

## ***Dimensionamento di impianti geotermici a bassa entalpia***

EDIFICIO ***Edificio***  
INDIRIZZO ***Via Roma - Borgomanero (NO)***  
IMPIANTO ***Impianto sonde verticali***  
COMMITTENTE ***Edilclima srl***  
INDIRIZZO ***Via Vivaldi 7 - Borgomanero (NO)***

Rif. ***Esempio.E14***  
Software di calcolo EDILCLIMA - EC714 versione 1.2.0

**Edilclima srl**  
**Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO)**

## DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

### Caratteristiche geografiche

Località	<b>BORGOMANERO</b>		
Provincia	<b>Novara</b>		
Altitudine s.l.m.		<b>307</b>	m
Latitudine nord	<b>45° 41'</b>	Longitudine est	<b>8° 27'</b>
Gradi giorno		<b>2559</b>	
Zona climatica		<b>E</b>	

### Località di riferimento

per la temperatura	<b>NOVARA</b>
per l'irradiazione	I località: <b>NOVARA</b>
	II località: <b>VERBANIA</b>
per il vento	<b>NOVARA</b>

### Caratteristiche del vento

Regione di vento:	<b>A</b>	
Direzione prevalente	<b>Nord</b>	
Distanza dal mare	<b>&gt; 40</b>	km
Velocità media del vento	<b>0,8</b>	m/s
Velocità massima del vento	<b>1,6</b>	m/s

### Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	<b>-6,0</b>	°C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal <b>15 ottobre</b> al <b>15 aprile</b>	

### Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	<b>30,5</b>	°C
Temperatura esterna bulbo umido	<b>22,3</b>	°C
Umidità relativa	<b>50,0</b>	%
Escursione termica giornaliera	<b>12</b>	°C

### Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>7,6</b>	<b>12,3</b>	<b>16,6</b>	<b>21,0</b>	<b>23,5</b>	<b>22,5</b>	<b>18,4</b>	<b>12,1</b>	<b>6,3</b>	<b>1,6</b>

**CARATTERISTICHE TERMICHE E FISICHE DEL SOTTOSUOLO**  
secondo VDI 4640 2000 - prUNI

**Stratigrafia:**

Spessore totale	<b>90,0</b>	m
Diffusività media	<b>5,54</b>	$10^{-7}$ m <sup>2</sup> /s
Conduttività termica media	<b>1,180</b>	W/mK
Massa volumica media	<b>1837</b>	kg/m <sup>3</sup>
Capacità termica media	<b>2,05</b>	MJ/m <sup>3</sup> K



N.	Descrizione strato	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	M.V. [kg/m <sup>3</sup> ]	C.T. [MJ/m <sup>3</sup> K]
1	<i>Ghiaia umida</i>	10,0	1,8	2700	2,4
2	<i>Sabbia satura</i>	22,0	1,6	1450	2,1
3	<i>Argilla/limo secco</i>	38,0	0,5	1800	1,5
4	<i>Argilla/limo umida</i>	20,0	1,7	1900	2,5

Legenda simboli

s	Spessore dello strato
$\lambda$	Conduttività termica dello strato
M.V.	Massa volumica dello strato
C.T.	Capacità termica dello strato

## DATI DI INPUT

### **Fabbisogni termici/frigoriferi di progetto**

Mese	FABBISOGNI TERMICI		FABBISOGNI ACS	ENERGIA TERMICA	FABBISOGNI FRIGORIFERI		ENERGIA FRIGORIFERA
	Q' <sub>h, hp out</sub> [kWh]	Q' <sub>p, vari I</sub> [kWh]	Q' <sub>p, ACS</sub> [kWh]	Q <sub>h, hp out</sub> [kWh]	Q' <sub>c, hp out</sub> [kWh]	Q' <sub>p, vari E</sub> [kWh]	Q <sub>c, hp out</sub> [kWh]
Gennaio	<b>25910</b>	-	-	<b>25910</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Febbraio	<b>18590</b>	-	-	<b>18590</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Marzo	<b>10250</b>	-	-	<b>10250</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Aprile	<b>4230</b>	-	-	<b>4230</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Maggio	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>1890</b>	-	<b>1890</b>
Giugno	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>9500</b>	-	<b>9500</b>
Luglio	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>20860</b>	-	<b>20860</b>
Agosto	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>14590</b>	-	<b>14590</b>
Settembre	<b>0</b>	-	-	<b>0</b>	<b>5360</b>	-	<b>5360</b>
Ottobre	<b>3750</b>	-	-	<b>3750</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Novembre	<b>9935</b>	-	-	<b>9935</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
Dicembre	<b>16450</b>	-	-	<b>16450</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>
<b>TOTALI</b>	<b>89115</b>	-	-	<b>89115</b>	<b>52200</b>	-	<b>52200</b>

