

# RELAZIONE TECNICA

## IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10  
e successive modifiche

Destinazione d'uso: Centro servizi e promozione prodotti locali

Classe:

E.2 - Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purchè siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico.

Località: PAULI ARBAREI

Lavori di: COSTRUZIONE DI UN CENTRO DI SERVIZI E PROMOZIONE DI PRODOTTI LOCALI  
E SISTEMAZIONE DELL' AREA ESTERNA 2° LOTTO

Committente: Comune di Pauli Arbarei

Progettista impianti termici: (Dott. Ing. Antonio Ibba)

Progettista isolamento termico: (Dott. Ing. Antonio Ibba)

Direttore lavori impianti termici: A.T.P. Ibba-Attene-Danaro (Dott. Ing. Antonio Ibba capogruppo mandatario)

Direttore lavori isolamento termico: A.T.P. Ibba-Attene-Danaro (Dott. Ing. Antonio Ibba capogruppo mandatario)

## ***Dati di progetto***

### **Dati del comune di PAULI ARBAREI**

Località di riferimento:

- per le temperature medie esterne: CAGLIARI
- 1ª località per le irradiazioni solari: CAGLIARI
- 2ª località per le irradiazioni solari: ORISTANO

Zona climatica: C  
 Periodo di riscaldamento: 15/11 - 31/03  
 Ore giornaliere di riscaldamento: 10 h  
 Gradi giorno: 1136  
 Durata periodo di riscaldamento: 137 gg  
 Altitudine: 140 m SLM  
 Latitudine Nord: 39,39 °  
 Longitudine Est: 8,55 °

Vento:

- Regione:D
- Zona:
- Velocità:4 km/h

Dati invernali:

- Temperatura di progetto:20,00 °C
- Temperatura esterna del comune:2 °C
- Ricambi d'aria per ventilazione/infiltrazione:0,3 1/h
- Potenza termica dell'aria:0,34 W h/m³ °C
- Capacità termica massica dell'aria:1000 J/kg K
- Massa volumica dell'aria:1,20 kg/m³

#### **Temperature medie mensili:**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
T (°C).	9,59	10,09	12,09	14,39	17,69	22,19	24,79	24,79	22,59	18,69	14,79	10,99

#### **Irradiazione solare globale giornaliera media mensile in MJ/m² giorno**

Esp.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
OR	7,11	9,87	14,34	18,69	23,00	25,44	27,49	23,97	17,98	12,45	7,91	6,21
N	2,30	3,04	4,20	5,70	8,16	9,86	9,50	6,80	4,54	3,44	2,44	2,04
NO, NE	2,64	3,90	6,24	9,06	11,95	13,59	14,26	11,60	7,86	4,90	2,94	2,34
S	11,44	12,12	12,56	10,89	9,85	9,33	10,19	11,99	13,71	14,27	12,04	10,15
EO	5,47	7,23	10,06	12,43	14,78	16,02	17,59	15,86	12,52	9,15	6,07	4,77
SO, SE	9,07	10,29	12,16	12,69	13,12	13,25	14,79	15,23	14,31	12,54	9,67	8,01

#### **Aumenti percentuali delle dispersioni in funzione dell'esposizione**

NO = 19 %	N = 0 %	NE = 19 %
O = 12 %	+	E = 12 %
SO = 13 %		SE = 15 %
	S = 10 %	

## ***Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro***

(UNI EN ISO 10077)

Codice: 072  
Descrizione: Vetrata  
Dimensioni: Larghezza = 1,20 m, Altezza = 1,80 m

Tipo serramento	Tipo gas	R <sub>si</sub> m²K/W	R <sub>se</sub> m²K/W	L m	Ψ W/mK	U <sub>w</sub> W/m²K
6/7-14-10/11	Argon	0,13	0,04	6,00	0,15	1,39

Coefficienti:

Fattore dovuto ai tendaggi (F<sub>C</sub>): 1  
Trasmissione solare (g): 0,75

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>w</sub>): 1,39 W/m²K

Resistenza termica addizionale della chiusura presente per 12 ore/giorno:

Tipo di chiusura: Nessuna chiusura

Permeabilità all'aria: -

Resistenza termica addizionale (ΔR): 0,00 m²K/W

Considerando la resistenza termica addizionale della chiusura

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>ws</sub>): 1,39 W/m²K

Ponte termico giunto serramento-muratura W16 - Serramento interno muro su parete leggera per 6,00 m, Ψ = 0,15 W/mK

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>ws</sub>): 1,81 W/m²K

Codice: 073  
Descrizione: Portafinestra  
Dimensioni: Larghezza = 1,20 m, Altezza = 2,20 m

Tipo serramento	Tipo gas	R <sub>si</sub> m²K/W	R <sub>se</sub> m²K/W	L m	Ψ W/mK	U <sub>w</sub> W/m²K
6/7-14-8/9	Argon	0,13	0,04	6,80	0,15	1,49

Coefficienti:

Fattore dovuto ai tendaggi (F<sub>C</sub>): 1  
Trasmissione solare (g): 0,75

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>w</sub>): 1,49 W/m²K

Resistenza termica addizionale della chiusura presente per 12 ore/giorno:

Tipo di chiusura: Nessuna chiusura

Permeabilità all'aria: -

Resistenza termica addizionale (ΔR): 0,00 m²K/W

Considerando la resistenza termica addizionale della chiusura

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>ws</sub>): 1,49 W/m²K

Ponte termico giunto serramento-muratura W16 - Serramento interno muro su parete leggera per 6,80 m, Ψ = 0,15 W/mK

Trasmittanza unitaria serramento (U<sub>ws</sub>): 1,88 W/m²K

Codice: 074  
 Descrizione: Porta per esterno cieca  
 Dimensioni: Larghezza = 0,90 m, Altezza = 2,20 m

Tipo serramento	Tipo gas	$R_{si}$ m <sup>2</sup> K/W	$R_{se}$ m <sup>2</sup> K/W	L m	$\Psi$ W/mK	$U_w$ W/m <sup>2</sup> K
Pannello opaco	/	0,12	0,04	6,00	0,15	1,28

Coefficienti:

Fattore dovuto ai tendaggi ( $F_c$ ): 1

Trasmissione solare (g): 0,75

Trasmittanza unitaria serramento ( $U_w$ ): 1,28 W/m<sup>2</sup>K

Resistenza termica addizionale della chiusura presente per 12 ore/giorno:

