



www.saemsicilia.it



Le fonti energetiche alternative nell'edilizia abitativa

Verso una gestione autonoma e sostenibile delle risorse

Dott. Ing. Giuseppe Patanè



Con il patrocinio di



Ordine degli Ingegneri
della provincia di Messina



IL CONTENIMENTO E LA PRODUZIONE DELL'ENERGIA NELL'EDILIZIA CIVILE

SVILUPPO SOSTENIBILE – PRINCIPI GENERALI

- RIDUZIONE DEI CONSUMI;
- UTILIZZO DI RISORSE RINNOVABILI CON VELOCITA' NON SUPERIORE ALLA LORO RIGENERAZIONE;
- NON IMMETTERE NELL'AMBIENTE INQUINANTI CHE SUPERINO LA SUA CAPACITA' DI ASSORBIRLI;
- LA QUANTITA' DI RISORSE NON RINNOVABILI UTILIZZATE DEVE RIMANERE COSTANTE O DIMINUIRE NEL TEMPO.

EDILIZIA CIVILE

- EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE;
 - Dal 2009 il permesso a costruire è subordinato alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, alla certificazione energetica dell'edificio e a caratteristiche strutturali dell'edificio finalizzate al risparmio idrico

- EDIFICI ESISTENTI:

- DIAGNOSI ENERGETICA

Soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici (Dlgs.30/05/2008, n. 115) ;

- INDIVIDUAZIONE DI EVENTUALI ANOMALIE NEL SISTEMA “EDIFICIO IMPIANTO”;
 - ATTRIBUZIONE DI PESI ALLE ANOMALIE;
 - CALCOLO DELLE PRESTAZIONI IN TERMINI DI ENERGIA PRIMARIA;
 - OTTIMIZZAZIONE DEL SISTEMA MEDIANTE INDIVIDUAZIONE DI MIGLIORIE IMPIANTISTICHE O SULL’INVOLUCRO EDILIZIO.

FINANZIARIA 2008 - INCENTIVI

FINANZIARIA DEL 2008

➤ ELETTRODOMESTICI:

- DAL 2010 DIVIETO DI VENDITA SE INFERIORI A CLASSE A;
- DAL 2011 DIVIETO DI VENDITA SE PRIVI DI INTERRUTTORE E DIVIETO DI VENDITA DELLE LAMPADE AD INCANDESCENZA;

➤ IMPIANTI:

- CONDIZIONATORI A POMPA DI CALORE ELETTRICI O A GAS (COP, EER);
- CALDAIE A CONDENSAZIONE E VALVOLE TERMOSTATICHE (RENDSIMENTO TERMICO);
- MOTORI ELETTRICI (EFFICIENZA) ED INVERTER;
- IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

N.B.

Le certificazioni dei singoli componenti devono essere rilasciate nel rispetto della normativa europea in materia di attestazione di conformità del prodotto

ESEMPI PRATICI

Pompa di calore elettrica aria/aria

Capacità di riscaldamento nominale in W	COP tipico	COP 2008/2009	COP 2010	Capacità di raffreddamento nominale in W	EER tipico	EER 2008/2009	EER 2010
3400	2,7	3,8	3,9	2500	2,6	3,3	3,4
Consumo annuo di energia kWh	630	447	435	Consumo annuo di energia kWh	500	378	367
€/anno	113,40	80,46	78,30	€/anno	90,00	68,04	66,06

Sostituzione motore da eff.3 a eff.1

ore	4000	Ore di funzionamento annuo
kW	1,5	Potenza di targa del motore kW
FC	80	Fattore di carico %
€/kWh	0,18	Costo del kWh
hstd	76	Rendimento standard %
hHEM	87	Rendimento motore alta efficienza %
Risparmio/anno	143,74	€
Energia/anno	798,55	kWh/anno
Risparmio	0,18	tep

CONTENIMENTO DELL'ENERGIA PRODOTTA CON INVOLUCRO EDILIZIO A BASSA TRASMITTANZA

CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL' EDIFICIO

- DISPERSIONI – Energia per dispersione Qd
 - VERSO L'ESTERNO
 - LOCALI NON RISCALDATI
 - TERRENO
 - VENTILAZIONE
- APPORTI – Energia per apporto termico esterno Qa
 - ENERGIA SOLARE
 - ENERGETICO INTERNO
- FABBISOGNI ENERGETICI $Qf = \sum(Qd - \eta Qa)$

CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'IMPIANTO

$$\eta_t = \eta_e \eta_c \eta_d \eta_p$$

η_e = RENDIMENTO DI EMISSIONE η_c = RENDIMENTO DI REGOLAZIONE

η_d = RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE η_p = RENDIMENTO DI PRODUZIONE

