

# smart village *in tour*

**PERUGIA, 13 marzo 2013**

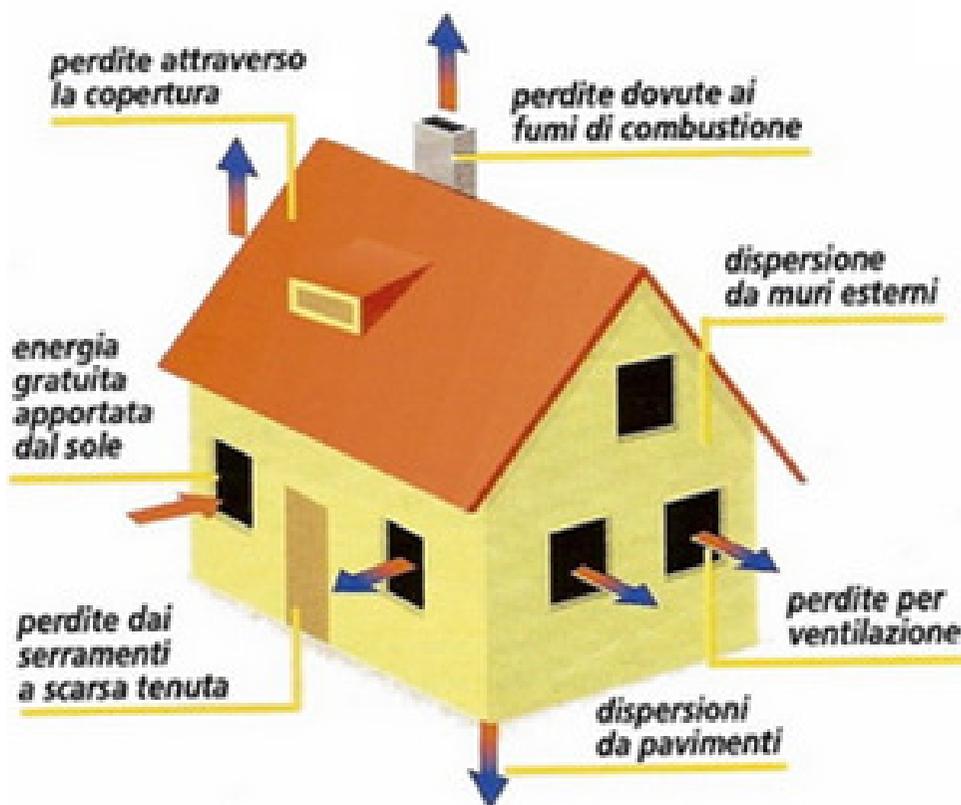
**Casa passiva: un metodo di progettazione e non uno standard**

Umberto Desideri, Emanuele Aloisi



Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria (Industriale)

# Bilancio energetico di una casa



## CASA PASSIVA



< 15kWh/m<sup>2</sup>anno

< 30kWh/m<sup>2</sup> anno

< 50kWh/m<sup>2</sup> anno

< 70kWh/m<sup>2</sup> anno

< 90kWh/m<sup>2</sup> anno

< 120kWh/m<sup>2</sup> anno

< 160kWh/m<sup>2</sup> anno

> 160kWh/m<sup>2</sup> anno

# Differenze di prestazioni energetiche



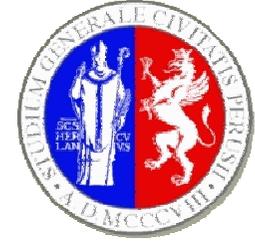
<b>EDIFICIO CONVENZIONALE italiano (dati ENEA) 200 m<sup>2</sup> di superficie abitabile</b>	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	175 KWh/ m <sup>2</sup> a	68%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	25 KWh/ m <sup>2</sup> a	12%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	20KWh/ m <sup>2</sup> a	20%
	<b>CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO</b>	<b>220KWh/ m<sup>2</sup>a</b>	<b>100%</b>
<b>EDIFICIO LOW ENERGY con 185 m<sup>2</sup> di superficie abitabile</b>	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	59 KWh/ m <sup>2</sup> a	69%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	11 KWh/ m <sup>2</sup> a	12%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	16 KWh/ m <sup>2</sup> a	19%
	<b>CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO</b>	<b>86 KWh/ m<sup>2</sup>a</b>	<b>100%</b>
<b>EDIFICIO PASSIVO con 185 m<sup>2</sup> di superficie abitabile</b>	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	15 KWh/ m <sup>2</sup> a	36%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	11 KWh/ m <sup>2</sup> a	26%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	16 KWh/ m <sup>2</sup> a	38%
	<b>CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO</b>	<b>42 KWh/ m<sup>2</sup>a</b>	<b>100%</b>

EPI 47

EPacs 3,5

EPill 16

# Cosa è una casa passiva



*Una casa passiva rappresenta una tipologia edilizia che assicura il benessere termico senza alcun impianto di riscaldamento "convenzionale" ed è detta passiva perché la somma degli apporti passivi di calore dell'irraggiamento solare trasmessi dalle finestre e il calore generato internamente all'edificio da elettrodomestici e dagli occupanti stessi sono sufficienti a compensare le perdite dell'involucro durante la stagione fredda.*

*Il concetto di casa passiva (Passivhaus) è stato ideato nel 1988 da **Wolfgang Feist**, fondatore e direttore del Passivhaus-Institut Darmstadt (Germania), e da **Bo Adamson** dell'Università Lund (Svezia). Il primo edificio passivo è stato costruito nel 1991 a Dramstadt-Kranichstein ed è caratterizzato da un fabbisogno energetico medio attorno ai 10 kWh/m<sup>2</sup>anno.*

*Alla luce dei risultati ottenuti, questa tipologia edilizia si è diffusa in tutto il mondo, anche se bisogna affermare che il maggior numero di case passive, pari a circa 32000 (maggio 2011), è stato realizzato negli stati dell'Europa centro settentrionale.*

# Requisiti delle case passive



## Requisiti progettuali e costruttivi:

- *fabbisogno energetico specifico*
- *forma, orientamento, disposizione dei locali e consumi elettrici*
- *involucro e finestre*
- *impianti*
- *comfort*

## Evoluzione per il clima mediterraneo:

- *fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento*
- *involucro e finestre*
- *comfort*

