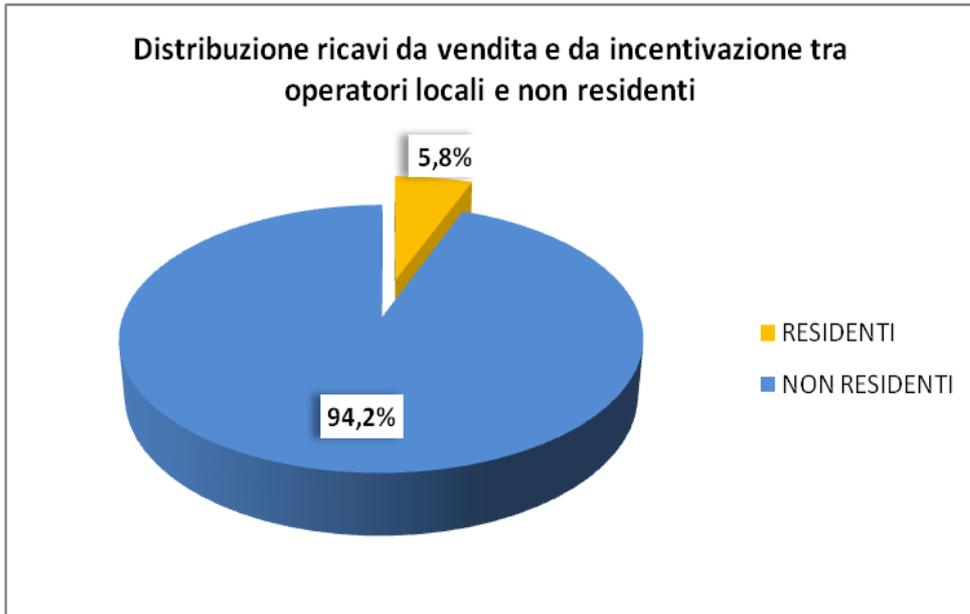
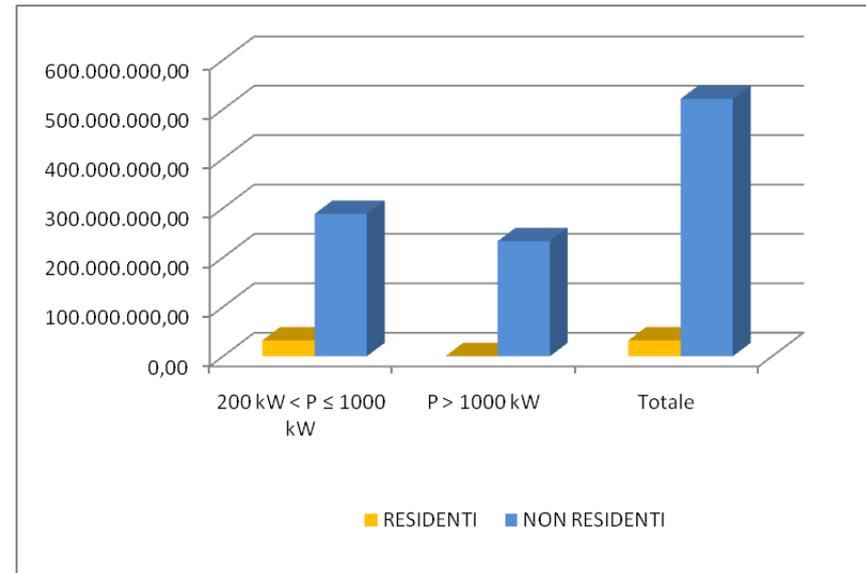