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

$$Q_{sist} = \frac{\sum(Qd - \eta Qa)}{\eta e \cdot \eta c \cdot \eta d \cdot \eta p}$$

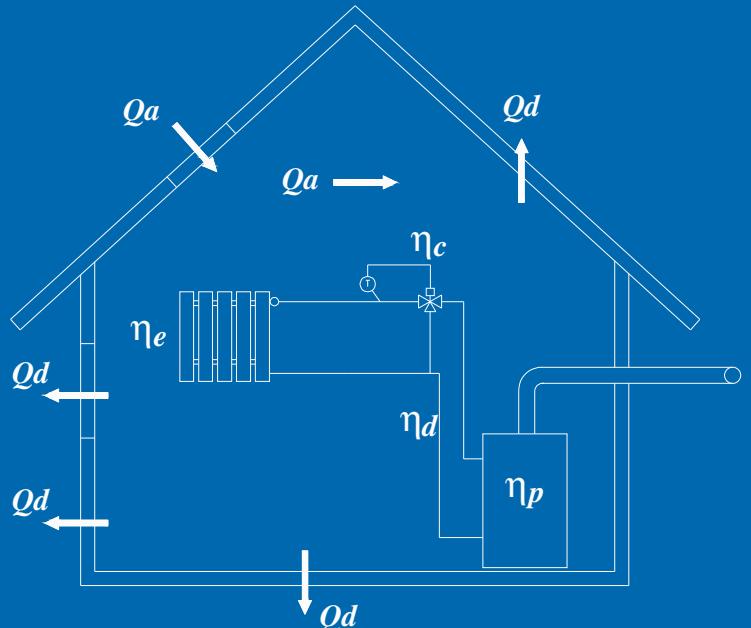
D.M. 11/03/2008

FINO AL 31/12/2009 - VALORI DI U (W/m²K)

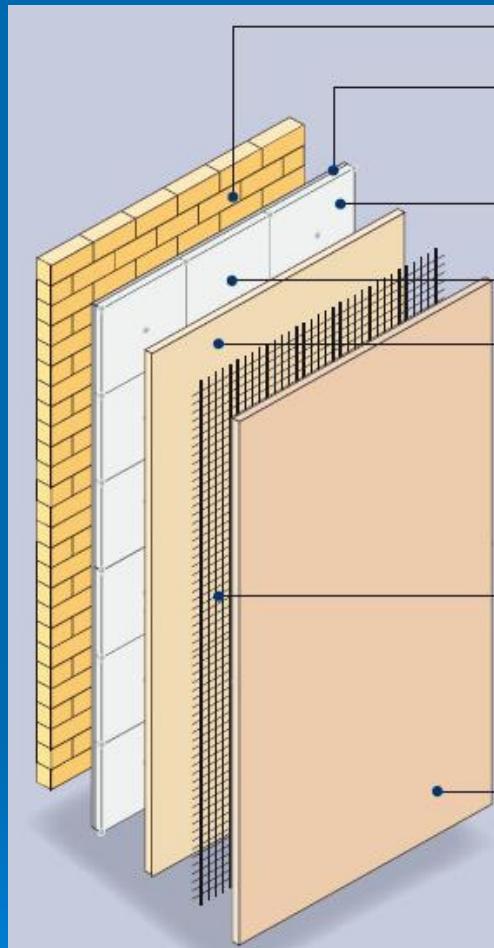
ZONA CLIMATICA	STRUTTURE OPACHE VERT.	STRUTTURE OPACHE ORIZZ. O INCL.	FINESTRE CON INFISSI
A	0,62	0,38	0,65
B	0,48	0,38	0,49
C	0,40	0,38	0,42

DAL 01 GENNAIO 2010 - VALORI DI U (W/m²K)

A	0,56	0,34	0,59	3,9
B	0,43	0,34	0,44	2,6
C	0,36	0,34	0,38	2,1



ESEMPI DI ISOLAMENTO STRUTTURE



Parete esterna
Collante

Isolante
Tasselli
Rasante

Rete di
armatura

Primer e
rivestimenti
coloranti

Struttura edilizia

Isolamento a cappotto

Calcolo spessore di isolante	S (m)	λ (W/mk)	ρ (Kg/m ³)	R(m ² K/W)
he resist.term.emissione				0,043
Intonaco plastico	0,020	0,90	1000	0,022
Intonaco calce cemento	0,015	0,90	1800	0,017
Blocchi di laterizio	0,300		900	0,943
Intonaco di gesso	0,015	0,35	1200	0,043
hi resist.term.immissione				0,123

