

**Sezione: TER-ENEBIO**

"Laboratorio di Qualificazione Collettori e Sistemi Solari"  
S.S. 106 Jonica Km 419.500 – 75026 Rotondella (MT)

Tel: 0835-974387 -- 0835-974532

Fax: 0835-974210

Pagina 1 di 23

Rapporto di prova secondo EN 12976-2:2006  
su sistema solare:

**IRPEM – Mod. SP-470-58/1800-30**

N° di riferimento: 119c

Campione ricevuto il: 30.01.2008

Azienda:

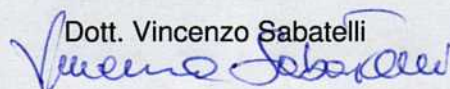
**IRPEM S.r.l.**

Via Di Fioranello, 141 / 143 – 00134 – ROMA  
Tel: 06.71355305 Fax: 06.71355519

Trisaia, li 07 ottobre 2008

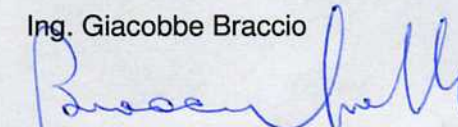
**Il Responsabile di Prova:**

Dott. Vincenzo Sabatelli



**Il Responsabile del Laboratorio:**

Ing. Giacobbe Braccio



**ENEA DIP. TER**  
Sezione TER-ENEBIO  
Laboratorio Solare Termico

Il responsabile  
**Ing. Giacobbe BRACCIO**

I risultati riportati nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a test. Tale campione è inviato direttamente dal cliente, non effettuando il Laboratorio alcun campionamento presso l'azienda.  
La riproduzione del seguente documento è ammessa in copia conforme integrale. La riproduzione parziale è ammessa solo a seguito di autorizzazione scritta del Laboratorio di Qualificazione Componenti e Sistemi Solari della TRISAIA.

N° di riferimento sistema: 119c

## Indice

<b>1. DESCRIZIONE DEL SISTEMA IN PROVA.....</b>	<b>3</b>
1.1 COSTRUTTORE .....	3
1.2 MODELLO .....	3
1.3 CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA .....	3
1.4 FLUIDO TERMOMETTORE .....	3
1.5 ANTIGELO .....	4
1.6 SISTEMA DI COLLETTORI .....	4
1.7 CARATTERISTICHE DEL COLLETTORE.....	4
1.8 ASSORBITORE .....	4
1.9 SERBATOIO DI ACCUMULO .....	5
1.10 POMPA .....	5
1.11 SISTEMA DI CONTROLLO.....	5
1.12 DIAGRAMMA SCHEMATICO DEL SISTEMA .....	5
1.13 TUBATURE DI CONNESSIONE TRA COLLETTORI E SERBATOIO .....	6
1.14 DATI SUL SISTEMA .....	6
1.15 ANNOTAZIONI .....	6
1.16 FOTOGRAFIA DEL SISTEMA.....	6
<b>2. PRESTAZIONI TERMICHE DEL SISTEMA.....</b>	<b>7</b>
2.1 METODO DI PROVA.....	7
2.2 DIAGRAMMA SCHEMATICO DEL CIRCUITO DI PROVA .....	7
2.3 PRESTAZIONI TERMICHE DEL SISTEMA, RISULTATI DEI TEST E DATI DERIVATI.....	8
2.4 CURVE RELATIVE ALLE PRESTAZIONI GIORNALIERE DEL SISTEMA.....	9
2.5 CURVE RELATIVE ALL'AUMENTO IN TEMPERATURA DEL SISTEMA .....	10
<b>3. COEFFICIENTE DI PERDITA NOTTURNO DEL SISTEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. PROFILI DI DRAW-OFF .....</b>	<b>12</b>
4.1 PROFILO DI <i>DRAW-OFF</i> PER UNA RADIAZIONE GIORNALIERA $H < 16 \text{ MJ/m}^2$ .....	12
4.2 PROFILO DI <i>DRAW-OFF</i> PER UNA RADIAZIONE GIORNALIERA $H > 16 \text{ MJ/m}^2$ .....	13
4.3 PROFILO DI <i>DRAW-OFF</i> CON MISCELAZIONE INIZIALE.....	14
4.4 PROFILI DI TEMPERATURA NORMALIZZATI .....	15
4.4.1 Valori dei profili normalizzati di draw-off e del profilo normalizzato con miscelazione iniziale..	15
4.4.2 Profili normalizzati di draw-off $f(V)$ ( $H < 16 \text{ MJ/m}^2$ ed $H \geq 16 \text{ MJ/m}^2$ ).....	16
4.4.3 Profilo normalizzato di draw-off con miscelazione iniziale $g(V)$ .....	16
<b>5. STIMA DELLE PRESTAZIONI ANNUALI PER LOCALITÀ EUROPEE.....</b>	<b>17</b>
5.1 DATI CLIMATICI PER LE DIVERSE LOCALITÀ EUROPEE .....	17
5.2 STIMA DELLA RESA ENERGETICA IN CONDIZIONI STANDARD D'UTILIZZO.....	18
5.3 INDICATORI DELLE PRESTAZIONI.....	19
<b>6. STIMA DELLE PRESTAZIONI ANNUALI PER LOCALITÀ ITALIANE .....</b>	<b>20</b>
6.1 DATI CLIMATICI PER LE LOCALITÀ ITALIANE SCELTE .....	20
6.2 STIMA DELLA RESA ENERGETICA IN CONDIZIONI STANDARD D'UTILIZZO.....	21
6.3 INDICATORI DELLE PRESTAZIONI.....	22
<b>7. SIMBOLOGIA.....</b>	<b>23</b>