Tipo di chiusura: Nessuna chiusura

Permeabilità all'aria: -

Resistenza termica addizionale ( $\Delta R$ ): 0,00 m<sup>2</sup>K/W

Considerando la resistenza termica addizionale della chiusura

Trasmittanza unitaria serramento ( $U_{ws}$ ): 1,28 W/m<sup>2</sup>K

Ponte termico giunto serramento-muratura W16 - Serramento interno muro su parete leggera per 6,00 m,  $\Psi = 0,15$  W/mK

Trasmittanza unitaria serramento ( $U_{ws}$ ): 1,77 W/m<sup>2</sup>K

## ***Calcolo del fabbisogno di potenza termica dell'edificio per riscaldamento***

### **Dati dell'edificio**

Superficie esterna disperdente:	487,84 m <sup>2</sup>
Volume lordo riscaldato:	630,05 m <sup>3</sup>
Fattore S/V:	0,77 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Capacità termica volumica dell'aria:	0,34 Wh/(m <sup>3</sup> K)

### **Formule**

Potenza per trasmissione:	$P = A * U * \Delta t * esp$
Potenza per ventilazione:	$P_V = 0,34 * V * \Delta t * n$

### **Centro servizi \ PIANO TERRA \ Locale**

Temperatura interna (t):	20,00 °C
Volume lordo (V):	630,05 m <sup>3</sup>
Ricambi orari (n):	0,5 h <sup>-1</sup>

Codice	Descrizione	$\Psi$ W/mK	lung. m	c	U W/m <sup>2</sup> K	sup. m <sup>2</sup>	t. es. °C	Esp	esp	PT %	P W
_STR115	Muratura_portante				0,388	51,86	2,0	NE	1,2	5	452,17
072	n. 3 Vetrata				1,810	6,48	2,0	NE	1,2		251,28
_STR115	Muratura_portante				0,388	35,06	2,0	E	1,1	5	287,71
073	n. 1 Portafinestra				1,876	2,64	2,0	E	1,1		99,84
_STR115	Muratura_portante				0,388	43,14	2,0	SE	1,2	5	363,49
072	n. 2 Vetrata				1,810	4,32	2,0	SE	1,2		161,89
_STR115	Muratura_portante				0,388	27,03	2,0	S	1,1	5	217,85
073	n. 2 Portafinestra				1,876	5,28	2,0	S	1,1		196,11
_STR115	Muratura_portante				0,388	36,90	2,0	SO	1,1	5	305,51
072	n. 1 Vetrata				1,810	2,16	2,0	SO	1,1		79,54
_STR115	Muratura_portante				0,388	33,17	2,0	O	1,1	5	272,20
073	n. 1 Portafinestra				1,876	2,64	2,0	O	1,1		99,84
074	n. 1 Porta per esterno cieca				1,773	1,89	2,0	O	1,1		72,18
_STR115	Muratura_portante				0,388	51,13	2,0	NO	1,2	5	445,80
072	n. 4 Vetrata				1,810	8,64	2,0	NO	1,2		335,04
_STR112	Tetto a falde coibentato				0,186	175,50	2,0	OR	1,0		587,50

Superficie disperdente locale (m <sup>2</sup> )	487,84
Potenza per trasmissione del locale (W):	4227,92
Potenza per ventilazione (W)	1927,95
Potenza totale locale P + P <sub>V</sub> (W)	6155,87

### **Totali**

Superficie disperdente totale (m <sup>2</sup> )	487,84
Totale Potenza per trasmissione (W)	4.227,92
Totale Potenza per ventilazione (W)	1.927,95
Potenza totale edificio (W)	6.155,87

## ***Calcolo del fabbisogno di energia utile dell'edificio***

(stagione convenzionale - UNI EN 832 - UNI EN ISO 13789)

### **Perdite di calore per trasmissione diretta verso l'esterno ( $L_D$ )**

$$L_D = \sum_i (A_i * U_i) + \sum_k (l_k * \psi_k * c)$$

#### **Nuova costruzione 1 \ PIANO TERRA \ Nuovo locale 1**

Codice	Descrizione	$\psi$ W/mK	lung. m	c %	U W/m²K	sup. m²	$L_D$ W/K
_STR115	Muratura_portante				0,388	51,86	21,128
072	n. 3 Vetrata				1,810	6,48	11,731
_STR115	Muratura_portante				0,388	35,06	14,283
073	n. 1 Portafinestra				1,876	2,64	4,952
_STR115	Muratura_portante				0,388	43,14	17,575
072	n. 2 Vetrata				1,810	4,32	7,821
_STR115	Muratura_portante				0,388	27,03	11,012
073	n. 2 Portafinestra				1,876	5,28	9,904
_STR115	Muratura_portante				0,388	36,90	15,033
072	n. 1 Vetrata				1,810	2,16	3,910
_STR115	Muratura_portante				0,388	33,17	13,513
073	n. 1 Portafinestra				1,876	2,64	4,952
074	n. 1 Porta per esterno cieca				1,773	1,89	3,580
_STR115	Muratura_portante				0,388	51,13	20,830
072	n. 4 Vetrata				1,810	8,64	15,641
_STR112	Tetto a falde coibentato				0,186	175,50	32,643

Toale  $L_D = 208,51$  W/K

### **Perdite di calore attraverso il terreno dell'ambiente riscaldato ( $L_S$ )**

Totale  $L_S = 0,00$  W/K

### **Perdite di calore attraverso il terreno dell'ambiente non riscaldato ( $L_{Sue}$ )**

Totale  $L_{Sue} = 0,00$  W/K

### **Perdite di calore per trasmissione attraverso spazi non riscaldati ( $H_U$ )**

#### **Calcolo $H_U$ secondo norma UNI EN ISO 13789**

#### **Coefficiente di accoppiamento termico tra spazio riscaldato e non riscaldato ( $L_{Diu}$ )**

$$L_{Diu} = L_{iu} = H_{iu} = \sum_i (A_i * U_i) + \sum_k (l_k * \psi_k * c)$$

Totale  $L_{iu} = 0,00$  W/K

$$L_{Due} = \sum_i (A_i * U_i) + \sum_k (l_k * \psi_k * c)$$

{NOME\_LOCALE}

Codice	Descrizione	$\psi$ W/mK	lung. m	c %	U W/m²K	sup. m²	L <sub>D</sub> W/K

Totale  $L_{Due} = 0,00$  W/K

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{Sue} = 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ W/K}$$

$$H_{V,ue} = \sum_i V_u * n_{ue} * \rho * c$$

Locale	V netto m³	ric. h 1/h	$\rho * c$	H <sub>V,ue</sub> W/K

Totale  $H_{V,ue} = 0,00$  W/K

**Coefficiente di perdita di calore dallo spazio non riscaldato all'ambiente esterno (H<sub>ue</sub>)**

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue} = 0,00 + 0,00 = 0,00 \text{ W/K}$$