Rtot. 1,191

U 0,84

Volendo ottenere U=0,4 ovvero Rfin. 2,50

e supponendo di utilizzare un isolante con $\lambda=0,039$

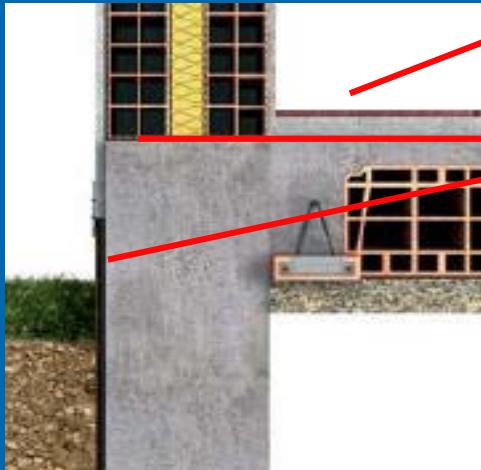
$$\Delta R = |R_{tot.} - R_{fin.}| = |1,19 - 2,50| = 1,31 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$Sisol. = \Delta R \times \lambda = 1,31 \times 0,039 = 0,051 \text{ m}$$

Volendo ottenere U=0,3 dovrei utilizzare un isolante con spessore Sisol.=0,084 m

ESEMPI DI PONTI TERMICI

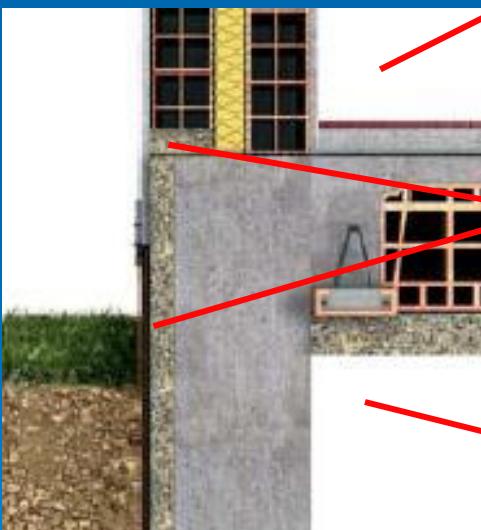
Esterno



Ambiente interno

Zone di dispersione

Esterno

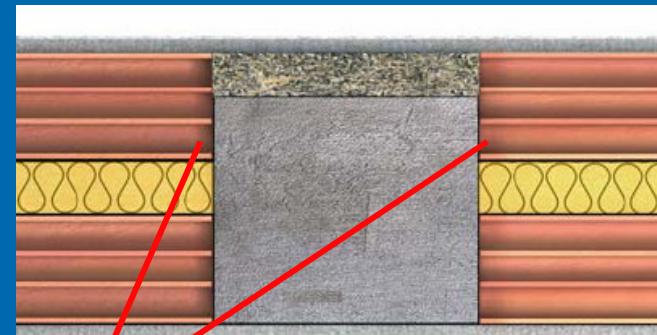


Ambiente interno

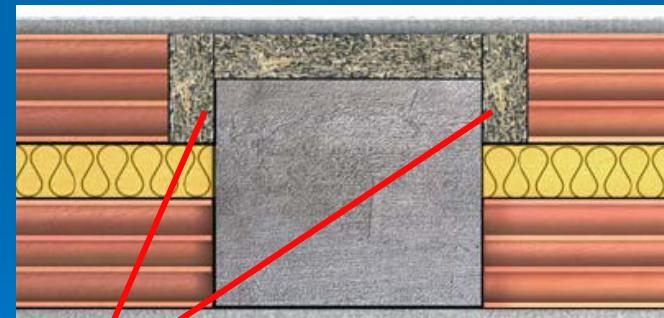
Correzione con
pannello isolante

Locale cantinato
non riscaldato

Esterno



Zona di dispersione



Correzione ponte termico di
parete isolata in intercapedine

VALORI LIMITE PER STRUTTURE VETRATE

Decreto Ministeriale 11 marzo 2008

Tabella 1. Valori limite della trasmittenza termica utile U delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in (W/m²K)

Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,62	0,38	0,65	4,6
B	0,48	0,38	0,49	3,0
C	0,40	0,38	0,42	2,6
D	0,36	0,32	0,36	2,4
E	0,34	0,30	0,33	2,2
F	0,33	0,29	0,32	2,0

(*) Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno.

2. Valori applicabili dal 1° gennaio 2010 per tutte le tipologie di edifici

Tabella 2. Valori limite della trasmittenza termica utile U delle strutture componenti l'involucro edilizio espressa in (W/m²K)

Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,56	0,34	0,59	3,9
B	0,43	0,34	0,44	2,6
C	0,36	0,34	0,38	2,1
D	0,30	0,28	0,30	2,0
E	0,28	0,24	0,27	1,6
F	0,27	0,23	0,26	1,4

(*) Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno.