REQUISITI		
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento		≤15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento		≤120 kWh/(m <sup>2</sup> a)
REQUISITI		
Trasmittanza	Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	≤15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Trasmittanza	Fabbisogno energetico specifico primario totale	≤120 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Trasmittanza	Trasmittanza termica involucro opaco	<0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
Fattore solare	Trasmittanza termica serramento	<0,80 W/(m <sup>2</sup> K)
Tenuta all'aria	Trasmittanza termica serramento montato	<0,85 W/(m <sup>2</sup> K)
Assenza di ponti termici	Fattore solare finestre	>0,50
Rendimento	Tenuta all'aria n50 ( Blower-Door-Test )	≤0,60 vol/h
Temperatura	Assenza di ponti termici (ψ = lineare)	≤0,01 W/(mK)
	Rendimento recuperatore di calore	≥ 80 %
	Temperatura operativa invernale	20 °C
REQUISITI AGGIUNTIVI		
Fabbisogno energetico	Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	≤15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Temperatura	Tenuta all'aria n50 ( Blower-Door-Test )	fino a 1 vol/h
	Temperatura operativa estiva	26 °C

## Caso in studio

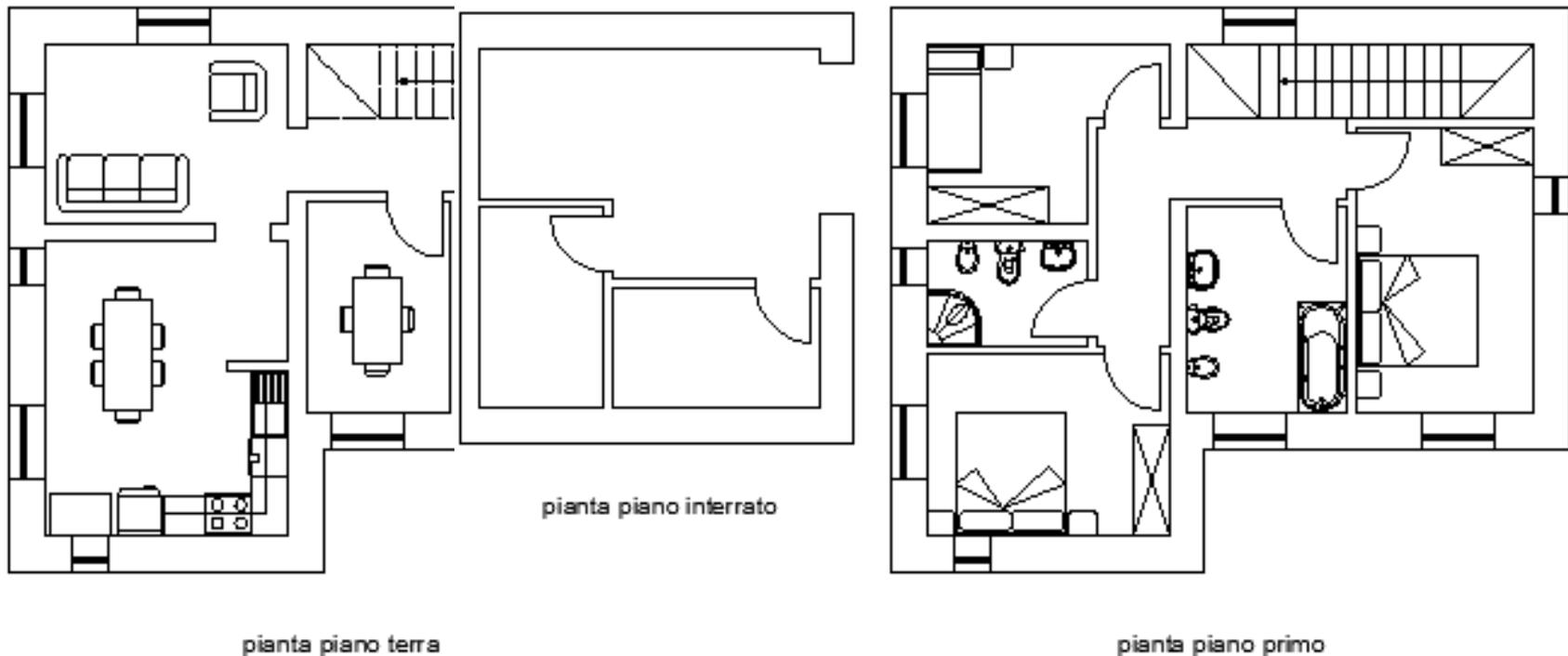


- Progettare una *casa passiva unifamiliare* con le caratteristiche tipiche dell'edilizia italiana che vada bene per i diversi climi italiani.
- Modellazione in *regime dinamico* della casa progettata utilizzando il programma *Trnsys*.
- Valutazione delle *prestazioni energetiche* della casa in esame in differenti zone climatiche italiane mediante l'analisi delle *simulazioni* effettuate.

# Una casa passiva monofamiliare



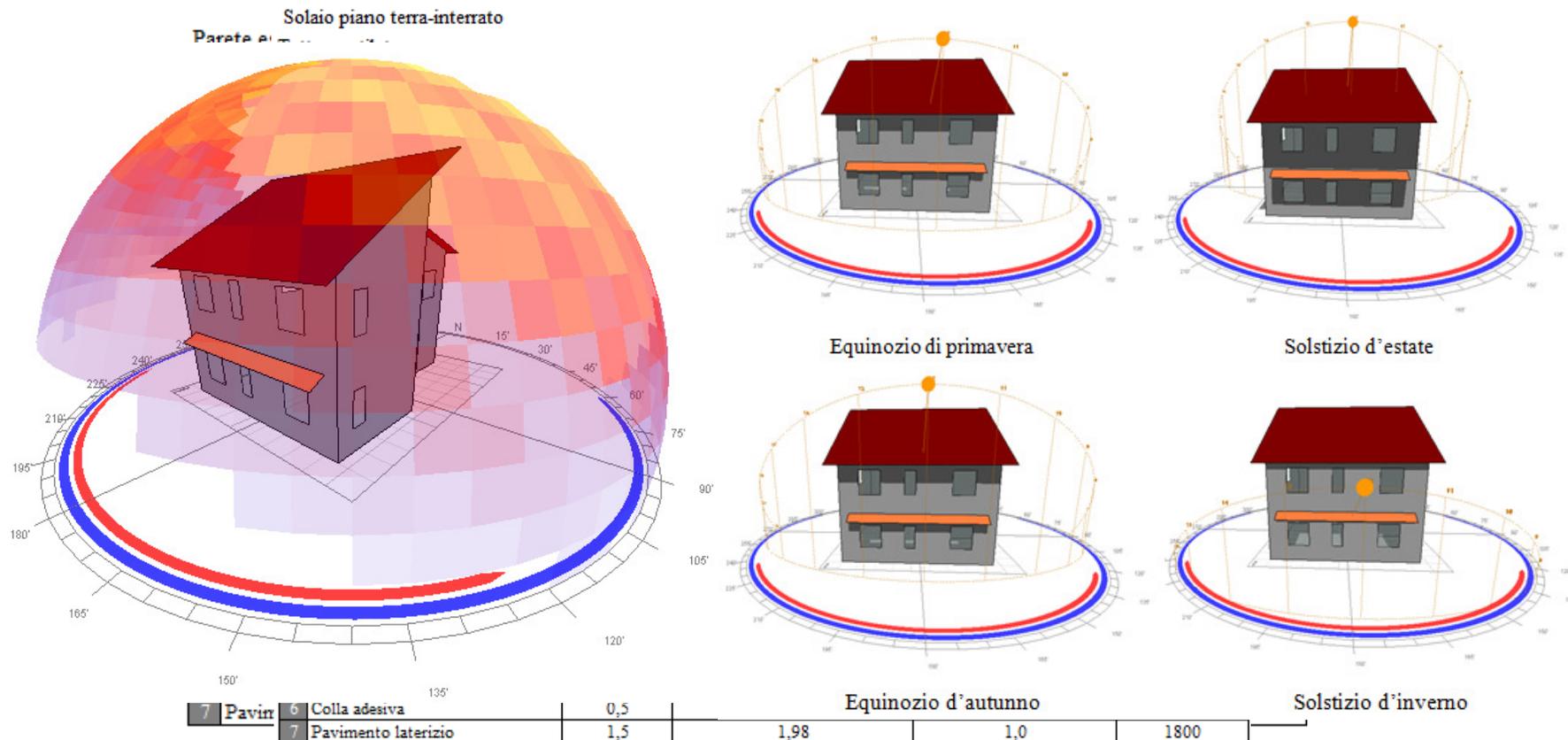
*La prima fase è rappresentata dalla progettazione architettonica dell'edificio in esame tenendo conto dei requisiti prima esposti e dei limiti strutturali imposti dalla normativa vigente (NTC 2008).*



