



ANIT

Associazione
Nazionale
per l'Isolamento
Termico e acustico

ANIT

www.anit.it

Esempi con LETO

Analisi di una pompa di calore

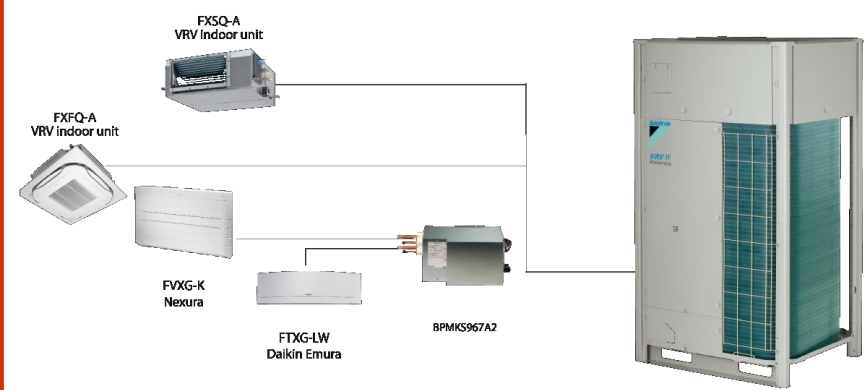
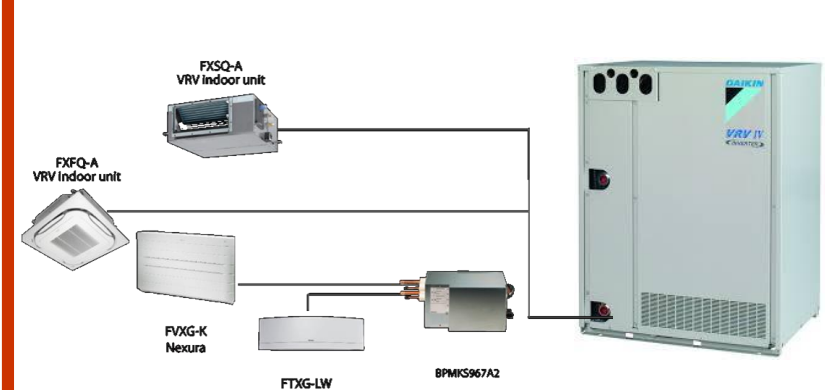


Corso in diretta streaming – 12 giugno 2019

Ing. Matteo Serraino

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta dello stesso.

Tipologie di pompe di calore

SORGENTE

		Aria	Acqua
UTILIZZO	Aria		
	Acqua		

Pompe di calore ad assorbimento



DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EPren	EPnren
Climatizzazione invernale	1-						η_H		
	2-								
Climatizzazione estiva	1-						η_C		
	2-								
Prod. acqua calda sanitaria							η_w		

Pompe di calore e fonti rinnovabili

- D.Lgs 28/2011 e direttiva 2009/28/CE: l'energia aerotermica, idrotermica e geotermica sono considerate fonti rinnovabili
- Una pompa di calore (con sorgente aria, acqua o terreno) è un sistema che utilizza delle fonti rinnovabili per la produzione di energia termica
- Energia rinnovabile (E_{RES}) catturata dall'ambiente esterno da una pompa di calore

$$E_{RES} = Q_{usable} (1 - 1 / SPF)$$

- Q_{usable} : energia termica resa dalla pompa di calore nell'arco dell'anno (es. kWh/anno);
- Per le pompe di calore elettriche $SPF = SCOP$
- Per le pompe di calore a gas: $SPF = SPER$, dove $SPER$ è il rapporto tra la prestazione media stagionale della pompa di calore ottenuta tramite la UNI/TS 11300-4 e il rendimento η assunto pari a 0,46

Pompe di calore e fonti rinnovabili

- Il D.Lgs 28/2011 pone una condizione affinché l'energia sottratta all'ambiente esterno sia considerata come rinnovabile

$$\text{SPF} > 1,15 / \eta$$

- **Pompe di calore elettriche:**

- INTERPRETAZIONE ANIT:

$\eta = 1 / 1,95 = 0,513$ (utilizzo del fattore di energia primaria non rinnovabile per elettricità)