**Coefficiente di perdita di calore per trasmissione attraverso spazi non riscaldati (H<sub>u\_13789</sub>)**

$$b = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}) = 0,00 / (0,00 + 0,00) = \text{Non un numero reale}$$

$$H_{u_13789} = L_{iu} * b = 0,00 * \text{Non un numero reale} = 0,00$$

**Calcolo H<sub>u</sub> per edifici esistenti secondo norma UNI/TS 11300-1**

{NOME\_LOCALE}

$$b_{tr,x} = \{BTR\_X\}$$

Codice	Descrizione	$\psi$ W/mK	lung. m	c %	U W/m²K	sup. m²	L <sub>D</sub> W/K

Totale  $H_{iu} = \{H\_IU\_TOT\}$  W/K

$$H_{u\_ts} = H_{iu} * b_{tr,x} = \{H\_IU\_TOT\} * \{BTR\_X\} = \{H\_U\_TS\} \text{ W/K}$$

$$H_u = H_{u_13789} + H_{u\_ts} = 0,00 + 0,00 = 0,00$$

{NOME\_LOCALE}

Codice	Descrizione	$\psi$ W/mK	lung. m	c %	U W/m²K	sup. m²	L <sub>D</sub> W/K

### Totale perdite di calore per trasmissione ( $H_T$ )

$$H_T = L_D + L_S + H_U = 208,51 + 0,00 + 0,00 = 208,51 \text{ W/K}$$

### Coefficiente di dispersione termica per ventilazione ( $H_V$ )

$$H_V = \sum_i V * n * \rho * c * (1 - \eta_v)$$

Locale	V netto m <sup>3</sup>	ric. h 1/h	$\rho * c$	$\eta_v$ %	$H_V$ W/K
Nuova costruzione 1 \ PIANO TERRA \ Nuovo locale 1	441,04	0,3	0,34	0	44,99

$$\text{Totale } H_V = 44,99 \text{ W/K}$$

### Coefficiente di dispersione termica dell'edificio (H)

$$H = H_T + H_V = 208,51 + 44,99 = 253,49 \text{ W/K}$$



## ***Calcolo dei fabbisogni di energia per il raffrescamento***

(UNI TS 11300)

### **Superfici opache equivalenti ( $A_{sol,c}$ )**

$a_{sol,c}$  = fattore di assorbimento solare

$R_{se}$  = resistenza termica superficiale esterna

$U_C$  = trasmittanza termica del componente opaco

$A_C$  = area del componente opaco

$A_{sol,c}$  = area soleggiata equivalente =  $a_{sol,c} * R_{se} * U_C * A_C$

Codice	Descrizione	Esp	$a_{sol,c}$	$R_{se}$	$U_C$	$A_C$ m <sup>2</sup>	$A_{sol,c}$ m <sup>2</sup>
_STR115	Muratura_portante	NE	0,30	0,04	0,39	51,86	0,24
_STR115	Muratura_portante	E	0,30	0,04	0,39	35,06	0,16
_STR115	Muratura_portante	SE	0,30	0,04	0,39	43,14	0,20
_STR115	Muratura_portante	S	0,30	0,04	0,39	27,03	0,13
_STR115	Muratura_portante	SO	0,30	0,04	0,39	36,90	0,17
_STR115	Muratura_portante	O	0,30	0,04	0,39	33,17	0,15
_STR115	Muratura_portante	NO	0,30	0,04	0,39	51,13	0,24
_STR112	Tetto a falde coibentato	OR	0,30	0,04	0,19	175,50	0,39

### **Superfici vetrate equivalenti per il calcolo estivo ( $A_{sol,gl}$ )**

$F_F$  = rapporto tra l'area trasparente e l'area complessiva del serramento

$F_S$  = fattore di ombreggiatura

$F_{sh,gl}$  = coefficiente di riduzione dovuto all'utilizzo di schermature mobili

$g_{gl}$  = trasmittanza energia solare

$A_{w,p}$  = area totale del serramento comprensiva del telaio

$A_{sol,gl}$  = area soleggiata equivalente =  $F_{sh,gl} * g_{gl} * (1 - F_F) * A_{w,p}$

Codice	Descrizione	Esp.	$F_S$	$g_{gl}$	$F_F$	$F_{sh,gl}$	$A_{wp}$ m <sup>2</sup>	$A_{sol,gl}$ m <sup>2</sup>
072	3 x Vetrata 120x180	NE	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	3,35
073	1 x Porta120x220	E	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	1,21
072	2 x Vetrata 120x180	SE	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	2,23
073	2 x Porta120x220	S	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	2,42
072	1 x Vetrata 120x180	SO	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	1,12
073	1 x Porta120x220	O	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	1,21
074	1 x Porta per esterno cieca	O	1,00	0,675	0,76	1,00	1,89	0,97
072	4 x Vetrata 120x180	NO	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	4,46

### **Calcolo apporti solari ( $Q_{sol}$ )**

$A_{sol}$  = area soleggiata equivalente totale ( $A_{sol,c} + A_{sol,gl}$ )

$Q_{sol} = A_{sol} * I_s * g$

Mese: marzo Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: -1

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	6,24	3,35	-20,88
E	10,06	1,21	-12,19
SE	12,16	2,23	-27,13
S	12,56	2,42	-30,44
SO	12,16	1,12	-13,56
O	10,06	1,21	-12,19
O	10,06	0,97	-9,75
NO	6,24	4,46	-27,84

Q<sub>sol</sub> marzo = -153,98 Mj

Mese: aprile Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 30

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	9,06	3,35	909,47
E	12,43	1,21	451,87
SE	12,69	2,23	849,24
S	10,89	2,42	791,76
SO	12,69	1,12	424,62
O	12,43	1,21	451,87
O	12,43	0,97	361,35
NO	9,06	4,46	1212,63

Q<sub>sol</sub> aprile = 5452,81 Mj

Mese: maggio Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	11,95	3,35	1239,57
E	14,78	1,21	555,20
SE	13,12	2,23	907,29
S	9,85	2,42	740,02
SO	13,12	1,12	453,64
O	14,78	1,21	555,20
O	14,78	0,97	443,99
NO	11,95	4,46	1652,76