## Impianti > 200 kWp

**Producibilità annua: 1.480 kWh/kWp**

**Prezzo vendita energia: 0.11 €/kWh**

**Costo impianto: 3.200 €/kWp**



## Impianti < 200 kWp

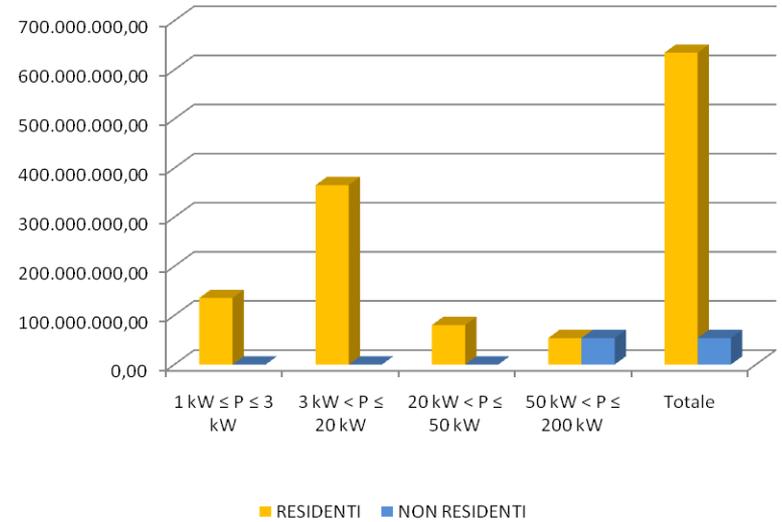
**Producibilità annua:** 1.480 kWh/kWp

**Prezzo vendita energia:** 0.11 €/kWh

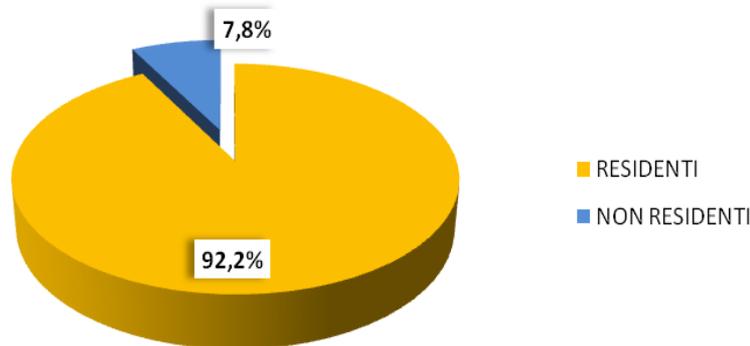
**Costo impianto :**

4.000 €/kW      kWp < 50

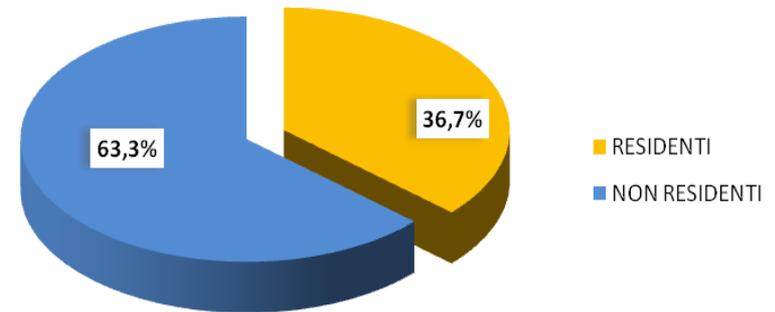
3.600 €/kW      50 < kWp < 200



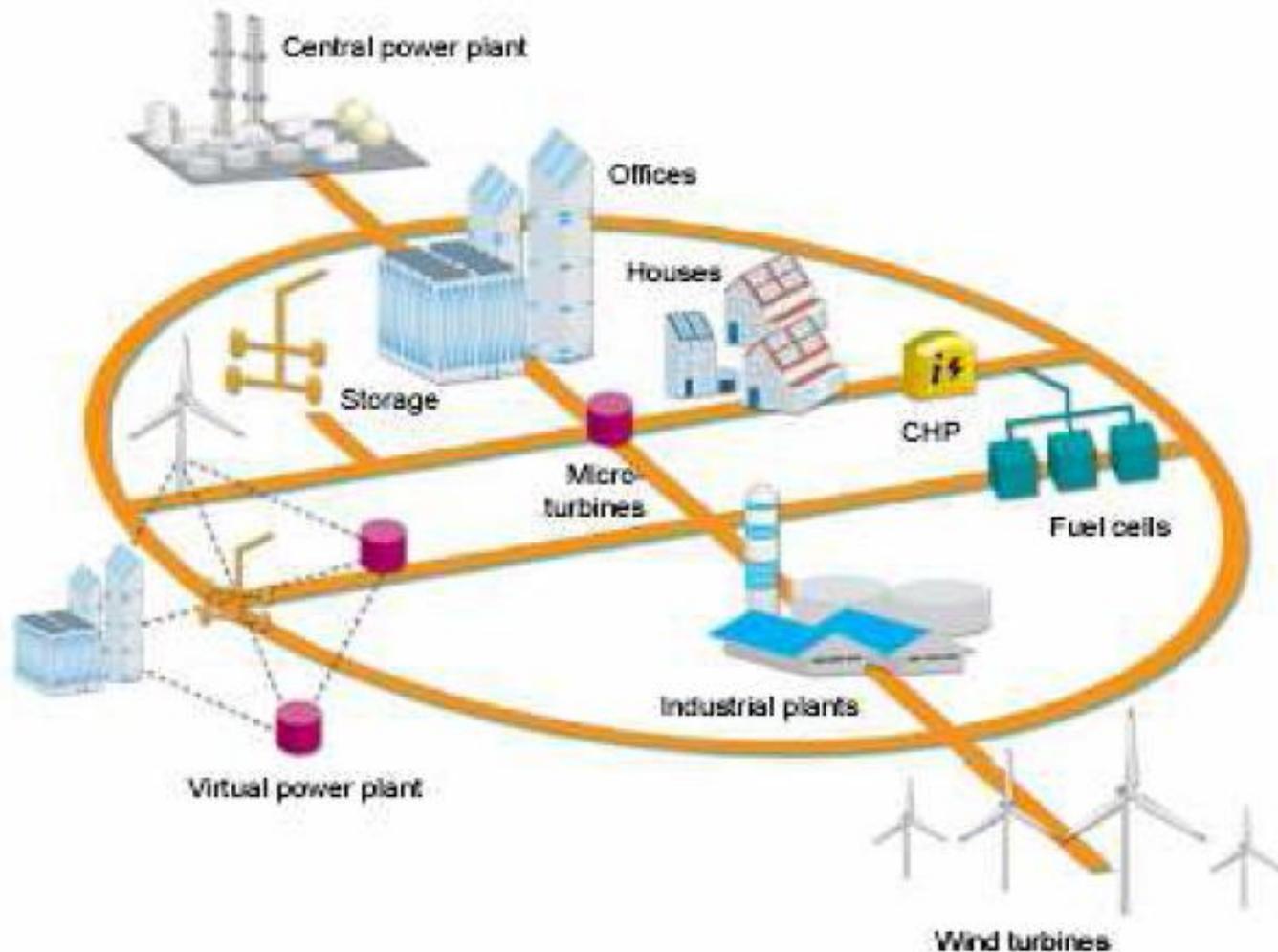
Distribuzione ricavi da vendita e da incentivazione tra operatori locali e non residenti