N° di riferimento sistema: **119c**

## Test Report

Test realizzato da: **ENEA – Centro Ricerche TRISAIA**  
**Sezione: TER-ENEBIO**

Indirizzo: S.S. 106 Jonica km 419.500 - 75026 Rotondella (MT) – Italy  
Tel: +39.0835.974387 +39.0835.974532 Fax: +39.0835.974210

Data: 30.09.2008

### 1. Descrizione del sistema in prova

#### 1.1 Costruttore

Denominazione del costruttore: IRPEM S.r.l.  
Indirizzo: Via Di Fioranello, 141 / 143 – 00134 – ROMA

#### 1.2 Modello

Modello del sistema: SP-470-58/1800-30  
Numero di serie: -

#### 1.3 Classificazione del sistema

- |   |   |                                    |
|---|---|------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> A termosifone | <input type="checkbox"/> A circolazione forzata             |                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Diretto       | <input type="checkbox"/> Indiretto                          |                                    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aperto        | <input type="checkbox"/> Con sfiato                         | <input type="checkbox"/> Chiuso    |
| <input checked="" type="checkbox"/> A riempimento | <input type="checkbox"/> Drainback                          | <input type="checkbox"/> Draindown |
| <input type="checkbox"/> Con accumulo remoto      | <input checked="" type="checkbox"/> Con accumulo accoppiato |                                    |
| <input type="checkbox"/> Ad accumulo integrato    |   |                                    |
- Altro (specificare): \*\*

#### 1.4 Fluido termovettore

- Tipo:
- Glicole
  - Olio
  - Aria
  - Altro (specificare): Acqua

Specifiche: -  
Contenuto totale di fluido: - litri  
Fluido alternativo accettabile: -

N° di riferimento sistema: **119c**

### 1.5 Antigelo

Protezione antigelo:  SI  NO  
Altro: \*\*\*

### 1.6 Sistema di collettori

Numero di tubi presenti nel sistema: 30  
Area lorda totale: 4.080 m<sup>2</sup>

### 1.7 Caratteristiche del collettore

Tipo:

- Piano  
 A tubi evacuati  
altro (specificare): \*\*

Area lorda <sup>(*)</sup> :	4.080 m <sup>2</sup>
Area d'apertura <sup>(*)</sup> :	3.737 m <sup>2</sup>
Area netta:	2.538 m <sup>2</sup>
Numero coperture:	1
Materiale copertura:	Vetro
Spessore della copertura:	1.5 mm
Materiale isolante:	Vuoto
Spessore isolante:	9.5 mm
Materiale struttura:	Acciaio inox
Massa a vuoto:	- kg
Dimensioni totali (Lun x Larg x Alt):	1720 x 2520 x 1555 mm

### 1.8 Assorbitore

Materiale assorbitore:	Vetro borosilicato
Tipo di costruzione:	Tubo sottovuoto
Trattamento superficiale:	Al-N / Al
Numero tubi o canali:	30
Dimensioni assorbitore:	$\phi_{est} = 58$ $\phi_{int} = 47$ $L_{tubi} = 1800$ mm
Distanza tra i tubi o canali:	- mm

<sup>(\*)</sup>Superfici rilevate dal laboratorio. In particolare, poiché il sistema di captazione è dotato di un riflettore piano, l'area di apertura totale è stata calcolata sommando alla superficie del riflettore l'area di apertura della parte di tubi evacuati non coperta dallo stesso. La relazione utilizzata per il calcolo è la seguente:

$$A_a = (A \times B) + [N_{tubi} \times \phi_{est} \times (L_{tubi} - B)]$$

dove A e B sono, rispettivamente, la larghezza e la lunghezza del riflettore.

N° di riferimento sistema: **119c**

### 1.9 Serbatoio di accumulo

Costruttore:	IRPEM
Modello:	250 litri
Volume:	250 litri
Diametro esterno stimato del serbatoio:	0.5 m
Lunghezza esterna stimata del serbatoio:	2.5 m
Materiale isolante:	Poliuretano
Spessore medio dell'isolante:	55 mm
Tipo di scambiatore:	
<input type="checkbox"/> a serpentino immerso	
<input type="checkbox"/> a intercapedine	
<input checked="" type="checkbox"/> altro (specificare):	non è presente alcun scambiatore, i tubi sottovuoto sono innestati direttamente nel serbatoio di accumulo (si veda diagramma schematico del sistema).