Q<sub>sol</sub> maggio = 6547,67 Mj

Mese: giugno Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 30

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	13,59	3,35	1364,21
E	16,02	1,21	582,37
SE	13,25	2,23	886,72
S	9,33	2,42	678,34
SO	13,25	1,12	443,36
O	16,02	1,21	582,37
O	16,02	0,97	465,72
NO	13,59	4,46	1818,95

Q<sub>sol</sub> giugno = 6822,04 Mj

Mese: luglio Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	14,26	3,35	1479,18
E	17,59	1,21	660,76
SE	14,79	2,23	1022,77
S	10,19	2,42	765,57
SO	14,79	1,12	511,39
O	17,59	1,21	660,76
O	17,59	0,97	528,40
NO	14,26	4,46	1972,24

Q<sub>sol</sub> luglio = 7601,07 Mj

Mese: agosto Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	11,60	3,35	1203,26
E	15,86	1,21	595,77
SE	15,23	2,23	1053,20
S	11,99	2,42	900,80
SO	15,23	1,12	526,60
O	15,86	1,21	595,77
O	15,86	0,97	476,43
NO	11,60	4,46	1604,35

Q<sub>sol</sub> agosto = 6956,19 Mj

Mese: settembre Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 30

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	7,86	3,35	789,01
E	12,52	1,21	455,14
SE	14,31	2,23	957,66
S	13,71	2,42	996,79
SO	14,31	1,12	478,83
O	12,52	1,21	455,14
O	12,52	0,97	363,97
NO	7,86	4,46	1052,02

Q<sub>sol</sub> settembre = 5548,55 Mj

Mese: ottobre Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b> MJ / m <sup>2</sup>	<b>A<sub>sol</sub></b> m <sup>2</sup>	<b>Q<sub>sol</sub></b> Mj
NE	4,90	3,35	508,27
E	9,15	1,21	343,72
SE	12,54	2,23	867,18
S	14,27	2,42	1072,09
SO	12,54	1,12	433,59
O	9,15	1,21	343,72
O	9,15	0,97	274,87
NO	4,90	4,46	677,70

Q<sub>sol</sub> ottobre = 4521,13 Mj

Mese: novembre Numero di giorni del periodo di raffrescamento del mese: 14

Esposizione	Irradiazione $I_s$ MJ / m <sup>2</sup>	$A_{sol}$ m <sup>2</sup>	$Q_{sol}$ Mj
NE	2,94	3,35	137,73
E	6,07	1,21	102,98
SE	9,67	2,23	302,00
S	12,04	2,42	408,51
SO	9,67	1,12	151,00
O	6,07	1,21	102,98
NO	6,07	0,97	82,35
NO	2,94	4,46	183,63

$Q_{sol}$  novembre = 1471,16 Mj

Totale  $Q_{sol}$  = 44.766,65 Mj

### Extra flusso termico verso la volta celeste ( $\square_r$ )

$$F_r = R_{se} \times U_c \times A_c \times h_r \times D_{qer} \quad (W)$$

$$D_{qer} = 11^\circ K$$

$$F_{r,tot} = F_r \times F_r \quad (W)$$

$$h_r = 5e \quad W/(m^2K) \quad (\text{materiali: } e = 0,9 ; \text{vetri: } e = 0,837)$$

$F_r$  = fattore di forma tra componente edilizio e volta celeste

### Componenti edilizi

Codice	Esp.	$R_{se}$	$U_c$	$A_c$ m <sup>2</sup>	$h_r$	$\square_r$ W	Fr	$\square_{r,tot}$ W
_STR115	NE	0,04	0,39	51,86	4,50	39,81	1,00	39,81
_STR115	E	0,04	0,39	35,06	4,50	26,91	1,00	26,91
_STR115	SE	0,04	0,39	43,14	4,50	33,11	1,00	33,11
_STR115	S	0,04	0,39	27,03	4,50	20,75	1,00	20,75
_STR115	SO	0,04	0,39	36,90	4,50	28,32	1,00	28,32
_STR115	O	0,04	0,39	33,17	4,50	25,46	1,00	25,46
_STR115	NO	0,04	0,39	51,13	4,50	39,25	1,00	39,25
_STR112	OR	0,04	0,19	175,50	4,50	64,62	1,00	64,62

Totale  $\square_{r,tot}$  = 278,23 W

### Scambio termico verso la volta celeste ( $Q_r$ )

$$Q_r = \square_{r,tot} \times t$$

Mese	t gg	t secondi	$\square_{r,tot}$ W	$Q_r$ MJ
marzo	-1	-86.400	278,23	-24,04
aprile	30	2.592.000	278,23	721,18
maggio	31	2.678.400	278,23	745,22
giugno	30	2.592.000	278,23	721,18
luglio	31	2.678.400	278,23	745,22
agosto	31	2.678.400	278,23	745,22
settembre	30	2.592.000	278,23	721,18
ottobre	31	2.678.400	278,23	745,22
novembre	14	1.209.600	278,23	336,55

## Scambio termico totale per raffrescamento ( $Q_{C,ht}$ )

Coefficiente di dispersione termica dell'edificio  $H = 253,49 \text{ W/K}$

$$Q_{C,ht} = H * (\theta_{int,set,C} - \theta_e) * t / 1.000.000 + Q_r * t / 1.000.000$$

Mese	t gg	t secondi	$\theta_{int,set,C}$ °C	$\theta_e$ °C	$Q_r$ MJ	$Q_{C,ht}$ Mj
marzo	-1	-86.400	12,09	26,00	-24,04	-302,58
aprile	30	2.592.000	14,39	26,00	721,18	9497,76
maggio	31	2.678.400	17,69	26,00	745,22	7638,17
giugno	30	2.592.000	22,19	26,00	721,18	4372,70
luglio	31	2.678.400	24,79	26,00	745,22	2817,55
agosto	31	2.678.400	24,79	26,00	745,22	2817,55
settembre	30	2.592.000	22,59	26,00	721,18	4109,88
ottobre	31	2.678.400	18,69	26,00	745,22	6959,21
novembre	14	1.209.600	14,79	26,00	336,55	3844,39

Totale  $Q_{C,ht} = 41.754,61 \text{ MJ}$

## Calcolo apporti termici totali ( $Q_{gn}$ )

$$Q_{gn} = Q_{sol} + Q_{int}$$

Mese	$Q_{sol}$ Mj	$Q_{int}$ Mj	$Q_{gn}$ Mj
marzo	-153,98	-38,88	-192,86
aprile	5452,81	1166,40	6619,21
maggio	6547,67	1205,28	7752,95
giugno	6822,04	1166,40	7988,44
luglio	7601,07	1205,28	8806,35
agosto	6956,19	1205,28	8161,47
settembre	5548,55	1166,40	6714,95
ottobre	4521,13	1205,28	5726,41
novembre	1471,16	544,32	2015,48