# Una casa passiva monofamiliare



*Sono stati poi scelti i pacchetti strutturali e il tipo di finestre, valutando anche il contributo alla riduzione dell'irradiazione solare degli aggetti posti sopra le finestre mediante il software Ecotect Analysis 2010.*





*Trnsys, acronimo di “TRaNsient System Symulation”, è una piattaforma completa e flessibile che consente la simulazione dinamica di vari sistemi, inclusi edifici multizona.*

*È stato impiegato perché grazie alle simulazioni dinamiche è possibile ricreare il comportamento energetico del sistema edificio-impianti prendendo in considerazione sia le oscillazioni delle condizioni interne sia le fluttuazioni delle condizioni climatiche.*

*Il metodo risolutivo di questo programma è quello delle funzioni di trasferimento.*

*Per il calcolo del fabbisogno energetico si usa un bilancio termico orario che tiene conto degli effetti di accumulo e rilascio termico dei componenti edilizi opachi dell'edificio*



T e RH aria esterna di Roma da Trnsys.

# Metodologia di calcolo



*I dati di input per lo studio di una casa passiva sono quelli **meteorologici** in quanto la radiazione solare rappresenta la fonte principale per il riscaldamento.*

*Per l'inserimento nel nostro modello è stato impiegato il Type che legge i dati (orari) meteo della città desiderata da un file .tm2. Questi sono ottenuti mediando i dati di stazioni meteo relativi agli anni 1961-1990 e forniti dal programma **Meteonorm**.*

*I valori assunti per la durata (cioè l'intervallo temporale) della simulazione e per lo step temporale sono rispettivamente:*

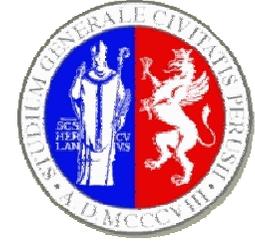
- *un **anno**, cioè da 0 a 8760 ore*
- *un' **ora***

*Le simulazioni eseguite, come già detto, sono servite per valutare le prestazioni energetiche della casa passiva unifamiliare oggetto del seguente lavoro.*

*Esse riguardano:*

- *il calcolo della **temperatura** dell'aria all'interno delle zone termiche*
- *il calcolo della **domanda di energia** per il riscaldamento e raffrescamento delle stesse zone*

# Metodologia di calcolo



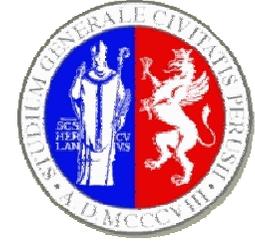
*Queste grandezze sono state valutate per le tre città italiane prese in esame, cioè:*

- Roma
- Palermo
- Bologna

*Infine è necessario dire che le **grandezze che influenzano** di più le prestazioni energetiche di questa tipologia di casa sono: la percentuale del volume totale di aria interna che viene cambiata in un'ora, il funzionamento dello scambiatore di calore e in maniera minore lo spessore dell'isolante e la lunghezza del tubo interrato che pretratta l'aria in ingresso.*

*Queste, saranno ottimizzate di volta in volta nelle varie simulazioni al fine di raggiungere i requisiti previsti per lo standard Passivhaus.*

# Roma



*La prima città considerata è Roma con un clima mediterraneo, mite e confortevole. Essa secondo la classificazione climatica del territorio appartiene alla zona D.*