#### Legenda simboli

Q' <sub>h, hp out</sub>	Fabbisogno di energia termica mensile fornita dalla pompa di calore
Q' <sub>p, vari I</sub>	Energia termica fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
Q' <sub>p, ACS</sub>	Fabbisogno di energia mensile per la produzione di acqua calda sanitaria
Q <sub>h, hp out</sub>	Fabbisogno di energia termica totale fornita dalla pompa di calore
Q' <sub>c, hp out</sub>	Fabbisogno di energia frigorifera mensile fornita dalla pompa di calore
Q' <sub>p, vari E</sub>	Energia frigorifera fornita dal sottosistema di generazione per usi di processo
Q <sub>c, hp out</sub>	Fabbisogno di energia frigorifera totale fornita dalla pompa di calore

#### **Dettagli pompa di calore**

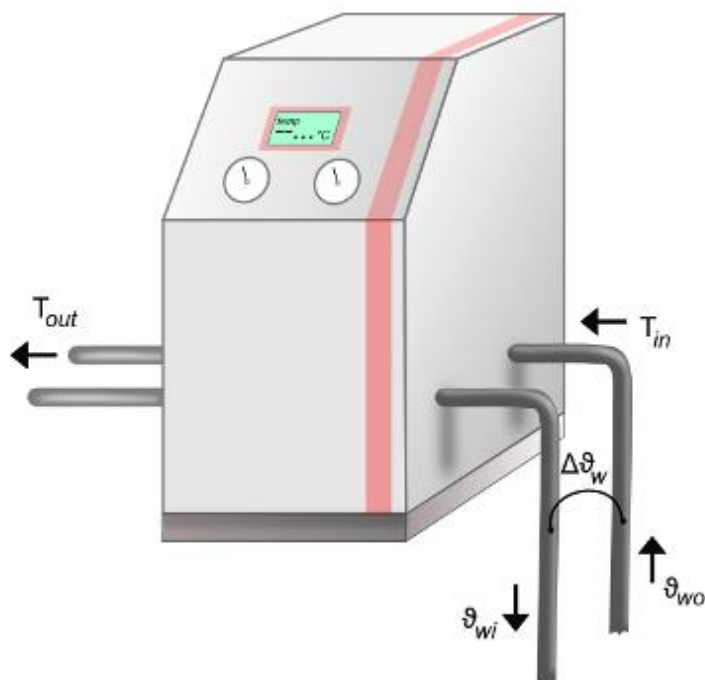
Marca/Serie/Modello **Pompa di calore**

#### Caratteristiche in riscaldamento:

Potenza nominale	Q' <sub>h, hp outD</sub>	<b>37,00</b> kW
COP nominale		<b>5,03</b>
Temperatura mandata PdC nominale	T <sub>out</sub>	<b>35,0</b> °C
Temperatura ingresso PdC nominale	T <sub>in</sub>	<b>2,0</b> °C
Temperatura mandata PdC di progetto	T <sub>out</sub>	<b>35,0</b> °C
Differenza Temperatura scambiatore	Δθ <sub>gw</sub>	<b>11,0</b> °C
Salto termico del fluido	Δθ <sub>w</sub>	<b>3,0</b> °C

#### Caratteristiche in raffrescamento:

Potenza nominale	Q' <sub>c, hp outD</sub>	<b>32,60</b> kW
EER nominale		<b>4,95</b>
Temperatura mandata PdC nominale	T <sub>out</sub>	<b>12,0</b> °C
Temperatura ingresso PdC nominale	T <sub>in</sub>	<b>25,0</b> °C
Temperatura mandata PdC di progetto	T <sub>out</sub>	<b>18,0</b> °C
Differenza Temperatura scambiatore	Δθ <sub>gw</sub>	<b>17,0</b> °C
Salto termico del fluido	Δθ <sub>w</sub>	<b>5,0</b> °C