$\eta \rightarrow \text{SPF} > 2,243$

- **Pompe di calore a gas:**

- η è “*posto pari a 1 fino alla determinazione di un più appropriato valore, effettuata dal Ministero dello sviluppo economico con apposita circolare al GSE*”.
- Pur non avendo notizia di questa circolare, è sempre nella decisione della Commissione Europea del 1 marzo 2013 (quindi successiva al D.Lgs 28/2011) che si legge “*Per le pompe di calore alimentate da energia termica (sia direttamente che attraverso la combustione di carburanti), l'efficienza del sistema energetico (η) è pari a 1, in modo tale che l'SPF minimo (SPERnet) ai fini del loro computo nella quota di energia da fonti rinnovabili a norma della direttiva sia 1,15*”.

Decreti 26/06/2015: fattori di energia primaria

- L'energia in ingresso al sistema edificio impianto deve essere convertita in energia primaria attraverso i fattori di conversione:
 - $f_{P,nren}$: fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile
 - $f_{P,ren}$: fattore di conversione in energia primaria rinnovabile
 - $f_{P,tot}$: fattore di conversione in energia primaria totale

Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide ⁽²⁾	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose ⁽²⁾	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete ⁽³⁾	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento ⁽⁴⁾	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento ⁽⁴⁾	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00

⁽¹⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

⁽²⁾ Come definite dall'allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

⁽³⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

⁽⁴⁾ Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza

⁽⁵⁾ Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.

Impianti → Riscaldamento → Generazione: Pompa di calore

Progetto

Manuale

Progetto

Dati climatici

Gestione zone

Involucro

Elementi disperdenti

Zone termiche

Zone non riscaldate

Impianti

Fattori di energia primaria

Riscaldamento

Impianto di riscaldamento

Emissione e regolazione

Distribuzione ad acqua

Distribuzione ad aria

Accumulo

Unità trattamento aria

Generazione

Pompa di calore aria-a-

Raffrescamento

Acqua calda sanitaria

Ventilazione

Fotovoltaico

Risultati di calcolo

Attestati e relazioni

Descrizione

Pompa di calore aria-acqua

Anno di installazione

2019

Codice catasto regionale impianti termici

Temperatura di cut-off

-15 °C

COP minimo per quota rinnovabile (DLgs 28)

2,243

Rendimento medio stagionale

2,810

COP medio stagionale

2,870

Tipo di pompa

a compressione ad azionamento elettrico

Fattore correttivo dichiarato in base al fattore di carico

0,9

Potenza utile nominale

7°C

40°C

Pn

8,32 kW

Tipo di funzionamento

a potenza fissa, funzionamento on/off

Sorgente fredda

Aria

Pozzo caldo

Acqua

☐ Temperature di default

Valori di riferimento di potenza e rendimento

Dato noto

☐ Potenza richiesta in ingresso (Pi)

☒ COP (potenza erogata/potenza richiesta)

Aggiungi temperatura pozzo caldo

°C

Elimina temperatura pozzo caldo

	Ph 30°C	COP 30°C	Ph 40°C	COP 40°C	Ph 50°C	COP 50°C
-15°C	4,34	2,51	3,94	1,99	3,77	1,65
-10°C	5,04	2,82	4,53	2,19	4,29	1,77
-7°C	5,46	3,03	4,88	2,32	4,6	1,86
-2°C	6,29	3,48	5,59	2,60	5,23	2,04
2°C	7	3,87	6,2	2,84	5,8	2,22
7°C	9,4	4,75	8,32	3,44	7,78	2,66