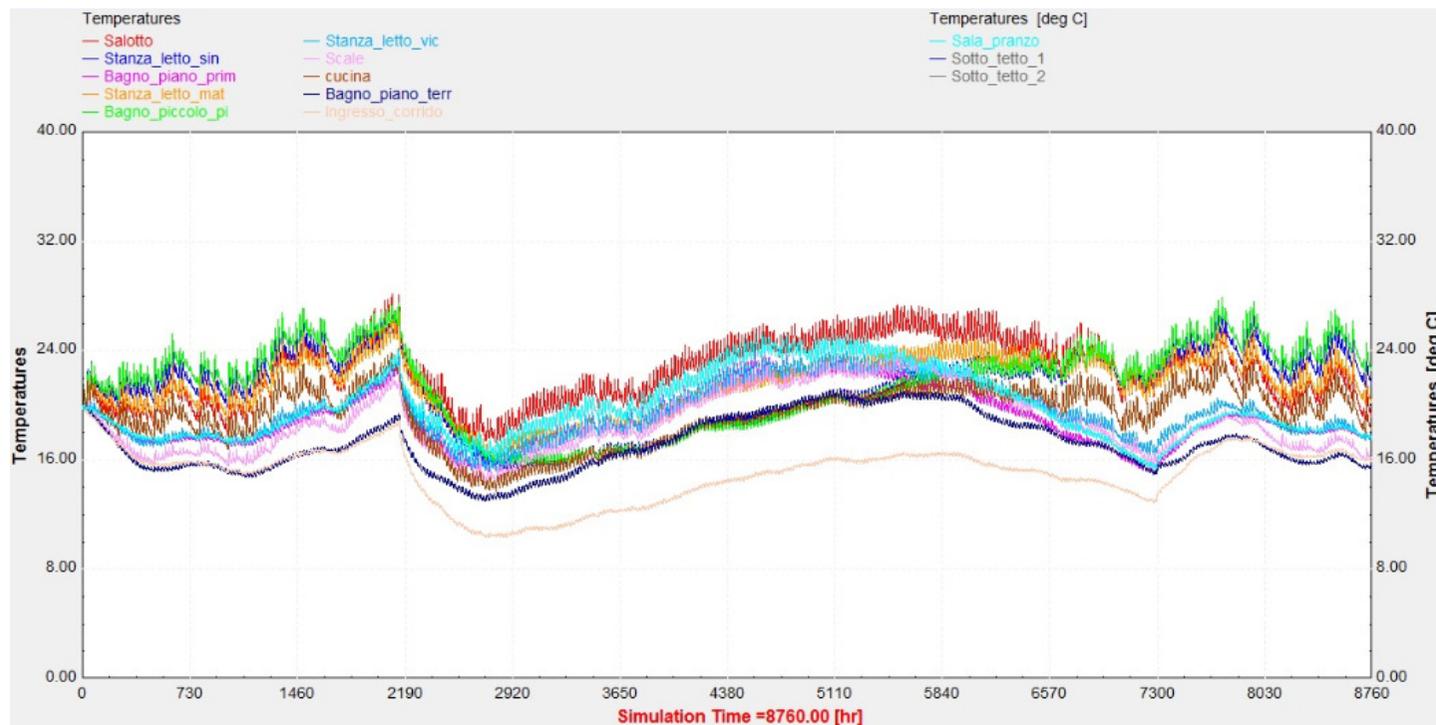
*Per il calcolo della temperatura dell'aria interna di ciascuna zona, si sono assunti come valori iniziali una temperatura di 20° C e un'umidità relativa del 50%.*

*Per calcolare invece la domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento delle zone si è assunta una temperatura di set point pari a 20° C per il periodo invernale e 26° C per il periodo estivo.*

*Queste condizioni sono state considerate per tutte e tre le città prese in esame. Invece come detto prima sono stati ottimizzati sia la ventilazione che il funzionamento dello scambiatore di calore.*

## *Temperatura dell'aria interna:*

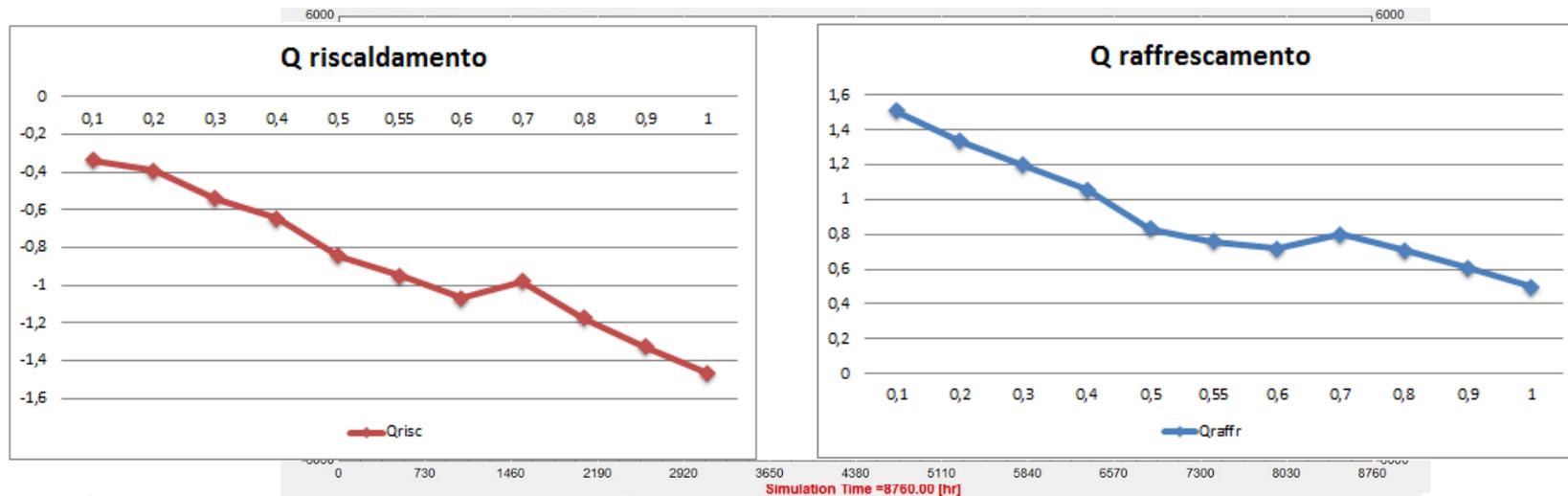
Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-marzo
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18





## Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento:

Prove	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ventilazione	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Funzionamento scambiatore di calore	dic-feb	nov-mar	nov-mar	nov-mar							
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre										
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18



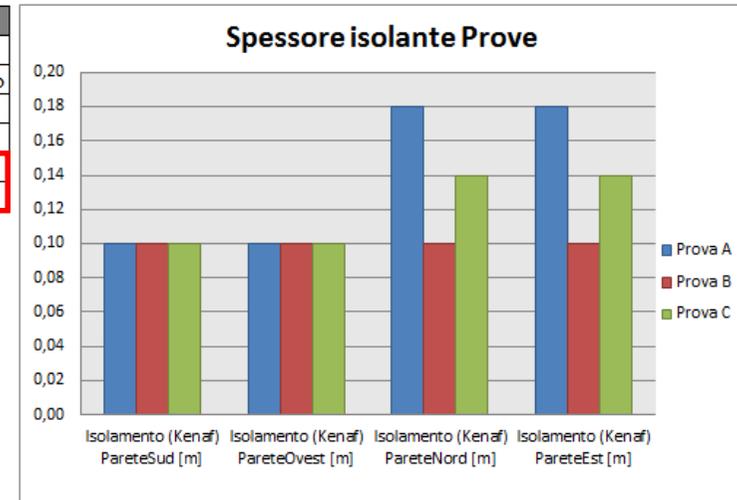
## Confronto con casa convenzionale:

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	18,83 kWh	1,5 kWh
Domanda di raffrescamento	4,24 kWh	1,5 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	152,29 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	6,41 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)

## *Influenza dello spessore dell'isolante:*

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,55	0,55	0,55
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre	sempre	sempre
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	10	10	10
Isolamento parete nord e est [cm]	18	10	14