Fabbisogni elettrici:

Potenza media degli ausiliari	<b>1000</b> W
Potenza elettrica pompe circolazione	<b>1680</b> W

Caratteristiche fluido:

Tipologia	<b>Soluzione acqua-glicole etilenico</b>
Concentrazione	<b>10</b> %
Calore specifico	<b>4,03</b> kJ/kgK
Temperatura di congelamento	<b>-3,00</b> °C
Massa volumica	<b>1010,99</b> kg/m <sup>3</sup>
Conduktività termica	<b>0,57</b> W/mK

Parametri di funzionamento

Flusso termico annuale	Q <sub>a</sub>	<b>1124</b> W	
		Riscaldamento	Raffrescamento
Ore di funzionamento a pieno carico	T <sub>h</sub> / T <sub>c</sub>	<b>2409</b>	<b>1601</b> n° ore
Prestazione pompa di calore	COP <sub>reale</sub> / EER <sub>reale</sub>	<b>4,89</b>	<b>5,91</b>
Temperatura uscente dallo scambiatore	θ <sub>wo</sub>	<b>1,0</b>	<b>29,0</b> °C
Temperature entrante nello scambiatore	θ <sub>wi</sub>	<b>-2,0</b>	<b>34,0</b> °C
Fattore di carico parziale	PLF <sub>m</sub>	<b>0,96</b>	<b>0,88</b>

### **Dettagli impianto**

#### Caratteristiche scambiatore di calore a terreno:

Tipologia	<b>Scambiatori verticali a doppia U</b>
Disposizione scambiatore	<b>Centrale</b>
Interasse tubazione	<b>0,090</b> m
Coefficiente Scambio termico	<b>170,000</b> W/m <sup>2</sup> K

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
<i>UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</i>	<i>PE</i>	<i>0,40</i>	<i>23</i>	<i>32</i>

#### Caratteristiche tubazione di perforazione:

Rimozione tubazione al termine della perforazione  Sì  No

Denominazione	Materiale	Cond. [W/mK]	Φ int. [mm]	Φ est. [mm]
<i>Tubazione in acciaio per perforazioni teleguidate</i>	<i>Acciaio</i>	<i>0,00</i>	<i>130</i>	<i>154</i>

#### Caratteristiche materiale di riempimento:

Tipologia	<b>Bentonite (20%) Quarzite (40%)</b>
Conduttività termica	<b>1,470</b> W/m <sup>2</sup> K

#### Configurazione a terreno:

Numero di perforazioni	<b>15</b>
Disposizione delle perforazioni	<b>In linea tripla</b>
Distanza tra gli scambiatori	<b>10,0</b> m

#### Legenda simboli

Cond.	Conduttività termica del materiale
Φ int.	Diametro interno della tubazione
Φ est.	Diametro esterno della tubazione

**PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO**  
Secondo prUNI

**Dimensionamento scambiatori:**

Lunghezza totale **1234** m  
n° scambiatori **15**  
Lunghezza scambiatore singolo **82,3** m  
 $\lambda_{\text{corretto}}$  del terreno **1,1** W/mK

	<u>Riscaldamento</u>	<u>Raffrescamento</u>
Portata totale degli scambiatori	<b>144,43</b> l/min	<b>112,24</b> l/min
Perdita di carico dello scambiatore	<b>0,05</b> bar	<b>0,03</b> bar
COP/EER di calcolo	<b>4,89</b>	<b>5,91</b>
$\Delta t$ di calcolo	<b>-0,5</b> °C	<b>31,5</b> °C
Velocità fluido negli scambiatori	<b>0,19</b> m/s	<b>0,15</b> m/s
Numero di Reynolds	<b>4452</b>	<b>3460</b>
Regime fluido	<b>Transizione</b>	<b>Transizione</b>

