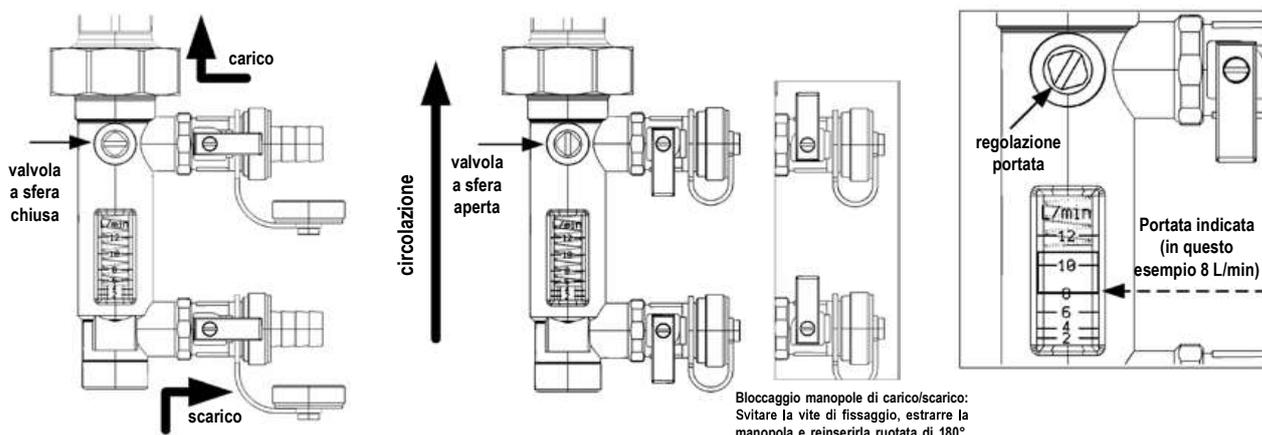


## Principali componenti e loro funzionamento

**Regolatore di portata:** permette di adattare la portata alle esigenze dell'impianto, tramite una valvola a sfera a 3 vie. Quando la valvola è in posizione chiusa la normale circolazione viene interrotta, ed è possibile utilizzare il rubinetto laterale per il caricamento dell'impianto. E' presente un secondo rubinetto laterale, per lo scarico.

La vicinanza dei due rubinetti agevola le operazioni minimizzando il tratto fra carico e scarico. La portata viene indicata dall'apposito cursore scorrevole: il riscontro è immediato grazie alla vicinanza alla valvola di regolazione.



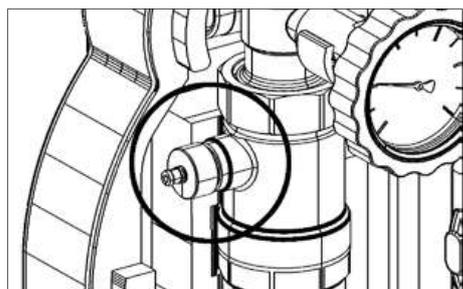
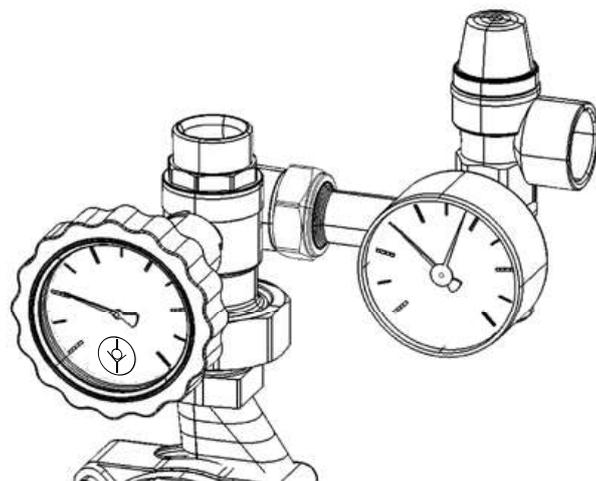
(1) - *Operazione di carico dell'impianto:* Togliere il tappo alle valvole laterali e inserire il portagomma. Chiudere la valvola a sfera ed aprire le valvole laterali di carico e scarico.

(2) - *Messa in funzione dell'impianto:* Aprire la valvola a sfera e chiudere le valvole laterali di carico e scarico. Rimuovere i portagomma non più utilizzati e riavvitare i tappi. Per evitare un'apertura accidentale dei rubinetti laterali, è consigliabile bloccare in posizione chiusa le manopole, come illustrato a fianco.

(3) - *Regolare la portata* agendo sull'asta di regolazione fino a leggere la portata desiderata. **N.B. La portata viene indicata prendendo come riferimento il profilo inferiore del cursore scorrevole (vedi figura).**

**Valvola di non ritorno "Solar":** Inserita nella valvola a sfera, garantisce tenuta e basse perdite di carico. Per escludere momentaneamente la valvola di non ritorno, ad esempio in caso di svuotamento dell'impianto, ruotare la manopola portatermometro di 45° in senso orario.