Esempio sulla riduzione della trasmittanza

Abitazione con 20 m² circa di superfici vetrate

Tipo di vetro	U (W/m ² K)	Perdita annua in litri di petrolio
Vetro doppio senza pellicola riflettente	3,0	504
Vetro isolante basso emissivo	1,0	168

- Dal 01 gennaio 2008 la detrazione del 55% può essere ripartita in un numero di quote tra tre e dieci;
- non serve più l'attestato di qualificazione energetica;
- devono essere consegnati i certificati che attestano il valore complessivo di trasmittanza per la struttura finestra/infisso
- il limite di spesa massima detraibile è di € 60.000,00

AUTOPRODUZIONE DI ENERGIA

- AUTARCHIA ENERGETICA COME OBIETTIVO DI PROGRAMMAZIONE POLITICA – SVEZIA, ISLANDA, USA;
- SOLE, TERRA E VENTO:RISORSE ED OPPORTUNITA' DI LAVORO;

- SOLARE TERMICO
- SOLARE FOTOVOLTAICO
- GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA
- MICRO EOLICO



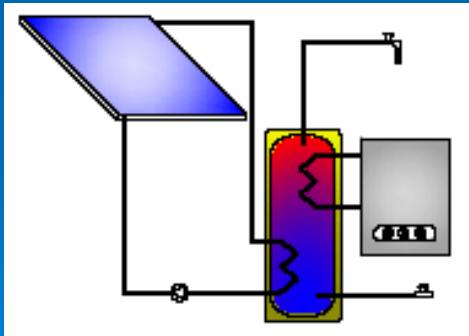
- INCENTIVI FISCALI:
 - DETRAZIONE DEL 55% SU INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI;
 - CONTO ENERGIA – INCENTIVAZIONE PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI;
 - DETRAZIONE DEL 55% SU INSTALLAZIONE DI IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA;
 - PER IL MICRO EOLICO, O SCAMBIO SUL POSTO (FINO A 200 Kw) O CERTIFICATI VERDI.
- PER GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI ED EOLICI AL DI SOTTO DEI 20 kW NON E' RICHIESTA LA VIA.

SOLARE TERMICO

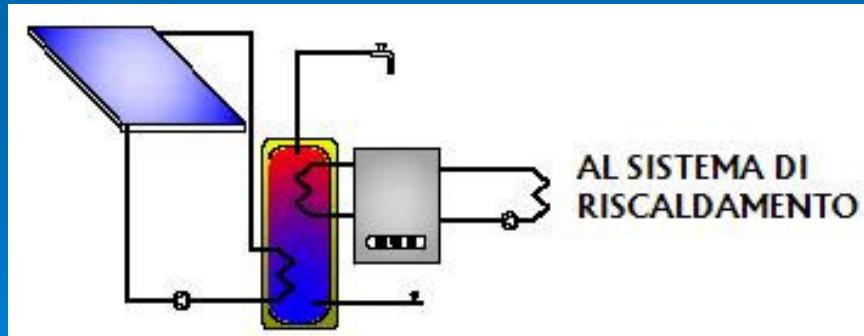
REQUISITI PER LA DETRAZIONE FISCALE

- SI RICHIENDE LA GARANZIA DI CINQUE ANNI PER BOLLITORE E PANNELLI, DUE ANNI PER TUTTI GLI ACCESSORI E COMPONENTI ELETTRICI ED ELETTRONICI;
- SI RICHIENDE CHE I PANNELLI SIANO CONFORMI ALLE NORME UNI EN 12975 O UNI EN 12976, CERTIFICATI DA UN ORGANISMO DI UN PAESE DELL'UNIONE EUROPEA E DELLA SVIZZERA;
- DAL 01 GENNAIO 2008 NON SERVE PIU' L'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA;
- L'IMPIANTO DEVE ESSERE REALIZZATO SU DI UN EDIFICIO **ESISTENTE**

L'IMPIANTO A PANNELLI SOLARI PUO' ESSERE REALIZZATO SIA PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA CHE NELL'INTEGRAZIONE CON IL SISTEMA DI RISCALDAMENTO.



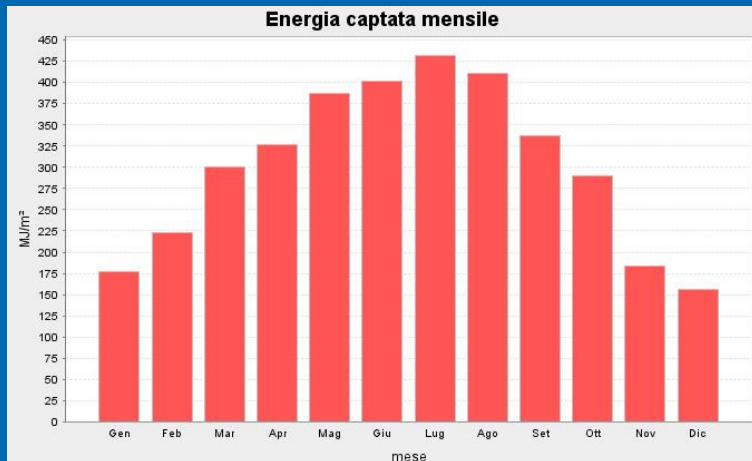
PRODUZIONE ACS



PRODUZIONE ACS + RISCALDAMENTO

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

- DATI DELLA LOCALITA' DI INSTALLAZIONE;
- DATI TIPICI DEL COLLETTORE SCELTO (COEFFICIENTI DI EFFICIENZA A-B) E POSIZIONAMENTO CON AZIMUTH E TILT.