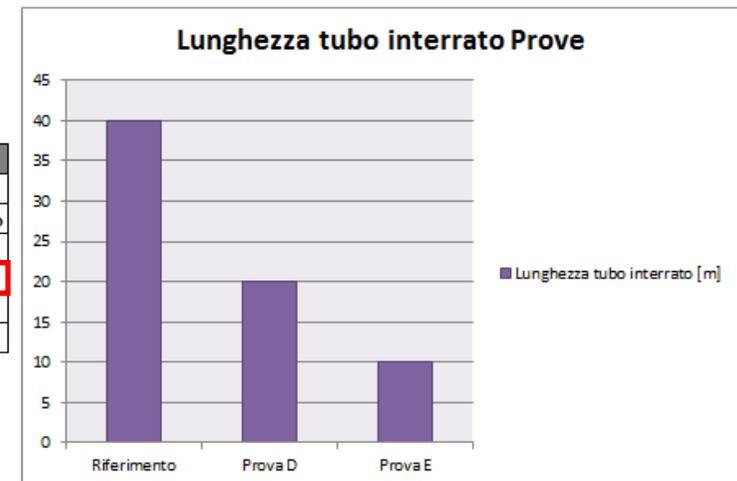
Prova	Q riscaldamento	U.M.	Q raffrescamento	U.M.
Prova 1	-1,081486693	KW*hr	0,691659376	KW*hr
Prova 3	-1,115088925	KW*hr	0,686148343	KW*hr
Prova 2	-1,154847349	KW*hr	0,677824343	KW*hr



## *Influenza della lunghezza del tubo interrato:*

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,55	0,55	0,55
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre	sempre	sempre
Lunghezza tubo interrato [m]	40	20	10
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

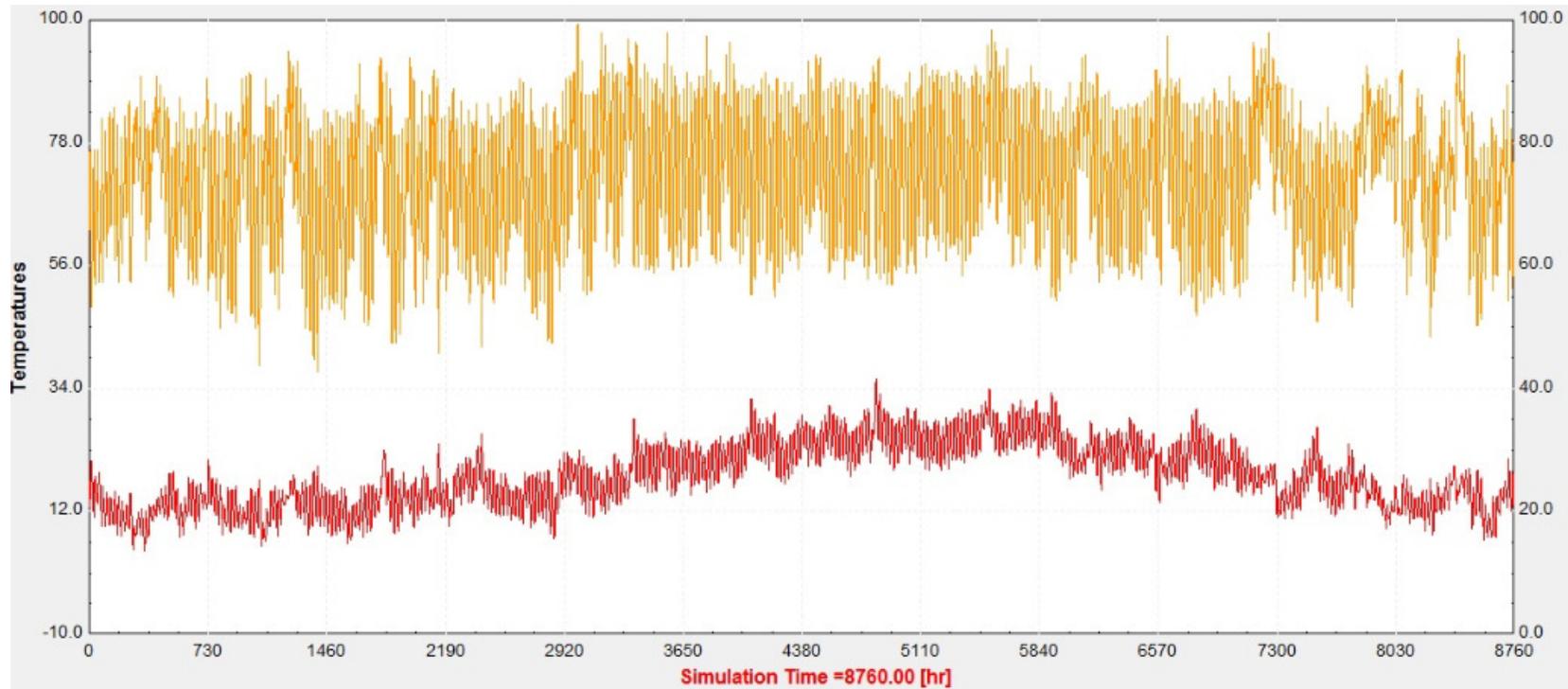
Prova	Q riscaldamento	U.M.	Q raffrescamento	U.M.
Riferimento	-0,95	KW*hr	0,76	KW*hr
Prova 2	-0,94	KW*hr	0,79	KW*hr
Prova 3	-0,91	KW*hr	0,99	KW*hr