Totale  $Q_{gn} = 53.592,41 \text{ MJ}$

## Calcolo fabbisogni energetici per raffrescamento ( $Q_{C,nd}$ )

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} Q_{C,ht}$$

Mese	scambio termico $Q_{C,ht}$ Mj	Apporti totali $Q_{gn}$ $Q_{gn}$ MJ	$Q_{gn}/Q_{C,ht}$ YC	$\eta_{C,ls}$	Fabbisogno $Q_{C,nd}$ Mj
marzo	-1	-193	0,64	0,62	-3,83
aprile	30	6.619	0,70	0,68	203,71
maggio	31	7.753	1,02	0,87	1081,27
giugno	30	7.988	1,83	0,99	3654,98
luglio	31	8.806	3,13	1,00	5989,94
agosto	31	8.161	2,90	1,00	5345,71
settembre	30	6.715	1,63	0,98	2671,54
ottobre	31	5.726	0,82	0,77	369,53
novembre	15	2.015	0,52	0,52	14,31

Totale  $Q_{C,nd} = 19.327,16 \text{ MJ}$

## Calcolo dei fabbisogni di energia per il riscaldamento

(UNI EN 832)

### Superfici vetrate equivalenti ( $A_s$ )

$F_F$  = rapporto tra l'area trasparente e l'area complessiva del serramento

$F_S$  = fattore di ombreggiatura

$F_C$  = coefficiente di riduzione dovuto ai tendaggi

$g$  = trasmittanza energia solare

$A$  = area totale del serramento comprensiva del telaio

$A_s$  = area soleggiata equivalente

Codice	Descrizione	Esp.	$F_S$	$g$	$F_F$	$F_C$	$A$ m <sup>2</sup>	$A_s$ m <sup>2</sup>
072	3 x Vetrata 120x180	NE	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	3,35
073	1 x Porta120x220	E	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	1,21
072	2 x Vetrata 120x180	SE	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	2,23
073	2 x Porta120x220	S	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	2,42
072	1 x Vetrata 120x180	SO	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	1,12
073	1 x Porta120x220	O	1,00	0,675	0,68	1,00	2,64	1,21
074	1 x Porta90x210	O	1,00	0,675	0,76	1,00	1,89	0,97
072	4 x Vetrata 120x180	NO	1,00	0,675	0,76	1,00	2,16	4,46

### Apporti interni

Descrizione	Apporti W/m <sup>2</sup>	Superficie m <sup>2</sup>	$\Phi_{int}$ W
Centro servizi	6	175,50	450,00

Totale  $\Phi_{int}$  = 450,00 W

### Calcolo apporti solari ( $Q_s$ )

$$Q_s = A_s * I_s * g$$

Mese: novembre

Numero di giorni del periodo di riscaldamento del mese: 16

Esposizione	Irradiazione $I_s$ MJ / m <sup>2</sup>	Area vetri $A_s$ m <sup>2</sup>	$Q_s$ Mj
NE	2,94	3,35	157,40
E	6,07	1,21	117,69
SE	9,67	2,23	345,14
S	12,04	2,42	466,87
SO	9,67	1,12	172,57
O	6,07	1,21	117,69
O	6,07	0,97	94,11
NO	2,94	4,46	209,87

$Q_s$  novembre = 1681,33 Mj

Mese: dicembre Numero di giorni del periodo di riscaldamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b>	<b>Area vetri <math>A_s</math></b>	<b><math>Q_s</math></b>
	MJ / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Mj
NE	2,34	3,35	242,73
E	4,77	1,21	179,18
SE	8,01	2,23	553,92
S	10,15	2,42	762,56
SO	8,01	1,12	276,96
O	4,77	1,21	179,18
O	4,77	0,97	143,29
NO	2,34	4,46	323,64

$Q_s$  dicembre = 2661,45 MJ

Mese: gennaio Numero di giorni del periodo di riscaldamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b>	<b>Area vetri <math>A_s</math></b>	<b><math>Q_s</math></b>
	MJ / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Mj
NE	2,64	3,35	273,85
E	5,47	1,21	205,48
SE	9,07	2,23	627,22
S	11,44	2,42	859,48
SO	9,07	1,12	313,61
O	5,47	1,21	205,48
O	5,47	0,97	164,32
NO	2,64	4,46	365,13

$Q_s$  gennaio = 3014,55 MJ

Mese: febbraio Numero di giorni del periodo di riscaldamento del mese: 28

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b>	<b>Area vetri <math>A_s</math></b>	<b><math>Q_s</math></b>
	MJ / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Mj
NE	3,90	3,35	365,40
E	7,23	1,21	245,31
SE	10,29	2,23	642,72
S	12,12	2,42	822,45
SO	10,29	1,12	321,36
O	7,23	1,21	245,31
O	7,23	0,97	196,17
NO	3,90	4,46	487,19

$Q_s$  febbraio = 3325,90 MJ

Mese: marzo Numero di giorni del periodo di riscaldamento del mese: 31

<b>Esposizione</b>	<b>Irradiazione <math>I_s</math></b>	<b>Area vetri <math>A_s</math></b>	<b><math>Q_s</math></b>
	MJ / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Mj
NE	6,24	3,35	647,27
E	10,06	1,21	377,90
SE	12,16	2,23	840,90
S	12,56	2,42	943,62
SO	12,16	1,12	420,45
O	10,06	1,21	377,90
O	10,06	0,97	302,20
NO	6,24	4,46	863,03

$Q_s$  marzo = 4773,27 MJ

Totale  $Q_s$  = 15.456,51 MJ

## Calcolo apporti di calore interni ( $Q_i$ )

$$Q_i = \Phi_{\text{int}} * t / 1.000.000$$

Mese	t sec	$Q_i$ Mj
novembre	1.382.400	622,08
dicembre	2.678.400	1.205,28
gennaio	2.678.400	1.205,28
febbraio	2.419.200	1.088,64
marzo	2.678.400	1.205,28

Totale  $Q_i$  = 5.326,56 Mj

## Calcolo apporti di calore ( $Q_g$ )

$$Q_g = Q_s + Q_i$$

Mese	$Q_s$ Mj	$Q_i$ Mj	$Q_g$ Mj
novembre	1.681,33	622,08	2.303,41
dicembre	2.661,45	1.205,28	3.866,73
gennaio	3.014,55	1.205,28	4.219,83
febbraio	3.325,90	1.088,64	4.414,54
marzo	4.773,27	1.205,28	5.978,55