Distribuzione valore investimento e operational management tra operatori locali e non residenti



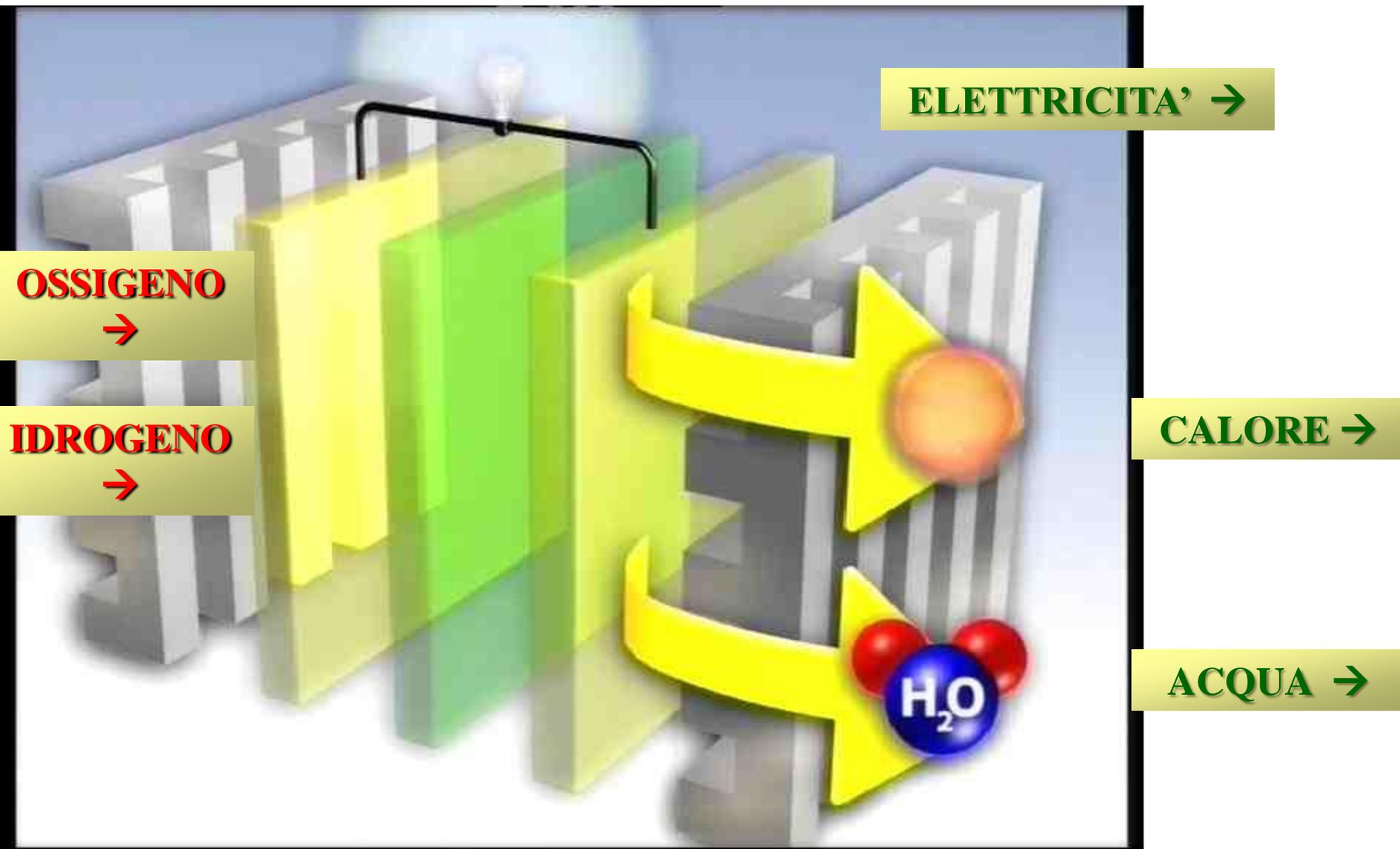
# GENERAZIONE DISTRIBUITA E PROBLEMATICHE DI GESTIONE E DI STABILITA' DELLA RETE