# Palermo

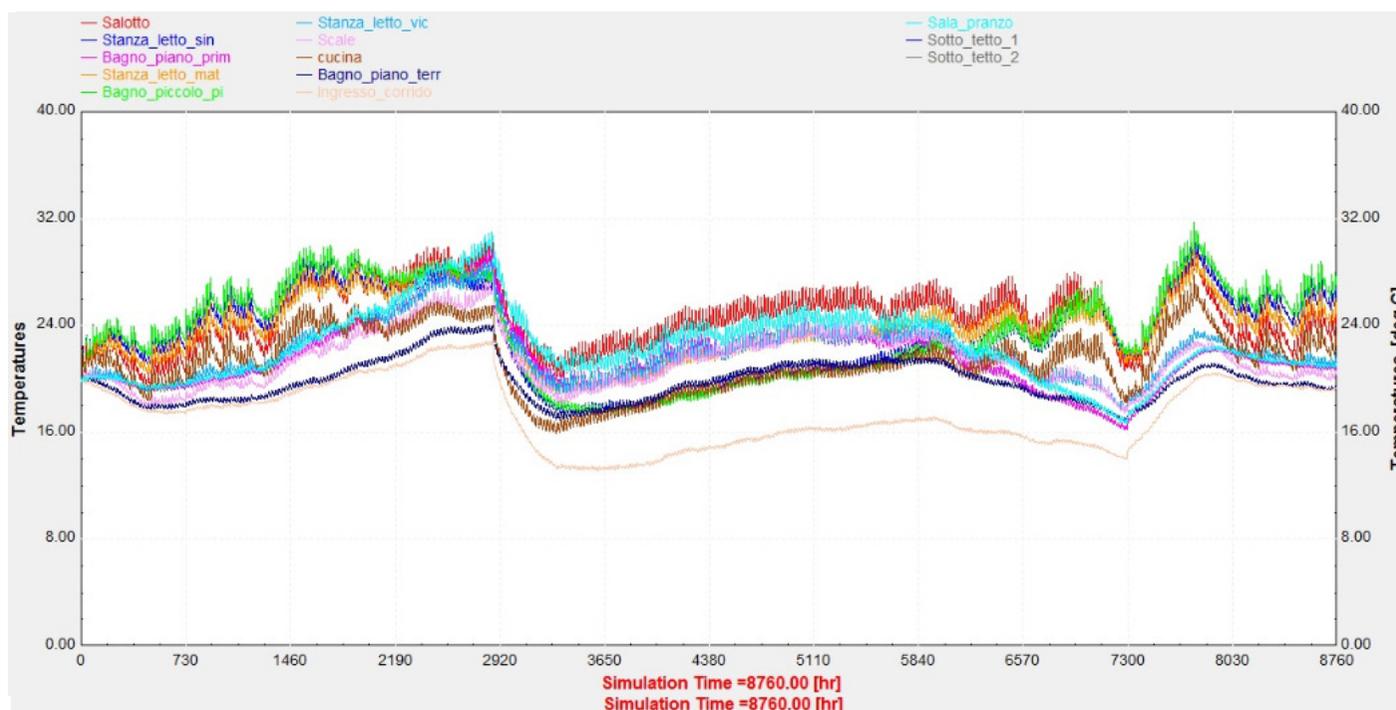


*La seconda città considerata è Palermo, caratterizzata da estati aride e calde, stagioni intermedie con temperature miti e inverni freschi con temperature raramente sotto lo zero. Essa appartiene alla zona B della classificazione climatica del territorio italiano.*



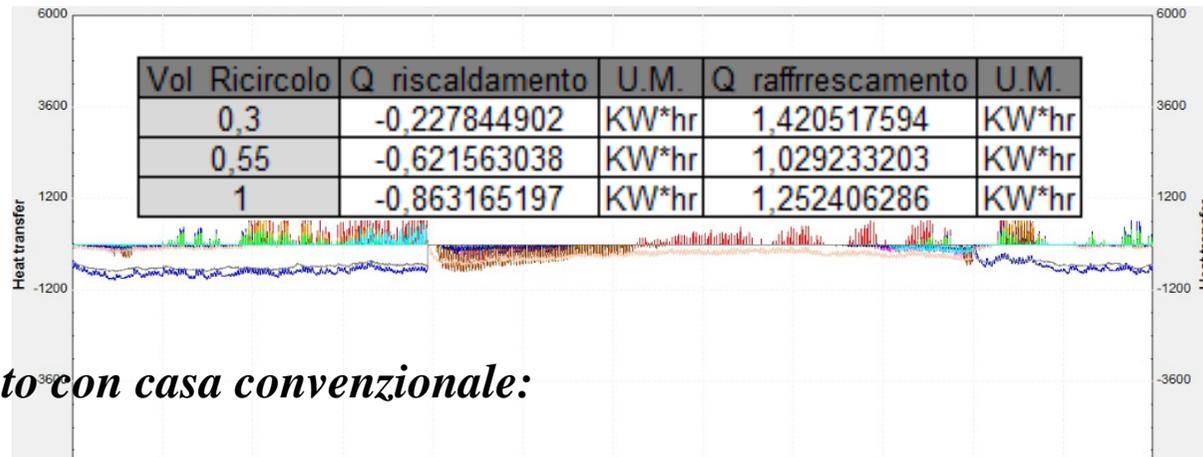
## *Temperatura dell'aria interna:*

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-aprile
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18



*Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento sono le stesse usate per valutare la temperatura dell'aria interna considerando però l'impianto di riscaldamento e raffrescamento funzionante tutto l'anno.*

Prove	0,3	0,55	1
Ventilazione	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-aprile
Funzionamento scambiatore di calore			
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18