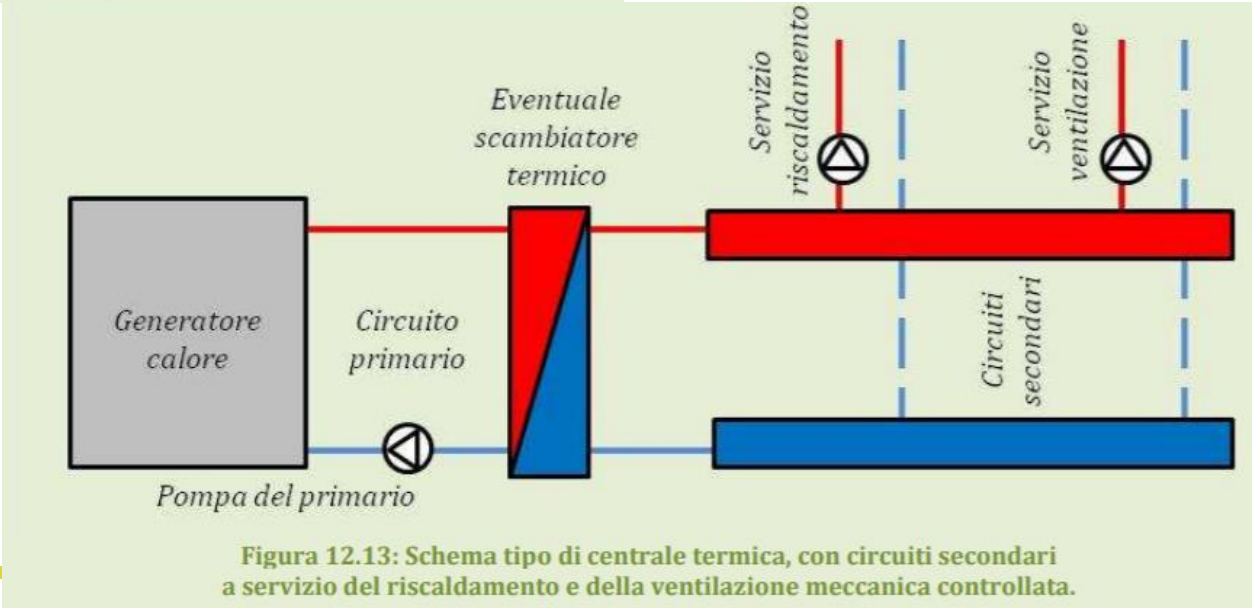
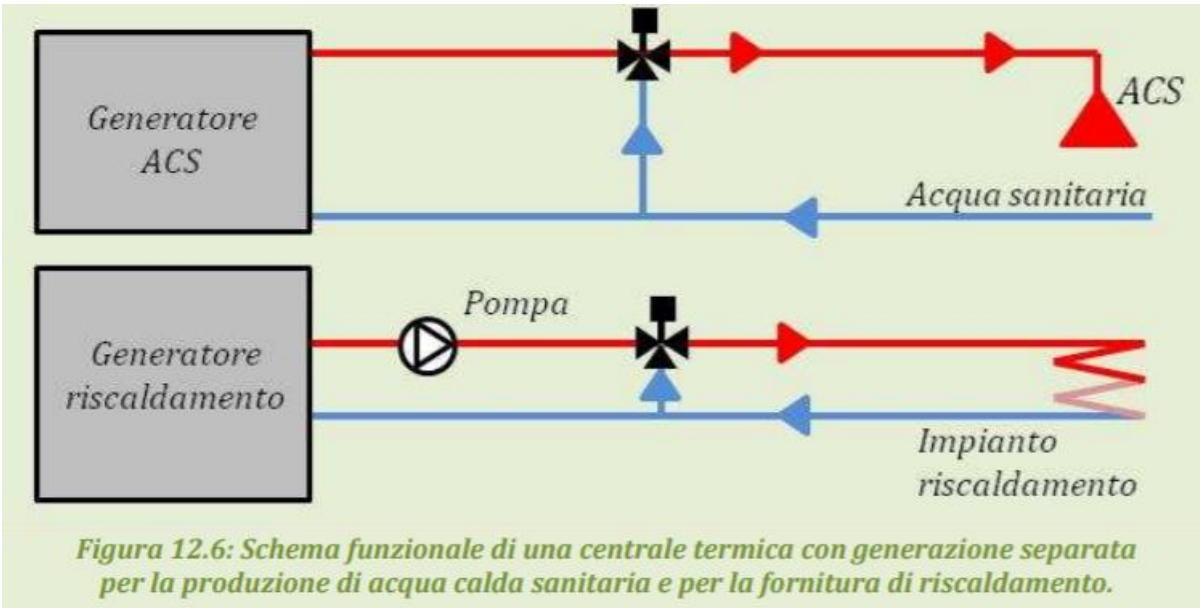
Aggiungi temperatura sorgente fredda