Scelte progettuali per l'impianto solare

Scegliere mese per il calcolo: Gennaio

Fabbisogno mensile (MJ): 901

Energia captata media mensile (MJ): 177.05

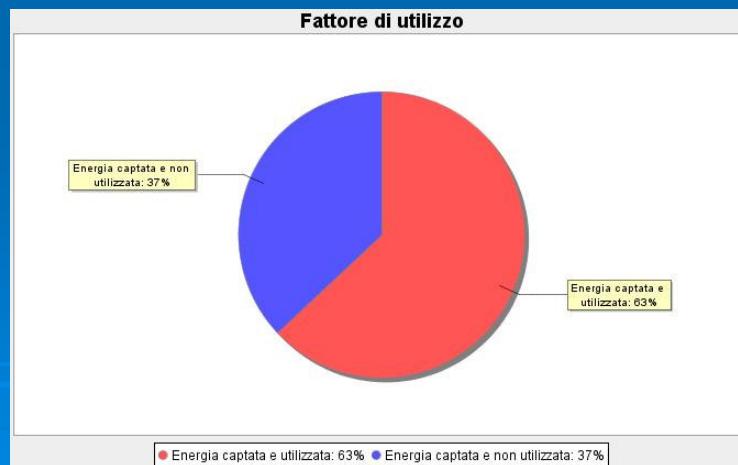
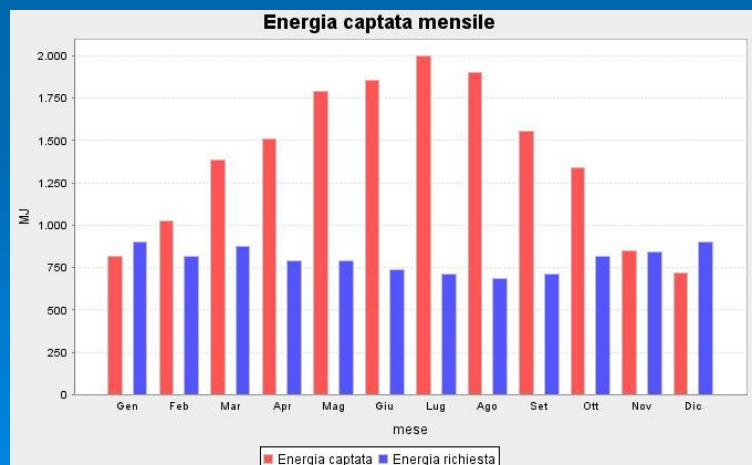
Scegliere fattore di copertura solare (%): 70

Superficie captante richiesta (m²): 3.56

Superficie captante del collettore (m²): 2.31

Numero teorico di collettori: 1.54

Scegliere il numero di collettori: 2



ANALISI ECONOMICA

Preventivo dell'impianto		Calcolo del tempo di ritorno	
Numero di collettori (n°):	2	Risparmio energetico annuo (MJ/anno):	9314
Costo unitario dei collettori (€):	XXX	Costo unitario energia (€cent/MJ):	2.5
Costo volume di accumulo (€):	XXX	Ore annuali gestione e manutenzione (h/anno):	1
Costo degli scambiatori (€):	XXX	Costo unitario lavoro(€/h):	30
Costo delle pompe (€):	XXX	Vita media dell'impianto (anni):	20
Costo del circuito idraulico di distribuzione (€):	XXX	Costo reale del capitale (%):	2
Costo sistema gestione e controllo (€):	XXX	Tasso di inflazione (%):	3
Costo realizzazione e posa in opera (%):	XXX	Tasso di inflazione dell'energia (%):	3
IVA (%):	10	Calcola tempo di recupero	
Calcola preventivo		Risparmio annuo (€/anno):	202.0
TOTALE (€):	2999	Tempo di recupero semplice (anni):	6.68
Detrazioni (%):	55	Tempo di recupero attualizzato (anni):	7.24
Calcola costo effettivo		Valore attuale netto dell'investimento (€):	1953.99
Costo (€):	1349	Riduzione di gas serra (tonn CO₂/anno):	0.51

La fonte energetica rinnovabile è conveniente economicamente.