Fonte: Piattaforma Tecnologica Smart Grids, "Vision and Strategy for Europe Electricity Network of the Future"

**STABILIZZAZIONE DELLA RETE ELETTRICA**

# LA CELLA COMBUSTIBILE: La combustione controllata di Idrogeno e Ossigeno



**OSSIGENO**  
→

**IDROGENO**  
→

**ELETTRICITA'** →

**CALORE** →

**ACQUA** →

# FONTI RINNOVABILI IN SICILIA

**Una possibilità energetica e di sviluppo economico:  
un'alternativa e un capitale da giocare al meglio!**

Producibilità teorica per tecnologia e provincia [TWh/anno]	AG	CT	CL	EN	ME	PA	RG	SR	TP	
EOLICO	3,70	0,73	1,53	1,26	0,28	2,51	0,91	0,42	1,93	13,3
EOLICO OFFSHORE	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	0,5
FOTOVOLTAICO	0,44	0,92	0,57	0,39	0,10	0,56	0,31	0,76	1,22	5,3
BIOMASSE	0,21	0,20	-	0,13	0,03	0,78	0,36	0,00	0,30	2,0
SOLARE TERMODINAMICO	0,00	0,00	-	-	-	0,59	-	-	0,89	1,5
SOLARE TERMODINAMICO-FOTOVOLTAICO	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	0,7
EOLICO-FOTOVOLTAICO	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	0,0
COGENERAZIONE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Totali</b>	<b>4,4</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>0,4</b>	<b>4,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>	<b>5,6</b>	<b>23,3</b>

Investimenti teorici per tecnologia e provincia [miliardi di euro]	AG	CT	CL	EN	ME	PA	RG	SR	TP	
EOLICO	3,70	0,73	1,53	1,26	0,28	2,51	0,91	0,42	1,93	13,3
EOLICO OFFSHORE	-	-	-	-	-	-	-	-	1,19	1,2
FOTOVOLTAICO	1,42	2,97	1,85	1,27	0,32	1,81	0,99	2,46	3,94	17,0
BIOMASSE	0,05	0,05	-	0,03	0,01	0,19	0,09	0,00	0,08	0,5
SOLARE TERMODINAMICO	0,00	0,00	-	-	-	0,49	-	-	0,74	1,2
SOLARE TERMODINAMICO-FOTOVOLTAICO	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	0,6
EOLICO-FOTOVOLTAICO	-	-	-	-	0,21	-	-	-	-	0,2
COGENERAZIONE	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	0,0
<b>Totali</b>	<b>5,2</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>	<b>0,8</b>	<b>5,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,9</b>	<b>8,5</b>	<b>34,0</b>

SICILIA - ISTANZE AUTORIZZAZIONE UNICA

(Analisi e proiezioni del 3 marzo 2009)

(Dati Assessorato Regionale Industria - Elaborazione F. Cappello ENEA Palermo)

*... Il pensiero scientifico è ancora molto giovane e non è potuto venire a capo di moltissimi dei sommi problemi.*

*Una concezione del mondo eretta sulla scienza ha, tranne l'accentuazione del mondo esterno reale, tratti essenzialmente negativi come quello di accettare solo la verità e di rifiutare le illusioni.*

*Chi fra di noi mortali è insoddisfatto di questa situazione, chi pretende qualcosa di più per trovare una momentanea consolazione, cerchi questo qualcosa dove potrà trovarlo. Noi non ce ne avremo a male: non possiamo aiutarlo, ma nemmeno, per riguardo al lui, pensare diversamente.*

*Sigmund Freud - Medico 1856-1939*

Grazie per l'attenzione .