Totale  $Q_g$  = 20.783,07 Mj

## Calcolo perdite di calore ( $Q_l$ )

Coefficiente di dispersione termica dell'edificio  $H = 253,49 \text{ W/K}$

$$Q_l = H * (\theta_i - \theta_e) * t / 1.000.000$$

Mese	t gg	t secondi	$\theta_i$ °C	$\theta_e$ °C	$\Delta t$ °C	$Q_l$ Mj
novembre	16	1.382.400	20,00	14,79	5,21	1.825,75
dicembre	31	2.678.400	20,00	10,99	9,01	6.117,44
gennaio	31	2.678.400	20,00	9,59	10,41	7.067,98
febbraio	28	2.419.200	20,00	10,09	9,91	6.077,36
marzo	31	2.678.400	20,00	12,09	7,91	5.370,58

Totale  $Q_l$  = 26.459,10 Mj



## Calcolo fabbisogni energetici ( $Q_h$ )

$$Q_h = Q_l - \eta Q_g$$

Mese	Perdite Calore $Q_l$ Mj	Apporti totali $Q_g$ Mj	$Q_g/Q_l$ $\gamma$	F. Utilizzazione $\eta$	Fabbisogno $Q_h$ Mj
novembre	1.825,75	2.303,41	1,26	0,71	189
dicembre	6.117,44	3.866,73	0,63	0,95	2.455
gennaio	7.067,98	4.219,83	0,60	0,96	3.034
febbraio	6.077,36	4.414,54	0,73	0,92	2.020
marzo	5.370,58	5.978,55	1,11	0,77	772

Totale  $Q_h = 8.470$  MJ

## **Calcolo del fabbisogno di energia primaria per produzione di acqua calda sanitaria**

(CTI R - 03/3)

Tipo gestione:	Gestione autonoma
Fattore gestione autonoma:	0,9
Temperatura di erogazione ACS ( $\theta_w$ ):	40,0 °C
Temperatura acqua da rete di distribuzione ( $\theta_0$ ):	15,0 °C
Differenza temperatura ( $\Delta t$ ):	25,0 °C
Superficie lorda riscaldata:	175,50 m <sup>2</sup>
Fabbisogno specifico ( $m'_{w,w}$ ):	- l/m <sup>2</sup> giorno
Numero bagni:	-
Fattore bagni ( $f_b$ ):	-
Fabbisogno giornaliero di acqua calda ( $V'_{w,w}$ ):	160,00
$\rho c$ :	4186 J/kg K

Fabbisogno di energia ideale:  $Q_{h,w} = V'_{w,w} \rho c \text{ gg} (\theta_w - \theta_0)$

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
gg	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$Q_{h,w}$	467,2	421,9	467,2	452,1	467,2	452,1	467,2	467,2	452,1	467,2	452,1	467,2

Totale  $Q_{h,w} = 5.500 \text{ MJ}$

Rendimento di erogazione ( $\eta_{w,er}$ ):	0,95
Coefficiente di perdita ( $f_{l,w,d}$ ):	0,08
Coefficiente di recupero ( $f_{rh,w,d}$ ):	0,50
Fattore di accumulo ( $f'_{l,w,s}$ ):	60,00

	Gen	Feb	Mer	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$Q_{l,w,er}$												
$Q_{l,w,d}$												
$Q_{l,w,s}$												
$Q_{p,w}$												

Fabbisogno di energia utile effettivo  $Q_{p,w} = Q_{h,w} / (\eta_{w,er} * \eta_{w,s} * \eta_{w,d})$

Totale  $Q_{p,w} = 0 \text{ MJ}$

Rendimento di distribuzione medio ( $\eta_{w,d}$ ):	%
Rendimento di accumulo medio ( $\eta_{w,s}$ ):	%

## ***Calcolo del fabbisogno di energia primaria***

(UNI EN 832, UNI 10348, CTI R 03/3)

Modalità di funzionamento dell'impianto: Funzionamento continuo  
Caldaia a combustione solo riscaldamento.

### **Rendimento del sistema di riscaldamento**

Sistema di regolazione: Solo di zona  
Tipologia di prodotto: Regolatore sì/no a differenziale  
Impianto di riscaldamento: Radiatori e convettori

Rendimento di regolazione medio:	$\eta_c =$	93	%
Rendimento di emissione:	$\eta_e =$	96	%
Rendimento di distribuzione:	$\eta_d =$	96	%
Fattore gestione autonoma	$f_{rid} =$	0,90	
Sistema di produzione:			
coefficiente di effetto utile:	COP	-	
potenza nominale del focolare:	$\Phi_{cn} =$	1.200	W
potenza nominale utile:	$\Phi_{un} =$	1.196	W
potenza elettrica del bruciatore:	$\Phi_{br} =$	0	W
rendimento del bruciatore:	$\eta_{br} =$	85	%
temperatura media dell'acqua in caldaia:	$\theta_c =$	45,0	°C
temperatura di ritorno dell'acqua in caldaia:	$\theta_r =$	30,0	°C
potenza elettrica delle pompe:	$\Phi_{po} =$	49	W
rendimento delle pompe:	$\eta_{po} =$	85	%
tempo di funzionamento delle pompe:	$t_{po} =$	24	ore
potenza elettrica ausiliari vari:	$\Phi_{av} =$	-	W
perdite al camino a bruciatore funzionante:	$P_f =$	12,0	%
perdite al camino a bruciatore spento:	$P_{fbs} =$	0,2	%
perdite per trasmissione attraverso l'involucro:	$P_d =$	3,4	%

### **Rendimenti acqua calda sanitaria**

Rendimento di erogazione:	$\eta_{w,er} =$	0,95	%
Rendimento di distribuzione:	$\eta_{w,d} =$		%
Rendimento di accumulo:	$\eta_{w,s} =$		%
Fattore gestione autonoma	$f_{rid} =$	0,90	