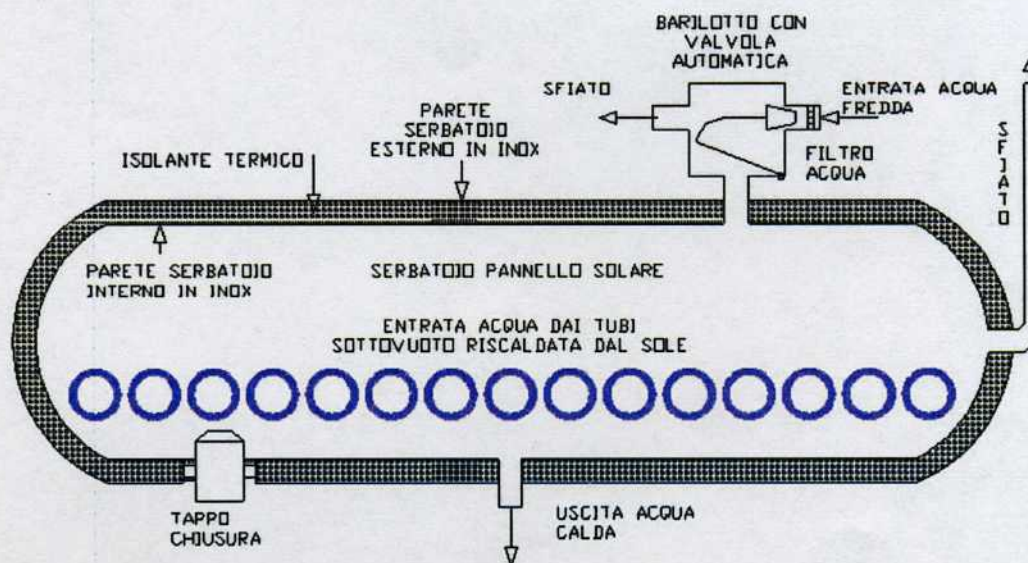
### 1.10 Pompa

Costruttore:	-
Modello:	-
Potenza:	- W
Velocità:	- r/min

### 1.11 Sistema di controllo

Costruttore:	-
Modello:	-

### 1.12 Diagramma schematico del sistema



N° di riferimento sistema: **119c**

### 1.13 Tubature di connessione tra collettori e serbatoio

Diametro:	-
Lunghezza:	- mm
Materiale isolante:	-
Spessore isolante:	- mm

### 1.14 Dati sul sistema

Inclinazione collettori:	40 deg
Portata nel circuito dei collettori:	N.A. kg/s
Configurazione del sistema di controllo:	N.A.

### 1.15 Annotazioni

\*\*\*

### 1.16 Fotografia del sistema



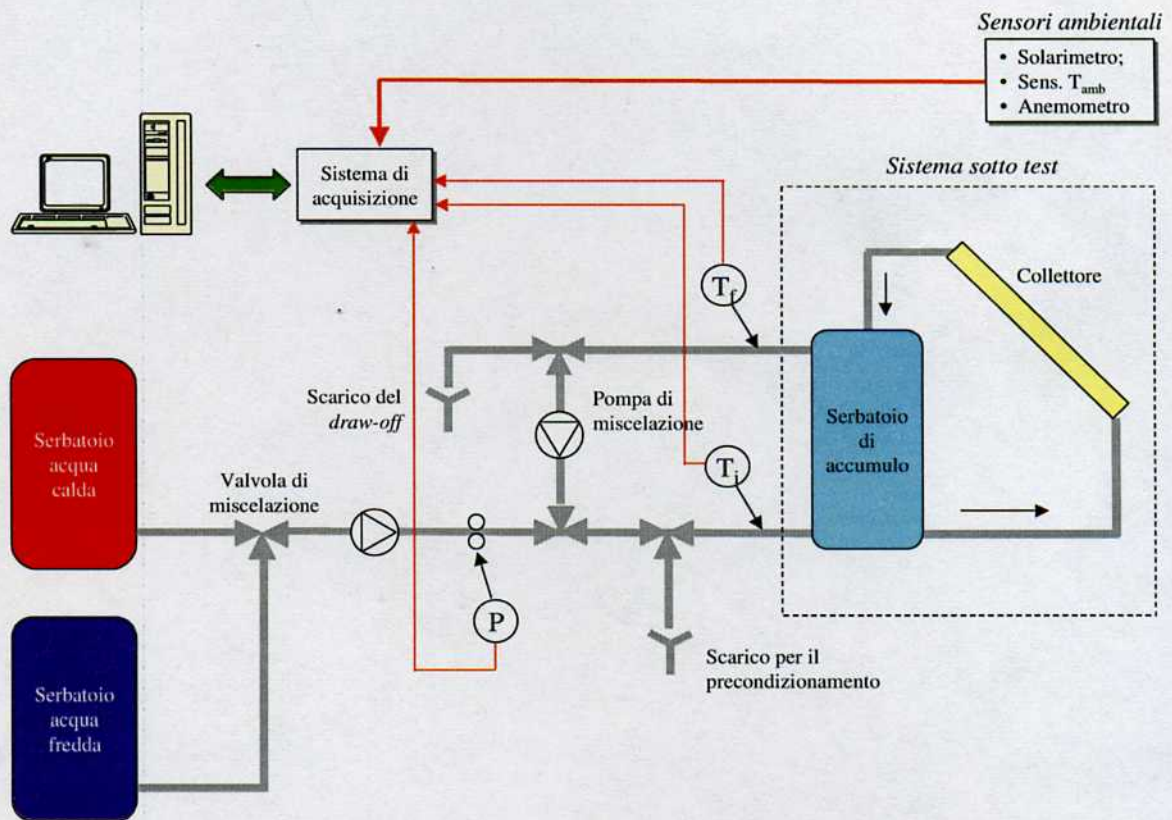
N° di riferimento sistema: **119c**

## 2. Prestazioni termiche del sistema

### 2.1 Metodo di prova

Test effettuato in accordo con lo standard EN 12976-2:2006.