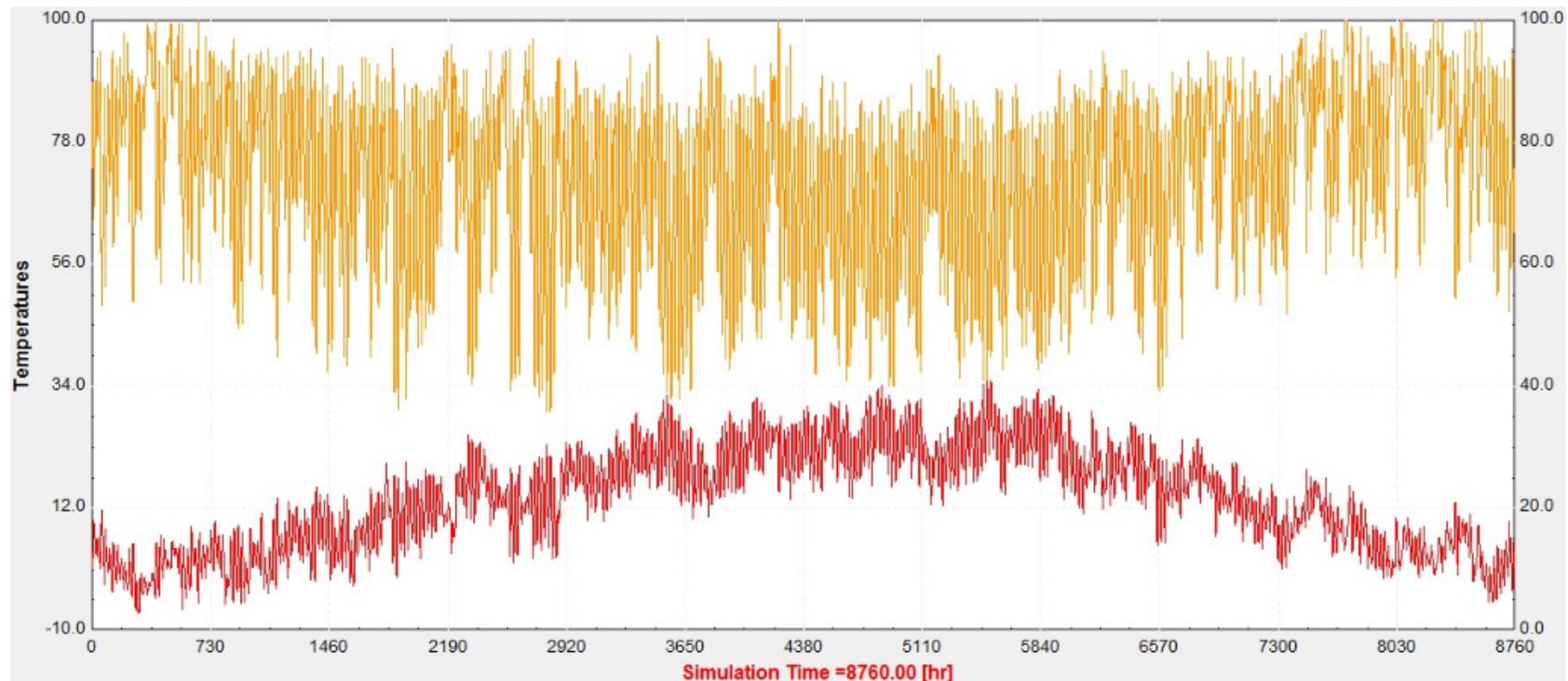
*Confronto con casa convenzionale:*

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	7,67 kWh	0,86 kWh
Domanda di raffrescamento	1,42 kWh	1,42 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	79,69 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	13,32 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)

# Bologna

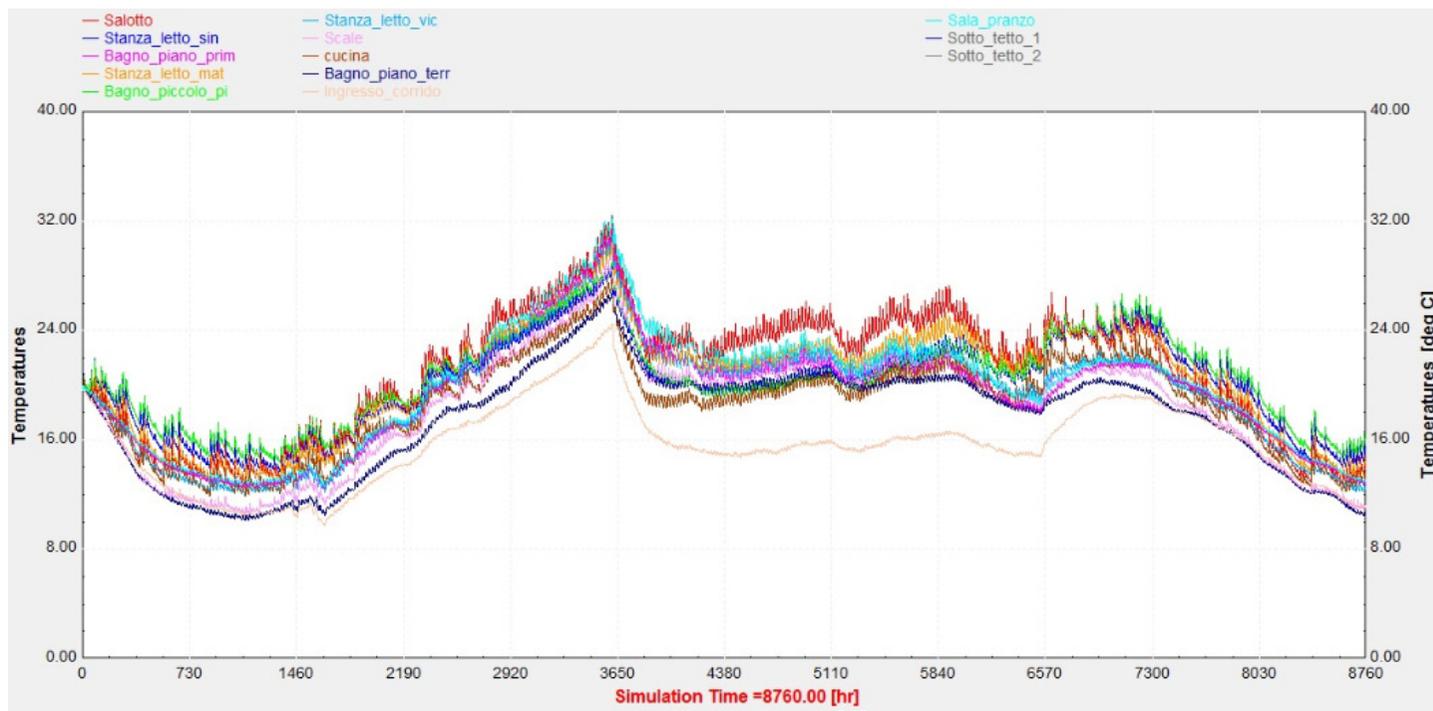


*La terza e ultima città considerata è Bologna, caratterizzata da un clima continentale con inverni molto rigidi ed estati calde, che possono essere lunghe e siccitose. Essa appartiene alla zona E della classificazione climatica del territorio italiano.*



## *Temperatura dell'aria interna:*

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	ottobre-maggio	ottobre-maggio
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

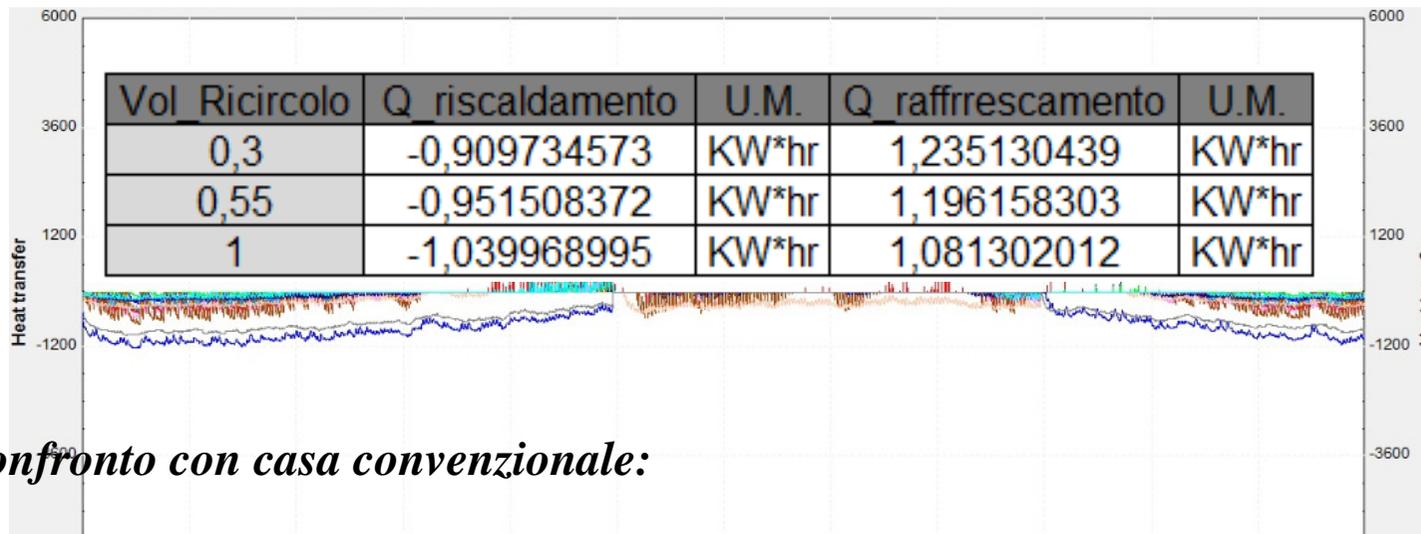


## Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	ottobre-maggio	ottobre-maggio
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