**Energia termica mensile fornita dal sistema di produzione ( $Q_p$ )**

Mese	Giorni	$Q_h$ MJ	$f_{rid}$	$Q_{hvs}$ MJ	$\eta_c$ %	$\eta_e$ %	$\eta_d$ %	$Q_{p,h}$ MJ	$Q_{p,w}$ MJ	$Q_p$ MJ
gennaio	31	3.034	0,9	2.730	93	96	96	3.185	0	3.185
febbraio	28	2.020	0,9	1.818	93	96	96	2.121	0	2.121
marzo	31	772	0,9	694	93	96	96	810	0	810
aprile									0	0
maggio									0	0
giugno									0	0
luglio									0	0
agosto									0	0
settembre									0	0
ottobre									0	0
novembre	16	189	0,9	170	93	96	96	199	0	199
dicembre	31	2.455	0,9	2.210	93	96	96	2.578	0	2.578

Totale = 8.470 7.623 8.894 0 8.894

Descrizione simboli:

$Q_h$  fabbisogno energetico utile mensile  
 $f_{rid}$  fattore di riduzione per gestione autonoma  
 $Q_{hvs}$  fabbisogno energetico utile mensile corretto con fattore di riduzione  
 $\eta_c, \eta_e, \eta_d$  rendimenti di regolazione, emissione e distribuzione  
 $Q_{p,h}$  energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per riscaldamento =  $Q_{hvs} / \eta_c \eta_e \eta_d$   
 $Q_{p,w}$  energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per acqua calda sanitaria  
 $Q_p = Q_{p,h} + Q_{p,w}$

**Fabbisogno di energia primaria (Q)**

Mese	CP	$P'_f$	$P'_{fbs}$	$P'_d$	FC	$\eta_{tu}$ %	$Q_{br}$ MJ	$Q_{po}$ MJ	$Q_c$ MJ	$Q_e$ MJ	$Q$ MJ	$\eta_p$ %	$\eta_g$ %
gen	0,960	10,45	0,10	1,69	0,93	88	0	131	3.504	365	3.869	82	71
feb	0,698	10,45	0,10	1,69	0,68	87	0	119	2.322	330	2.651	80	69
mar	0,218	10,45	0,10	1,69	0,23	82	0	131	855	365	1.220	66	57
apr													
mag													
giu													
lug													
ago													
set													
ott													
nov	0,046	10,45	0,10	1,69	0,06	61	0	68	231	188	419	47	41
dic	0,770	10,45	0,10	1,69	0,75	87	0	131	2.827	365	3.191	81	69

Totale stagionale 11.350 MJ

Descrizione simboli:

$CP$  fattore di carico utile  
 $P'_f$  perdite termiche percentuali al camino a bruciatore funzionante  
 $P'_{fbs}$  perdite termiche percentuali al camino a bruciatore spento  
 $P'_d$  perdite termiche percentuali per trasmissione attraverso l'involucro  
 $FC$  fattore di carico al focolare  
 $\eta_{tu}$  rendimento termico utile medio mensile del generatore  
 $COP$  coefficiente di effetto utile medio mensile  
 $Q_{av}$  energia elettrica assorbita dagli ausiliari vari  
 $Q_{br}$  energia elettrica assorbita dal bruciatore  
 $Q_{po}$  energia elettrica assorbita dalle pompe  
 $Q_c$  energia primaria richiesta per la conversione nel generatore  
 $Q_e$  energia primaria richiesta per il funzionamento degli ausiliari  
 $Q$  fabbisogno mensile di energia primaria del sistema di produzione  
 $Q_s$  fabbisogno annuale di energia primaria del sistema di produzione  
 $\eta_p$  rendimento di produzione medio mensile ( $Q_p / Q_s$ )  
 $\eta_g$  rendimento globale medio mensile ( $Q_{hvs} / Q_s$ )

Energia primaria annuale complessiva	$Q_s$	11.350 MJ	3.153 kWh
di cui: per riscaldamento	$Q_{sh}$	11.350 MJ	3.153 kWh
per ACS	$Q_{sw}$	0 MJ	0 kWh

Rendimento di produzione medio stagionale per riscaldamento

$$\eta_{p,s} = Q_{ph} / Q_{sh} = 78 \%$$

Rendimento globale medio stagionale per riscaldamento

$$\eta_{g,s} = Q_{hvs} / Q_{sh} = 67 \%$$

## ***Relazione Tecnica attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici***

art. 28 Legge n. 10 del 09/01/91  
D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 - Allegato E

### **1. Informazioni Generali**

Comune di PAULI ARBAREI

Provincia CAGLIARI

Progetto per la realizzazione di:

Costruzione di un Centro servizi e promozione di prodotti locali, da realizzarsi nel Comune di Pauli Arbarei,

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Territoriale)

Via Verdi

Concessione edilizia n. / del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie

E.2 - Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purchè siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico.

Numero delle unità abitative: 1

Committente: Comune di Pauli Arbarei

Progettista degli impianti termici e dell'isolamento termico:  
(Dott. Ing. Antonio Ibba)

Direttore lavori degli impianti termici e dell'isolamento termico:  
A.T.P. Ibba-Attene-Danaro (Dott. Ing. Antonio Ibba capogruppo mandatario)

### **2. Fattori tipologici dell'edificio (o del complesso di edifici)**

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

Pianta a ferro di cavallo con loggia su 3 lati//

### **3. Parametri climatici della località**

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93): 1136

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti): 2 °C

### **4. Dati tecnici e costruttivi dell'edificio (o del complesso di edifici) e delle relative strutture**

Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano	630,05 m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume	487,84 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0,77 l/m
Superficie utile dell'edificio	151,06 m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	20 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	65 %

## 5. Dati relativi all'impianto termico

### 5.1 Impianti Termici

#### a) Descrizione impianto

Tipologia:

Impianto termico per singole unità immobiliari destinato al riscaldamento degli ambienti.

Sistemi di generazione:

Pompe di calore elettriche aria-aria per la climatizzazione delle singole unità immobiliari.