### 2.2 Diagramma schematico del circuito di prova

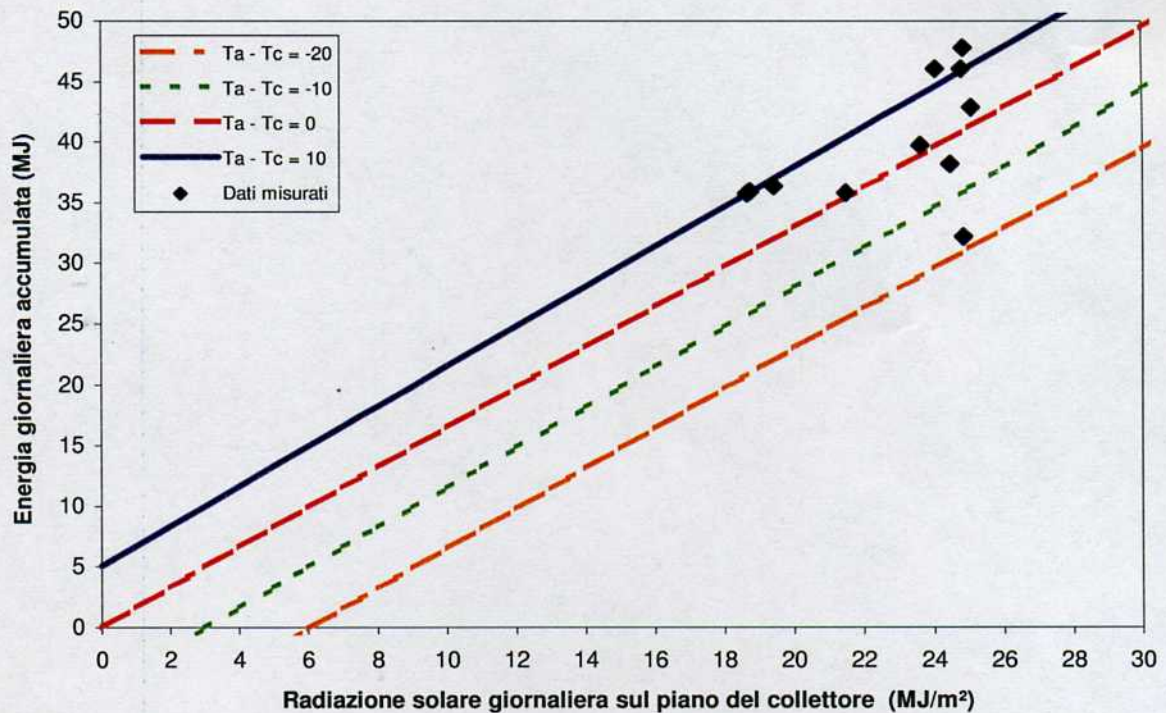




N° di riferimento sistema: **119c**

## 2.4 Curve relative alle prestazioni giornaliere del sistema

I dati sperimentali sono stati correlati con il metodo dei minimi quadrati secondo l'equazione lineare (1). I punti sperimentali sono stati confrontati con i grafici ottenuti considerando, nella equazione lineare, differenti valori per  $[T_{a(day)} - T_c]$  come riportato nel grafico stesso.