Le  
inte  
funz

dell'aria  
scamento



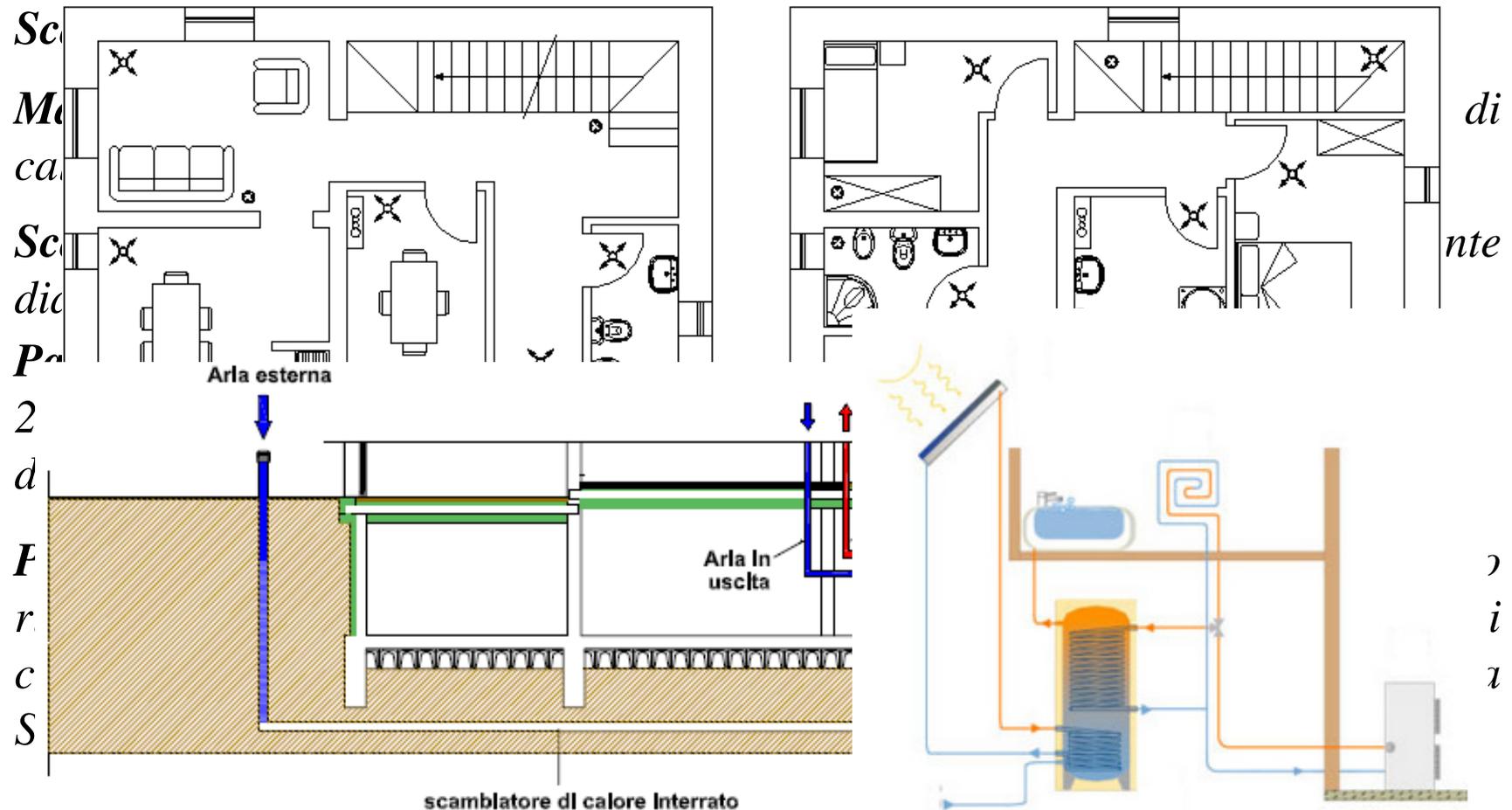
## Confronto con casa convenzionale:

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	29,90 kWh	1,04 kWh
Domanda di raffrescamento	4,61 kWh	1,24 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	206,49 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	7,22 kWh/(m <sup>2</sup> a)	<15 kWh/(m <sup>2</sup> a)

# Impianti



*Impianto di ventilazione meccanica: doppio sistema di canalizzazioni. In ogni stanza è prevista sia l'immissione che la ripresa dell'aria.*



## Conclusioni



- *Per raggiungere le condizioni di comfort (20° C in inverno e 26° C in estate) di una casa passiva in Italia oltre all'isolamento, ai ricambi d'aria e allo scambiatore di calore serve una macchina per il riscaldamento e raffrescamento.*
- *Sono stati ottenuti valori molto bassi (ottimizzando i componenti) del fabbisogno di energia per il riscaldamento e raffrescamento → pompa di calore.*
- *Influenza ridotta sulle prestazioni energetiche dello spessore dell'isolante delle pareti e della lunghezza del tubo interrato.*
- *Limiti standard Passivhaus per il clima italiano sui ricambi d'aria e sullo spessore dell'isolante meno restrittivi.*

# Conclusioni



- *La progettazione di una casa passiva si deve basare su una metodologia con obiettivi prestazionali prefissati.*
- *Il progetto non deve essere una mera applicazione di normative e di regolamenti edilizi*
- *Non deve essere neppure un trasferimento di concetti e di criteri progettuali definiti per condizioni climatiche troppo diverse da quelle del sito in esame*
  
- *Torniamo a valutare le competenze dei progettisti e le loro capacità*

Grazie  
per  
l'attenzione

Ulteriori informazioni ?  
[umberto.desideri@unipg.it](mailto:umberto.desideri@unipg.it)