Sistemi di termoregolazione:

/

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

/

Sistemi di distribuzione del vettore termico:

/

Sistemi di ventilazione forzata: tipologie:

/

Sistemi di accumulo termico: tipologie:

/

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

/

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata a 350 kW: 0 °Francesi

#### b) Specifiche dei generatori di energia

Uso:

Generatore riscaldamento

Fluido termovettore:

acqua

Temperatura media fluido termovettore

45 °C

Combustibile utilizzato:

Marca e modello generatore:

ARISTON PRO ECO SHAPE PREMIUM 50 V/5

Valore nominale della potenza termica utile

1200 W

Rendimento termico utile al 100% della potenza (\*)

Valore di progetto:

95,0

Valore minimo prescritto dal regolamento (90 + 2 log Pn)%:

90,2

Verifica:

Non necessaria

Rendimento termico utile al 30% della potenza (\*)

Valore di progetto:

95,0

Valore minimo prescritto dal regolamento (85 + 3 log Pn)%:

0,0

Verifica:

Non necessaria

(\*) Nel caso di generatori ad aria calda indicare il rendimento di combustione per il solo 100% Pn  
Nel caso di pompe di calore i rendimenti utili al 100%Pn ed al 30%Pn non sono richiesti

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, collettori solari, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

**c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

Tipo di conduzione prevista: Funzionamento Intermittente

Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente (descrizione sintetica delle funzioni):  
/

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina Climatica

/

Organi di attuazione

Numero di apparecchi: 1

Descrizione sintetica delle funzioni: Caldaia a condensazione per produzione acqua calda sanitaria e Pompe di calore multisplit per impianto di riscaldamento e raffreddamento

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: 0

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi (descrizione sintetica dei dispositivi):

/

**d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)**

Uso climatizzazione

Numero di apparecchi: 1

Marca e modello: Toshiba RAS-4M27UAV-E

Descrizione: Multisplit per 4 ambienti

Uso climatizzazione

Numero di apparecchi: 1

Marca e modello: Toshiba RAS-3M26UAV-E

Descrizione: Multisplit per 3 ambienti

Uso acqua calda sanitaria

Numero apparecchi: 1

Marca e modello: Ariston Shape Premium 50 V/5

Descrizione: Scaldabagno elettrico ad accumulo

**e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

/

**f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

/

**g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)**

/

**h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

/

**i) Specifiche delle pompe di circolazione**

/

**j) Impianti solari termici**

/



**k) Schemi funzionali dell'impianto termico**

/

**5.2 Impianti fotovoltaici**

/

**5.3 Altri impianti**

/

**6. Principali risultati dei calcoli dell'edificio**

**a) Involucro edilizio e ricambi d'aria**

Verifica trasmittanza termica delle strutture opache verticali

Codice	Descrizione	U W/m²K	U <sub>limite</sub> W/m²K	U <sub>limite</sub> 30% W/m²K	+	Verifica
_STR115	Muratura_portante	0,39	0,40	0,52		Positiva

Verifica trasmittanza termica delle coperture

Codice	Descrizione	U W/m²K	U <sub>limite</sub> W/m²K	U <sub>limite</sub> 30% W/m²K	+	Verifica
_STR112	Tetto a falde coibentato	0,19	0,38	0,49		Positiva

Verifica trasmittanza termica dei componenti finestrati

Codice	Descrizione	U W/m²K	U <sub>limite</sub> W/m²K	U <sub>limite</sub> 30% W/m²K	+	Classe Perm.t à	Verifica
072	Vetrata 120x180	1,39	2,60	3,38		5	Positiva
073	Porta120x220	1,49	2,60	3,38		5	Positiva
074	Porta90x210	1,28	2,60	3,38		5	Positiva

Verifica trasmittanza termica dei vetri

Descrizione	U W/m²K	U <sub>limite</sub> W/m²K	U <sub>limite</sub> 30% W/m²K	+	Verifica
Vetro	1,200	2,100	2,730		Positiva
Vetro	1,200	2,100	2,730		Positiva
Vetro	1,200	2,100	2,730		Positiva
Vetro	1,200	2,100	2,730		Positiva

Verifica massa superficiale strutture opache

Il valore dell'irradianza nel mese di massima insolazione (luglio) è pari a 318 W/m² risulta superiore al valore limite imposto di 290 W/m². Verifica richiesta

Codice	Descrizione	M <sub>s</sub> kg/m²	Verifica
_STR115	Muratura_portante	492	positiva
_STR112	Tetto a falde coibentato	248	positiva

**b) Valori dei rendimenti medi stagionali di progetto**

Descrizione	Progetto %	Minimo %	Esito
Rendimento di produzione	78	-	-
Rendimento di regolazione	93	-	-
Rendimento di distribuzione	96	-	-
Rendimento di emissione	96	-	-
Rendimento globale medio stagionale	67	65,2	Positivo

**c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale**

Metodo di calcolo utilizzato: UNI EN 832, UNI 10348 e Raccom.CTI R03/3

Valore di progetto ( $EP_i$ ): 5,0 kWh/m<sup>3</sup>a

Valore limite ( $EP_{lim}$ ): 13,1 kWh/m<sup>3</sup>a

Verifica: Positiva

Fabbisogno di energia primaria annuale	11.350 MJ
Fabbisogno di energia primaria annuale convertito	3.153 kWh
Fabbisogno di combustibile (Energia elettrica - PCI = 3,6 kWh <sub>el</sub> )	3.153 kWh <sub>el</sub>
Fabbisogno di energia elettrica pompe ed ausiliari	1.148 kWh <sub>e</sub>
Fabbisogno di energia elettrica da rete:	1.148 kWh <sub>e</sub>
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale:	0 kWh <sub>e</sub>

**d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale**

Valore di progetto 14,91 kJ/(m<sup>3</sup>GG)

**e) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria**

Fabbisogno annuo di energia primaria	0 MJ
Fabbisogno annuo di energia primaria convertito	0 kWh
Fabbisogno di combustibile (Energia elettrica - PCI = 3,6 kWh <sub>el</sub> )	0 kWh <sub>el</sub>

**f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria**

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: Non un numero reale %

**g) Impianti fotovoltaici**

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 0 %

**7. Elementi specifici che motivano eventuali deroghe alla normativa vigente**

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

Motivazione:

## 8. Valutazioni specifiche per l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate.

## 9. Documentazione allegata

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare.
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti.

Documentazione relativa al rendimento utile dei generatori di calore

- Calcolo delle potenze di progetto dei locali
- Calcolo di  $H_t$ ,  $H_v$ ,  $H_u$ ,  $H$  secondo UNI EN 832
- Calcolo di  $Q_l$  (perdite),  $Q_s$  (apporti solari),  $Q_i$  (apporti interni): mensili
- Calcolo di  $Q_h$  (energia utile), mensile - stagionale secondo UNI EN 832
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione
- Calcolo di  $Q$  (energia primaria), mensile - stagionale secondo UNI 10348 e Raccomandazioni CTI R - 03/3
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite

## 10. Dichiarazione di rispondenza

Il sottoscritto **Dott. Ing. Antonio Ibba**, iscritto a iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari al n. 2516, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

**DICHIARA** sotto la propria personale responsabilità che:

- a. il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91/CE;
- b. i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Cagliari, lì 20/11/2012

Timbro e firma

---