**Figura 1 – Prestazioni termiche del sistema**

Regressione lineare relativa ai dati di output energetico del sistema in prova:

$$Q = a_1 H + a_2 (T_{a(day)} - T_c) + a_3 \quad (1)$$

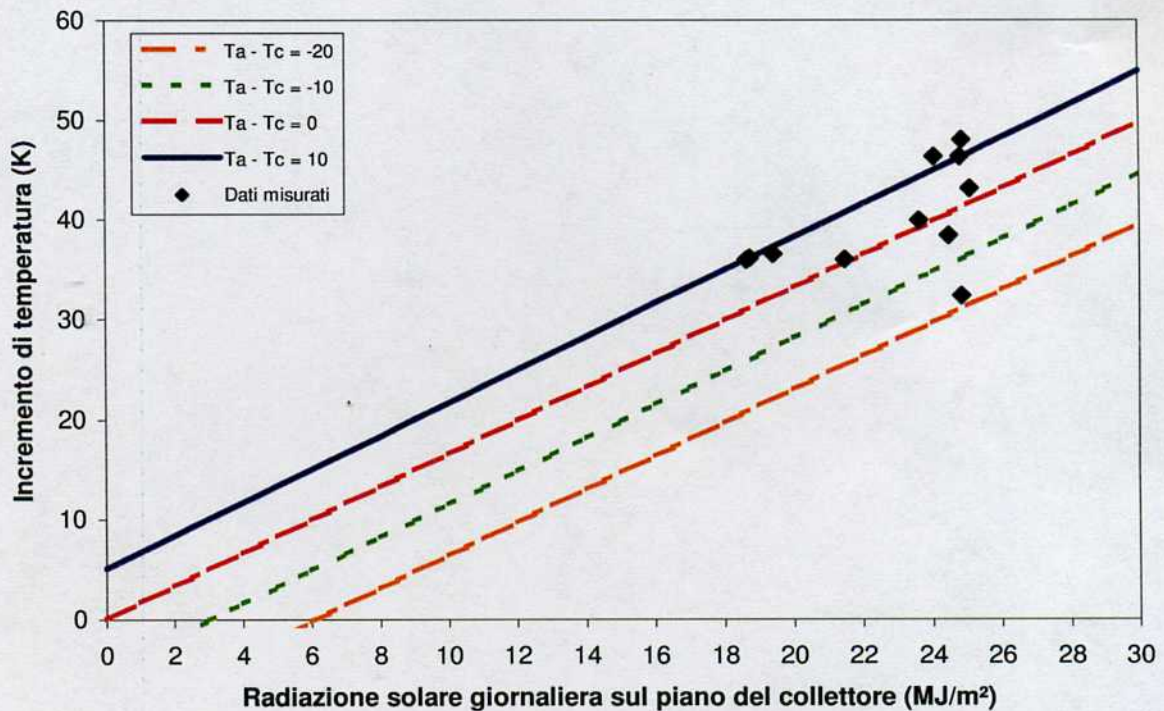
dove:

$$\begin{aligned} a_1 &= 1.65 \quad \text{m}^2 \\ a_2 &= 0.50 \quad \text{MJ/K} \\ a_3 &= 0.00 \quad \text{MJ} \end{aligned}$$

N° di riferimento sistema: **119c**

## 2.5 Curve relative all'aumento in temperatura del sistema

I dati sperimentali relativi all'aumento in temperatura sono stati correlati con il metodo dei minimi quadrati secondo l'equazione lineare (2). I punti sperimentali sono stati confrontati con i grafici ottenuti considerando, nella equazione lineare, differenti valori per  $[T_{a(day)} - T_c]$  come riportato nel grafico stesso.