Mese	STAGIONE DI RISCALDAMENTO			STAGIONE DI RAFFRESCAMENTO		
	$T_h$ [n° ore]	PLF <sub>m,hD</sub> [kWh]	E <sub>h</sub> [kWh]	$T_h$ [n° ore]	PLF <sub>m,hD</sub> [kWh]	E <sub>c</sub> [kWh]
Gennaio	<b>700</b>	<b>0,96</b>	<b>7177,4</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Febbraio	<b>502</b>	<b>0,69</b>	<b>5149,7</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Marzo	<b>277</b>	<b>0,38</b>	<b>2839,4</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Aprile	<b>114</b>	<b>0,16</b>	<b>1171,8</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Maggio	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>	<b>58</b>	<b>0,08</b>	<b>475,3</b>
Giugno	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>	<b>291</b>	<b>0,40</b>	<b>2389,3</b>
Luglio	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>	<b>640</b>	<b>0,88</b>	<b>5246,3</b>
Agosto	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>	<b>448</b>	<b>0,61</b>	<b>3669,4</b>
Settembre	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>	<b>164</b>	<b>0,23</b>	<b>1348,0</b>
Ottobre	<b>101</b>	<b>0,14</b>	<b>1038,8</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Novembre	<b>269</b>	<b>0,37</b>	<b>2752,1</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
Dicembre	<b>445</b>	<b>0,61</b>	<b>4556,9</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0,0</b>
<b>COMPLESSIVI</b>	<b>2409</b>	<b>0,96</b>	<b>24686,0</b>	<b>1601</b>	<b>0,88</b>	<b>13128,4</b>

Legenda simboli

$\lambda_{\text{corretta}}$  Conduttività termica del terreno equivalente ad una profondità pari alla lunghezza degli scambiatori  
 $\Delta t$  Differenziale di temperatura tra ingresso e uscita fluido dalla scambiatore  
 $T_h$  Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di riscaldamento  
 PLF<sub>m,hD</sub> Fattore di carico parziale dell'impianto di riscaldamento  
 E<sub>h</sub> Consumo elettrico dell'impianto di riscaldamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)  
 $T_c$  Numero di ore equivalenti di funzionamento a pieno carico dell'impianto di raffrescamento  
 PLF<sub>m,cD</sub> Fattore di carico parziale dell'impianto di raffrescamento  
 E<sub>c</sub> Consumo elettrico dell'impianto di raffrescamento (pompa di calore, pompa di circolazione e ausiliari)

## PERDITE DI CARICO DEL CIRCUITO

CIRCUITO DI MANDATA									
Tratto	N° scamb.	Gruppo tubazione	DN	Lunghezza [m]	Accidentalità [bar]	Accessori (CV) [bar]	Portata [l/min]	Velocità [m/s]	dP tratto [bar]
<b>1</b>	<b>15</b>	<b>et12 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>40</b>	<b>25,0</b>	<b>0,183</b>	<b>0,000</b>	<b>144,43</b>	<b>3,59</b>	<b>1,272</b>
<b>2</b>	<b>10</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>10,0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>96,29</b>	<b>3,80</b>	<b>0,640</b>
<b>3</b>	<b>5</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>15,0</b>	<b>0,038</b>	<b>0,000</b>	<b>48,14</b>	<b>1,90</b>	<b>0,307</b>
<b>4</b>	<b>4</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>10,0</b>	<b>0,012</b>	<b>0,000</b>	<b>38,52</b>	<b>1,52</b>	<b>0,131</b>
<b>5</b>	<b>3</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>10,0</b>	<b>0,007</b>	<b>0,000</b>	<b>28,89</b>	<b>1,14</b>	<b>0,078</b>
<b>6</b>	<b>2</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>10,0</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>	<b>19,26</b>	<b>0,76</b>	<b>0,037</b>
<b>7</b>	<b>1</b>	<b>et11 - UNI 7990:2004 - Tubi di PE - bd - PN10</b>	<b>32</b>	<b>10,0</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>9,63</b>	<b>0,38</b>	<b>0,011</b>

Perdita di carico dello scambiatore **0,051** bar

	<u>Circuito di mandata</u>	<u>Circuito di ritorno</u>
Perdita di carico collegamenti orizzontali	<b>2,477</b> bar	<b>2,477</b> bar

Perdita TOTALE dell'impianto **5,004** bar