(DPR 412 art.5 comma 16 e s.m.i.)

SIA NEL CASO DI PRODUZIONE DI ACS CHE NEL CASO DI INTEGRAZIONE PER IL SISTEMA DI RISCALDAMENTO, SI PUO' AGGIUNGERE UNA CALDAIA A GAS A CONDENSAZIONE. TALI CALDAIE PRESENTANO IL MASSIMO DEL RENDIMENTO LAVORANDO A BASSE TEMPERATURE E SONO ANCH'ESSE DETRAIBILI AL 55%, MA SOLO NEL CASO DI SOSTITUZIONE DI CALDAIA ESISTENTE

SOLARE FOTOVOLTAICO

➤ DELIBERA AEEG N° 90/07

		Tipologia di impianto fotovoltaico		
Potenza nominale dell'impianto (kW)		1 Non integrato	2 Parzialmente integrato	3 Integrato
A)	$1 \leq P \leq 3$	0,40	0,44	0,49
B)	$3 < P \leq 20$	0,38	0,42	0,46
C)	$P > 20$	0,36	0,40	0,44

Tariffe incentivanti per dimensione dell'impianto e per tipologia d'integrazione



- IN AGGIUNTA ALL'INCENTIVO SI PUO' AVERE UN ULTERIORE VANTAGGIO ECONOMICO UTILIZZANDO L'ENERGIA PRODOTTA PER:
 - LA CESSIONE IN RETE;
 - AUTOCONSUMO PARZIALE O TOTALE;
 - SCAMBIO SUL POSTO CON LA RETE ELETTRICA (SOLO PER POTENZE FINO A 20 kW).
- DAL 01 GENNAIO 2009 AL 31 DICEMBRE 2010 I VALORI SARANNO DECURTATI DEL 2%;
- NEL CASO DI NET METERING E PER POTENZE FINO A 20 kW LA TARIFFA INCENTIVANTE VIENE RICONOSCIUTA ALLA TOTALITA' DELL'ENERGIA PRODOTTA.

INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA

- IMPIANTO NON INTEGRATO;
- IMPIANTO PARZIALMENTE INTEGRATO:
 - MODULI COMPLANARI SU TETTI, FACCIADE, BALAUSTRE O POGGIATI SU TERRAZZI CON ALTEZZA MIN. DI BALAUSTRA NON INFERIORE ALL'ASSE MEDIANO DEL MODULO FOTOVOLTAICO. POGGIATI SU ELEMENTI DI ARREDO URBANO
- IMPIANTO CON INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA:
 - MODULI SOSTITUTIVI DI MATERIALI DI RIVESTIMENTO, ANCHE TRASPARENTI, DEGLI EDIFICI;
 - MODULI INTEGRATI IN PENSILINE, PERGOLE, TETTOIE, ELEMENTI DI ILLUMINAZIONE E STRUTTURE PUBBLICITARIE;
 - MODULI INTEGRATI IN BALAUSTRE, PARAPETTI, FINESTRE E PERSIANE

Integrazione parziale



Integrazione totale



ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO

- LOCALITA' – CATANIA;
- TIPOLOGIA INTEGRAZIONE TOTALE;
- CONSUMI ANNUI 15.000 kWh;
- ESPOSIZIONE SUD CON INCLINAZIONE FALDA 30°.



DATI IMPIANTO

No. complessivo moduli	32
Rapporto potenza nominale	106 %
Potenza stringa (ingresso)	5,92 kW
Quota di potenza (ingresso)	100 %
Tensione MPP stringa a 15 °C	401 V
Tensione MPP stringa a 50 °C	342 V
Tensione MPP stringa a 70 °C	309 V
Tensione MPP min., tensione di rete impostata: 230 V	246 V
Tensione a vuoto della stringa -10 °C	541 V
Tensione CC max. consentita inverter	600 V
Corrente max. generatore FV	15,4 A
Corrente CC max. consentita	18,4 A
Numero di stringhe (inverter: 4 ingressi)	2
Numero di moduli per ogni stringa min=13; max=17	16