**Figura 2 – Aumento in temperatura del sistema**

Regressione lineare relativa ai dati di incremento della temperatura:

$$T_{d(max)} - T_c = b_1 H + b_2 (T_{a(day)} - T_c) + b_3 \quad (2)$$

dove:

$$b_1 = 1.66 \quad \text{m}^2\text{K/MJ}$$

$$b_2 = 0.51$$

$$b_3 = 0.00 \quad \text{°C}$$

N° di riferimento sistema: 119c

### 3. Coefficiente di perdita notturno del sistema

Test effettuato:  *outdoor*  *indoor*

Volume serbatoio:	250 litri
Temperatura iniziale nel serbatoio [ $T_i$ ]:	66.7 °C
Temperatura finale nel serbatoio [ $T_f$ ]:	45.6 °C
Temperatura ambiente media durante il test:	23.6 °C
Velocità media del vento sul collettore:	- m/s
Velocità media del vento sul serbatoio:	- m/s
Durata del test:	12 h

Valore dedotto, secondo la formula (3), del coefficiente di perdita: **16.3 W/K**

$$U_s = \frac{4180V_s}{\Delta t} \ln \left( \frac{T_i - T_{an}}{T_f - T_{an}} \right) \quad (3)$$

**Tabella 2 – Temperature finali raggiunte dal sistema in diverse condizioni operative notturne**

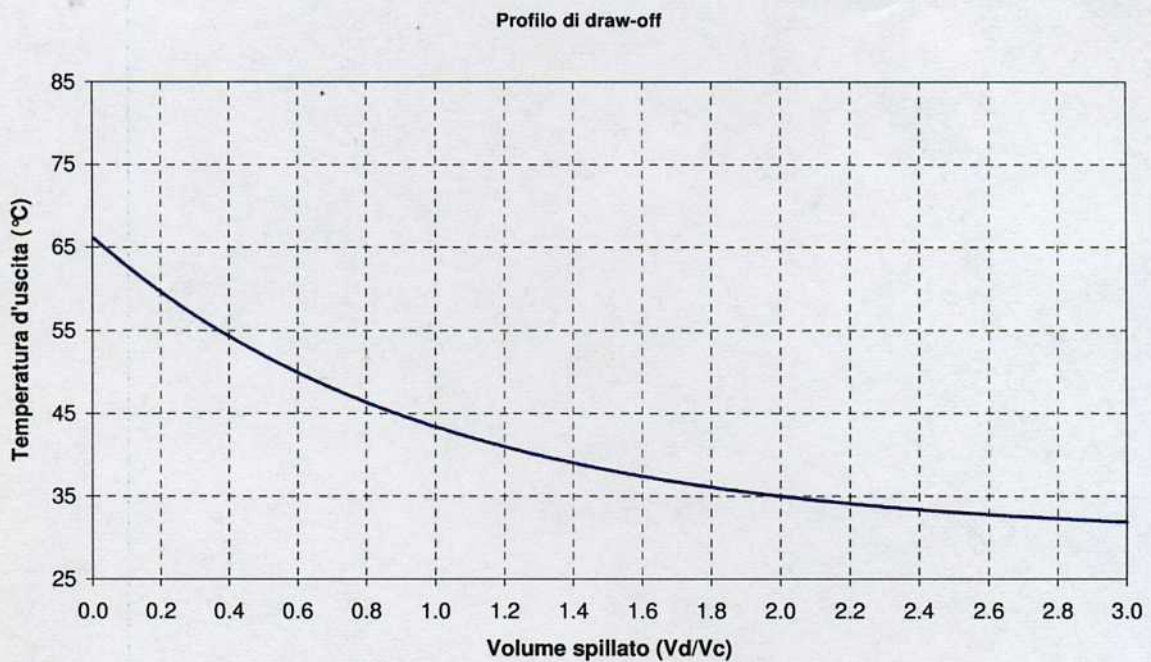
Temperatura iniziale [°C]	Temperatura finale raggiunta dal serbatoio dopo 12 h [°C]			
	Temperatura ambiente media notturna [°C]			
	0	5	10	15
<b>70</b>	35.7	38.2	40.6	43.1
<b>60</b>	30.6	33.1	35.5	38.0
<b>50</b>	25.5	28.0	30.4	32.9
<b>40</b>	20.4	22.9	25.3	27.8