°C

Elimina temperatura sorgente fredda

	Temperatura sorgente fredda [°C]	Temperatura pozzo caldo [°C]
gennaio	1,70	34,84
febbraio	4,20	34,84
marzo	9,20	34,83
aprile	14,00	34,60
maggio	17,90	0,00
giugno	22,50	0,00
luglio	25,10	0,00
agosto	24,10	0,00
settembre	20,40	0,00
ottobre	14,00	34,83

Primario / secondario



Dati climatici: bin di temperatura (1/2)

Provincia di appartenenza

MI - MILANO

Comuni della provincia di MILANO

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici

MI - MILANO

Latitudine

45°35'

Longitudine

9°12'

Altitudine s.l.m.

122 m

Temperatura di progetto

-5,0 °C

Temperatura media annuale

14,3 °C

Temperatura media stagione di riscaldamento

7,8 °C

Fattore climatico di carico termico

0,49

Gradi giorno

2404

Zona climatica

E

Durata della stagione di riscaldamento

183 giorni

Irradianza media del mese di massima insolazione

269,6 W/m²

Velocità del vento media annuale

1,7 m/s

Irradianza giornaliera media mensile [kWh/m²]														
	Temperatu [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Orizzontale	SUD	Sud-Est	EST	Nord-Est	NORD	Nord-Oves	OVEST	Sud-Ovest	Diffusa	Temperatu cielo [°C]
▶ gennaio	4,0	682	84	1,38	2,70	2,09	1,16	0,50	0,45	0,50	1,16	2,09	0,62	-8,1
febbraio	7,1	766	76	2,05	2,88	2,41	1,60	0,83	0,65	0,83	1,60	2,41	0,89	-6,0
marzo	10,6	810	64	3,27	3,16	2,99	2,39	1,48	1,02	1,48	2,39	2,99	1,39	-4,9
aprile	13,4	1048	68	4,46	2,94	3,26	3,07	2,22	1,47	2,22	3,07	3,26	1,81	-0,1
maggio	19,4	1523	68	5,30	2,70	3,25	3,47	2,85	2,13	2,85	3,47	3,25	2,31	6,8
giugno	22,8	1548	56	6,34	2,88	3,59	4,08	3,51	2,77	3,51	4,08	3,59	2,71	7,0
luglio	24,5	1775	58	6,47	3,00	3,77	4,22	3,51	2,63	3,51	4,22	3,77	2,45	9,3
agosto	24,3	1864	61	5,29	3,04	3,56	3,58	2,72	1,85	2,72	3,58	3,56	2,07	10,0
settembre	19,8	1265	55	4,20	3,42	3,50	3,01	1,96	1,24	1,96	3,01	3,50	1,60	3,4
ottobre	14,1	1323	82	2,22	2,63	2,31	1,68	0,96	0,72	0,96	1,68	2,31	0,99	4,3
novembre	7,5	822	79	1,19	1,95	1,56	0,95	0,47	0,41	0,47	0,95	1,56	0,58	-4,7
dicembre	3,5	633	81	1,00	1,96	1,52	0,83	0,38	0,36	0,38	0,83	1,52	0,52	-9,4

Visualizza bin

Visualizza profili di temperatura

Fonte dei dati climatici

☒ UNI 10349:2016

☐ UNI 10349:1994

Fonte dei gradi giorno

☒ DPR 412/93

☐ UNI 10349:2016

Codice Istat

Dati climatici: bin di temperatura (2/2)

Durata dei BIN [h]