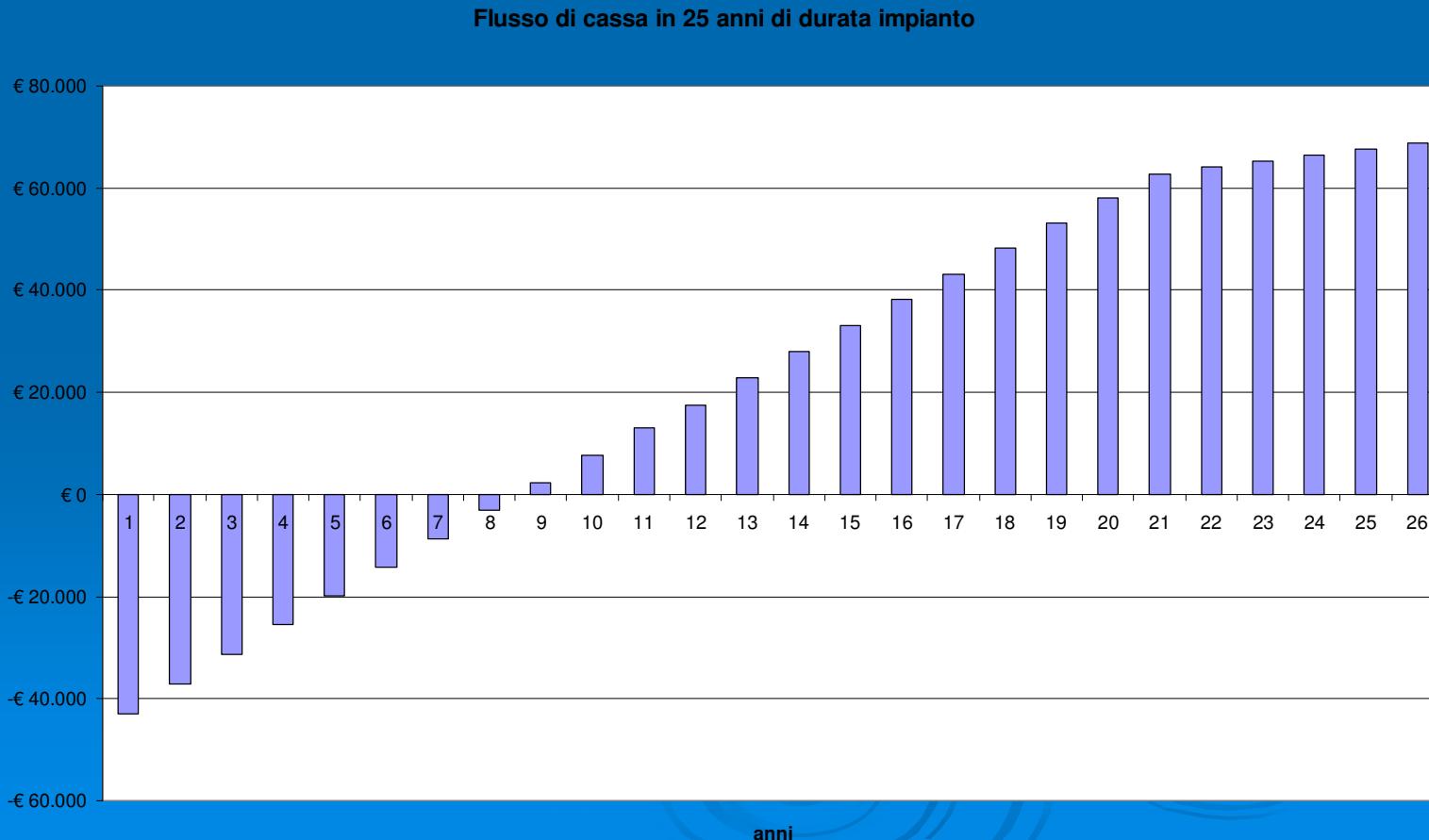
Potenza installata	6	kW
Producibilità linda impianto	11.112	kWh/anno
Perdite di trasformazione dell'impianto	15	%
Producibilità netta unitaria	1.574	kWh/kW/anno
Producibilità netta impianto	9.445	kWh/anno
Perdita di produttività annua	1	%
Vita utile impianto	25	anni

Inverter	
Numero di inverter	1
Potenza CC max. dell'inverter	6,30 kW
Potenza CA max. dell'inverter	6,00 kW
Tasso di utilizzazione dell'inverter	94,6 %
Rapporto potenza nominale	106 %

ANALISI ECONOMICA

CONSIDERANDO UN COSTO DI € 6.500,00 AL kWp INSTALLATO SI AVRA' UN COSTO TOTALE DI € 42.900,00 IVA INCLUSA (10%).