N° di riferimento sistema: **119c**

#### 4. Profili di draw-off

##### 4.1 Profilo di *draw-off* per una radiazione giornaliera $H < 16 \text{ MJ/m}^2$ .

Portata di draw-off:	600 kg/h
Volume serbatoio:	250 litri
Radiazione giornaliera sul piano del collettore:	18.6 MJ/m <sup>2</sup>
Temperatura ambiente media [ $T_{a(\text{day})}$ ]:	32.4 °C
Temperatura di carica [ $T_c$ ]:	30.1 °C
Differenza di temperatura [ $T_{a(\text{day})} - T_c$ ]:	2.3 °C



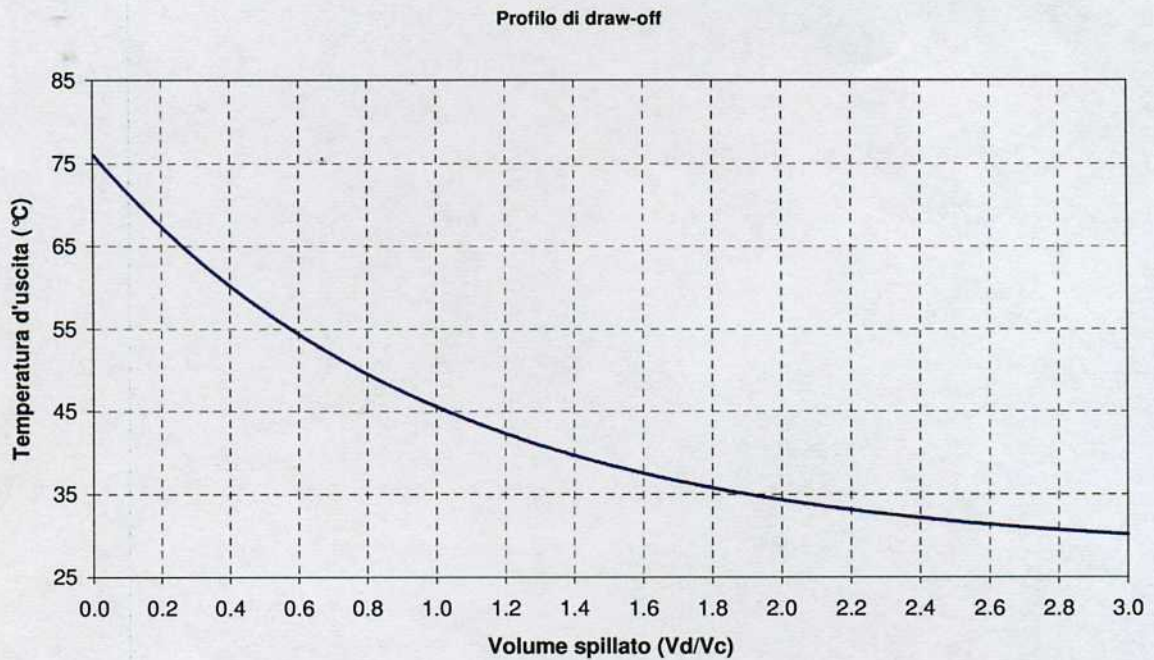
**Figura 3**

N.B. Durante il periodo di prova non è stato possibile sottoporre il sistema a livelli di irraggiamento giornaliero inferiori a 16 MJ/m<sup>2</sup>, pertanto in questa sezione è stato riportato il profilo di *draw-off* corrispondente alla giornata con il più basso valore di irraggiamento registrato.

N° di riferimento sistema: **119c**

#### 4.2 Profilo di *draw-off* per una radiazione giornaliera $H \geq 16 \text{ MJ/m}^2$

Portata di draw-off:	600 kg/h
Volume serbatoio:	250 litri
Radiazione giornaliera sul piano del collettore:	24.9 MJ/m <sup>2</sup>
Temperatura ambiente media [ $T_{a(\text{day})}$ ]:	34.0 °C
Temperatura di carica [ $T_c$ ]:	27.8 °C
Differenza di temperatura [ $T_{a(\text{day})} - T_c$ ]:	6.2 °C



**Figura 4**