BIN per riscaldamento

BIN per acqua calda sanitaria

°C	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
► -5	12,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4	17,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3	23,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,80
-2	30,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76
-1	38,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,45
0	45,71	16,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,83
1	52,47	23,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,99
2	57,90	32,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,49
3	61,42	41,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,98	86,02
4	62,64	51,47	17,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,15	86,17
5	61,41	59,69	27,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,10	79,90
6	57,87	65,40	39,62	8,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,11	68,58
7	52,43	67,71	53,45	11,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,19	54,48
8	45,66	66,23	66,99	16,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,60	118,64	40,07
9	38,22	61,21	78,00	21,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,75	101,25	27,27
10	30,76	53,45	84,38	25,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,37	73,47	17,18
11	23,80	44,10	84,79	30,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,76	45,33	0,00
12	17,70	34,38	79,17	33,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,18	23,78	0,00
13	12,65	25,32	68,67	35,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,21	0,00	0,00
14	0,00	17,62	55,33	34,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,67	0,00	0,00
15	0,00	11,59	41,43	32,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,52	0,00	0,00
16	0,00	0,00	28,81	29,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,41	0,00	0,00
17	0,00	0,00	18,62	25,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,34	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	20,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,75	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	15,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	11,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,85	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	7,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Effetti del sovradimensionamento

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	9,35	9,64	10,01	2,79	2,42	2,17
2	11,93	12,11	12,29	3,36	2,84	2,48
7	14,60	14,80	15,11	3,88	3,28	2,87
12	16,21	16,51	16,83	4,14	3,53	3,07

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	11,96	12,72	13,57	2,88	2,51	2,27
2	15,72	15,63	15,54	3,51	2,85	2,40
7	19,21	19,11	19,01	4,04	3,24	2,70
12	21,23	21,42	21,63	4,25	3,40	2,88

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	15,52	16,45	17,41	2,68	2,29	2,02
2	20,83	21,29	21,75	3,38	2,74	2,31
7	25,28	26,29	26,70	3,89	3,06	2,64
12	27,10	28,50	29,62	4,03	3,28	2,82

Corretto dimensionamento

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	8,80	8,61	8,54	2,59	2,05	1,67
2	11,52	11,08	10,72	3,24	2,54	2,03
7	14,24	13,84	13,34	3,99	3,16	2,49
12	15,94	15,44	14,84	4,45	3,50	2,75

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	7,35	7,17	7,08	2,63	2,05	1,66
2	9,60	9,16	8,89	3,21	2,50	2,02
7	11,89	11,49	11,09	3,94	3,12	2,49
12	13,29	12,79	12,29	4,39	3,45	2,72

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	5,49	5,17	5,00	2,63	2,17	1,80
2	6,96	6,58	6,39	3,20	2,57	2,07
7	8,71	8,26	8,05	3,97	3,14	2,49
12	9,66	9,19	8,95	4,37	3,40	2,67

Altri produttori

	ERGA 06 Tman=35°C, Dati Integrati							
	100%		70%		50%		30%	
Ta	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP
-7	6,25	2,78	4,42	2,89	3,29	2,91	1,94	2,77
-2	6,20	3,15	4,55	3,35	3,44	3,41	2,10	3,28
2	6,17	3,55	4,66	3,82	3,57	3,88	2,23	3,72
7	7,74	4,75	5,37	5,07	3,89	5,12	2,41	4,55
12	7,52	5,92	5,39	6,06	3,88	5,97	2,37	5,64
	ERGA 06 Tman=40C, Dati Integrati							
	100%		70%		50%		30%	
Ta	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP
-7	6,25	2,44	4,26	2,54	3,15	2,58	1,86	2,27
-2	6,19	2,79	4,38	2,92	3,34	3,01	2,03	2,78
2	6,13	3,14	4,48	3,32	3,40	3,30	2,16	3,22
7	7,57	4,16	5,22	4,31	3,74	4,30	2,27	3,66
12	7,26	4,94	5,09	5,04	3,57	4,76	2,05	4,02
	ERGA 06 Tman=45C, Dati Integrati							
	100%		70%		50%		30%	
Ta	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP	Hc	COP
-7	6,26	2,19	4,10	2,24	3,00	2,29	1,79	1,90
-2	6,17	2,49	4,21	2,58	3,24	2,66	1,96	2,36
2	6,10	2,81	4,30	2,91	3,24	2,82	2,10	2,84
7	7,40	3,68	5,06	3,69	3,59	3,63	2,13	3,00
12	6,99	4,16	4,78	4,19	3,25	3,82	1,72	2,82