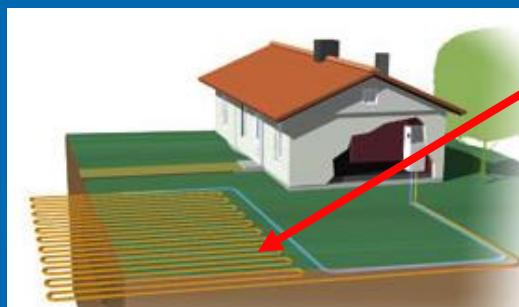
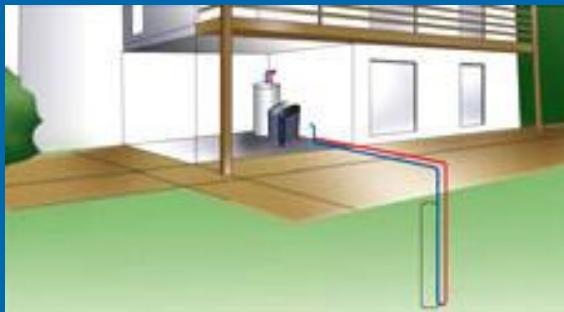
DAL RISPARMIO DI ENERGIA ANNUA PER AUTOCONSUMO PARI A € 1.558,00 E DAL RICAVO DA CONTRIBUTI PER CONTO ENERGIA PARI A € 4.344,00 SI OTTIENE UN RICAVO TOTALE ANNUO DI € 5.902,00. IL RIENTRO DELL'INVESTIMENTO E' PREVISTO TRA L'OTTAVO ED IL NONO ANNO. ALLA FINE DEI 20 ANNI DI CONTRATTO CON IL GSE RESTA IL RISPARMIO DOVUTO ALL'AUTOCONSUMO.



IMPIANTI GEOTERMICI

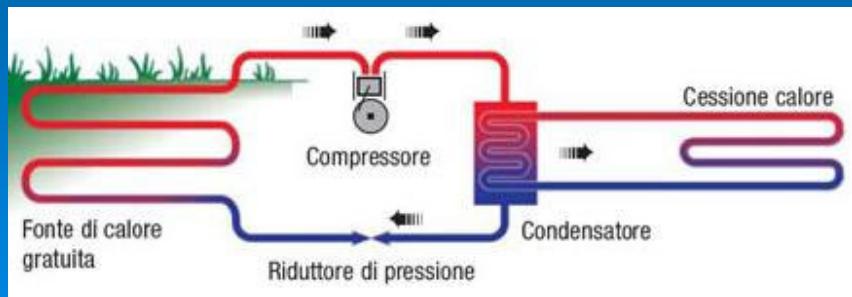
TIPOLOGIE DI IMPIANTI GEOTERMICI:

- VERTICALI CON SONDE NEL TERRENO IN PROFONDITA' VARIABILI TRA 60-100 m;
- ORIZZONTALI CON PROFONDITA' DI SCAVO DI CIRCA 1,5 m E SUPERFICIE DI TERRENO INTERESSATA DI CIRCA 250 m² PER ABITAZIONE DI CIRCA 140 m²



IL TERRENO DI INTERRO DEVE ESSERE LIBERO DA ALBERI O ARBUSTI CON RADICI PROFONDE

LE POMPE DI CALORE GEOTERMICHE A BASSA ENALPIA SFRUTTANO IL SOTTOSUOLO COME SERBATOIO TERMICO, DAL QUALE ESTRARRE CALORE DURANTE LA STAGIONE INVERNALE, ED AL QUALE CEDERLO DURANTE LA STAGIONE ESTIVA.



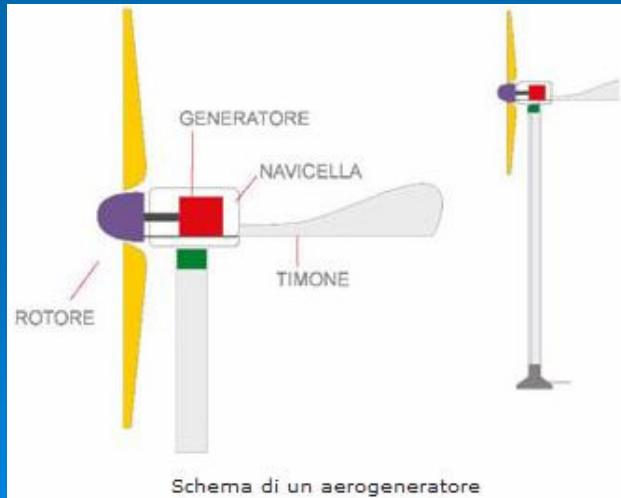
SCHEMA INVERSO NEL CASO DI FUNZIONAMENTO ESTIVO

PUR AVENDO COP>4,7 GLI IMPIANTI SONO POCO DIFFUSI PER GLI ELEVATI COSTI (CIRCA € 17.000,00 PER ABITAZIONE DI 140 m²)

IMPIANTI MICRO EOLICI

- INCENTIVI PER L'UTILIZZO:
 - SCAMBIO SUL POSTO FINO A 200 kW;
 - CERTIFICATI VERDI
- PER PROGETTARE IL SISTEMA OCCORRE CONOSCERE:
 - CURVA DI DURATA DELLA VELOCITA' DEL VENTO;
 - DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DELLA VELOCITA' DEL VENTO.

SCHEMA TIPICO DI UN
AEROGENERATORE



SOLUZIONE CON
ROTORE VERTICALE