Pompa di calore ON/OFF

Dati per determinazione COP_{PL} T mandata 35°C

	$T_{designh}$	A	B	C	D
Te	-10	-7	2	7	12
PLR		0,885	0,538	0,346	0,154
DC		9,353	11,927	14,602	16,213
CR		1,00	0,48	0,25	0,10
P	10,57	9,35	5,69	3,66	1,63
COP (carico parziale)		2,79	3,26	3,56	3,18
COP' (pieno carico)		2,79	3,36	3,88	4,14
f _{COP}		1,00	0,97	0,92	0,77

Pompa di calore inverter

Dati di Potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

	Potenza termica $\Phi_{H,HP\ out}$ (kW)			COP		
	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C	T mandata 35°C	T mandata 45°C	T mandata 55°C
-7	8,80	8,61	8,54	2,59	2,05	1,67
2	11,52	11,08	10,72	3,24	2,54	2,03
7	14,24	13,84	13,34	3,99	3,16	2,49
12	15,94	15,44	14,84	4,45	3,50	2,75

Dati per determinazione COP_{PL} T mandata 35°C

	T _{designh}	A	B	C	D
Te	-10	-7	2	7	12
PLR		0,88	0,54	0,35	0,15
DC		8,80	11,52	14,24	15,94
CR		1,00	0,46	0,24	0,09
P	9,95	8,80	5,36	3,44	1,53
COP (carico parziale)		2,59	3,79	4,13	3,37
COP' (pieno carico)		2,59	2,99	3,68	4,11
f _{COP}		1,00	1,27	1,12	0,82

Bollettini unità ante 11300-4

PRESTAZIONI RISCALDAMENTO

HEATING CAPACITY

GRAN- DEZZA UNIT SIZE	Ta (BS-DB) (°C)	RH (%)	TEMPERATURA ACQUA ENTRANTE/USCENTE CONDENSATORE (°C) CONDENSER WATER IN/OUT (°C)									
			30/35		35/40		40/45		45/50		50/55	
			kWt	kWe	kWt	kWe	kWt	kWe	kWt	kWe	kWt	kWe
91	-5	90	17,9	5,5	17,2	5,7	16,6	6,0	15,9	6,2	15,4	6,3
	0	90	20,3	5,8	19,6	6,1	18,9	6,3	18,3	6,6	17,7	6,8
	+5	80	22,9	6,0	22,1	6,4	21,5	6,7	20,8	7,0	20,2	7,3
	+7	85	24,5	6,2	23,8	6,5	23,1	6,9	22,4	7,2	21,8	7,6
	+10	80	26,1	6,3	25,4	6,7	24,6	7,0	24,0	7,4	23,4	7,8
	+15	80	30,5	6,6	29,7	7,0	28,9	7,5	28,3	8,0	27,7	8,5
101	-5	90	24,1	7,2	23,3	7,5	22,4	7,9	21,7	8,2	21,0	8,5
	0	90	27,3	7,5	26,4	7,9	25,5	8,3	24,8	8,7	24,0	9,1
	+5	80	30,7	7,9	29,8	8,3	28,9	8,8	28,1	9,3	27,3	9,7
	+7	85	33,0	8,1	32,0	8,6	31,1	9,1	30,3	9,6	29,4	10,1
	+10	80	35,2	8,3	34,2	8,8	33,3	9,4	32,4	9,9	31,5	10,5
	+15	80	41,3	8,7	40,3	9,4	39,3	10,1	38,2	10,7	37,0	11,4

Raffrescamento

		ERGA 06 Tman=18°C							
		100%		75%		50%		25%	
Ta	TH2O	CC	EER	CC	EER	CC	EER	CC	EER
35	23/18	7,45	4,84						
30	*/18			6,19	6,22				
25	*/18					4,54	7,09		
20	*/18							2,47	7,79
		ERGA 06 Tman=7°C							
		100%		75%		50%		25%	
Ta		CC	EER	CC	EER	CC	EER	CC	EER
35	12/7	5,57	3,48						
30	*/7			4,73	4,38				
25	*/7					3,53	4,90		
20	*/7							1,95	5,20



www.anit.it

Grazie per l'attenzione!

info@anit.it

Tel. 02-89415126

ANIT

Associazione
Nazionale
per l'Isolamento
Termico e acustico



Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione scritta dello stesso.