**Gruppo di sicurezza:** Certificato secondo la direttiva CE e approvato TÜV, protegge l'impianto da eventuali sovrappressioni. Viene tarato a 6 bar, valore oltre il quale il dispositivo interviene. E' inoltre provvisto di manometro e di connessione verso il vaso di espansione tramite flessibile 3/4".



La costante ricerca della qualità ha spinto BRV a realizzare un'analisi sul disaeratore di cui è disponibile, su richiesta, il test report.

**Versione provvista di disaeratore:** Il disaeratore è un dispositivo che separa in modo continuo l'aria che è eventualmente in circolazione insieme al fluido. L'aria viene raccolta nella zona superiore del tubo disaeratore, e può essere eliminata attraverso l'apposito spurgo, durante il funzionamento dell'impianto. Svitare la ghiera zigrinata per non più di mezzo giro. L'operazione va fatta saltuariamente.



**ATTENZIONE**

Per evitare fuoriuscite dirette del liquido, vista l'elevata temperatura di funzionamento, è consigliabile raccordare un tubetto all'apposita estremità dello spurgo.

Un'attenta progettazione ha consentito di ridurre le perdite di carico dovute al disaeratore, ottenendo un Kvs pari a 14.

## La progettazione di un impianto solare

Il dimensionamento di un impianto solare differisce sostanzialmente da quello di un impianto di riscaldamento tradizionale. Il sole non fornirà la totalità dell'energia necessaria, ma solamente una quota.

Un adatto accumulo di energia supplirà alla mancanza di radiazione nei brevi periodi, mentre si ricorrerà ad una fonte ausiliaria nei periodi sfavorevoli di lunga durata.

E' essenziale sapere quale frazione del carico termico la sezione solare è in grado di soddisfare. La quota di energia utile raccolta dipende da molti parametri, innanzitutto dall'efficienza dei collettori solari.

Questa è in relazione alle caratteristiche del collettore (proprietà ottiche, isolamento), alla temperatura di utilizzo, all'inclinazione e orientamento del collettore, all'irraggiamento, alla temperatura esterna, alla velocità del vento. L'efficienza di un collettore solare viene definita come il rapporto fra l'energia utile asportata  $Fr$  e la radiazione incidente sul piano  $I_{\beta}$ .

L'energia utile si può calcolare come differenza fra l'energia assorbita e l'energia perduta, tenendo conto del prodotto trasmissività-assorbimento  $\tau_{\alpha}$  e del coefficiente di dispersione termica  $Uc$ .

In definitiva l'efficienza istantanea di un collettore può essere così espressa:

$$\eta = Fr (\tau_{\alpha}) - \frac{Fr (T_i - T_a)}{I_{\beta}}$$

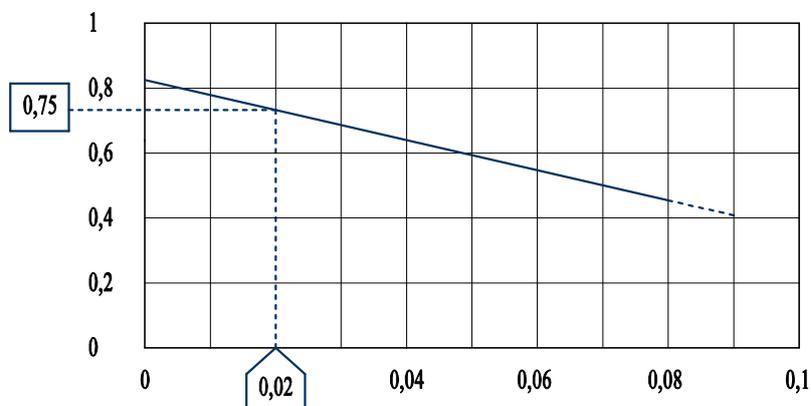
dove  $T_i$  è la temperatura del fluido all'ingresso e  $T_a$  è la temperatura ambiente.

Ogni collettore viene testato in condizioni di funzionamento ed i punti sperimentali riportati sul piano:

$$\left( \frac{T_i - T_a}{I_{\beta}} ; \eta \right)$$

Unendo i punti si ottiene la retta di efficienza istantanea (fig.1)

Fig. 1 - Retta di efficienza di un collettore



$$\frac{T_i - T_a}{I_{\beta}} \left[ \frac{m^2 K}{W} \right]$$

La radiazione incidente sul collettore rivolto verso l'equatore e inclinato di un angolo  $\beta$  si può valutare come dato di calcolo in  $800 \text{ W/m}^2$  (\* vedi note). Risulta chiaro dal grafico che a parità di  $T_a$  (es.  $10^\circ\text{C}$ ) con  $T_i$  basse (es.  $26^\circ\text{C}$ ) l'efficienza risulta:

$$\frac{26 - 10}{800} = 0,02 \longrightarrow \eta = 0,75$$

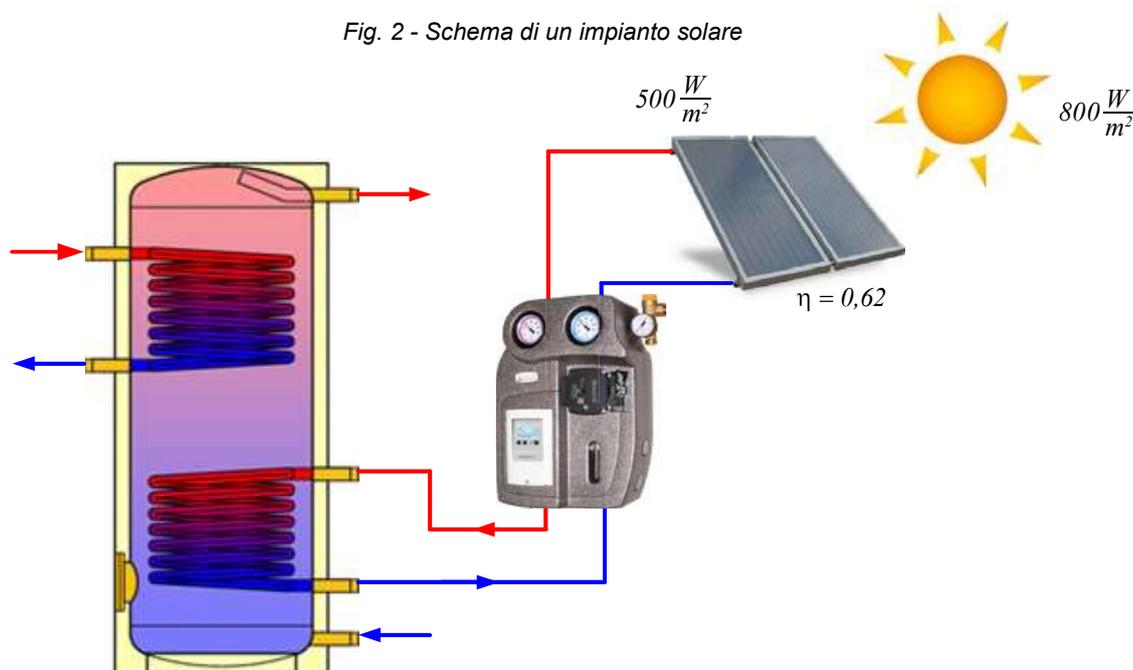
mentre con  $T_i$  alte (es.  $80^\circ\text{C}$ )  $\eta \cong 0,4$ .

(\*) **Note:** La densità di potenza media della radiazione solare all'esterno dell'atmosfera terrestre è di circa  $1367 \text{ W/m}^2$ . Sulla superficie terrestre invece, il valore massimo raramente supera i  $1100 \text{ W/m}^2$ , a causa dell'effetto filtro dovuto ai componenti atmosferici (gas, vapore, pulviscolo) che assorbono e diffondono parte dell'energia.

Più realisticamente, in sede di dimensionamento, si è soliti considerare da una radiazione utile media di  $800 \text{ W/m}^2$  ad una radiazione utile massima di  $1000 \text{ W/m}^2$ , tendendo presente che vari altri fattori peggiorativi inevitabilmente intervengono, riducendo ulteriormente la radiazione raccolta dal pannello solare.

Evidentemente si tratta di due punti di funzionamento con efficienze molto diverse. Per questa ragione è necessario considerare un punto di funzionamento intermedio (per convenzione  $0,04 \rightarrow \eta \cong 0,62$  come rappresentato in *fig.1*). In base a queste considerazioni l'energia che effettivamente viene asportata dal fluido e immessa nell'impianto risulta solamente il 62% (*fig.2*).

Fig. 2 - Schema di un impianto solare



Quindi il modulo solare dovrà garantire una portata termica  $qa$  di circa 500 W ogni  $m^2$  di superficie captante. E' bene che in uscita dal collettore la temperatura  $Tu$  non sia più di 6-9 K rispetto a quella in ingresso. Considerando il calore specifico del fluido pari a  $c=4000 \text{ J/kg K}$  il tasso di flusso circolante nel modulo risulta:

$$qm = \frac{qa \times 60}{c \times \Delta t} = \frac{400 \times 60}{4000 \times 9} \cong 0,7 \text{ l/min} \cdot m^2$$

I nostri moduli solari prevedono sei modelli diversi di misuratore di portata: per piccoli impianti 1÷6 l/min e 2÷12 l/min (0,36  $m^3/h$  e 0,72  $m^3/h$ ); per medi impianti 8÷28 l/min e 8÷38 l/min (1,7  $m^3/h$  e 2,3  $m^3/h$ ); per impianti ad alta portata 5÷42 l/min e 20÷70 l/min (2,5  $m^3/h$  e 4,2  $m^3/h$ ). Per fare un esempio indicativo, nel primo caso è possibile montare fino a 8,5  $m^2$  di pannelli, fino a 17  $m^2$  nel secondo caso, ecc.

Nella progettazione di un impianto solare una fase importante è il calcolo delle perdite di carico causate dalle resistenze di attrito incontrate dal fluido. E' necessario conoscere le perdite di carico di tutti i componenti del circuito. Oltre alla stazione solare dobbiamo considerare lo scambiatore di calore inserito nell'accumulo, i pannelli solari e i tubi di collegamento. Le perdite di carico sono legate al tasso di flusso totale.

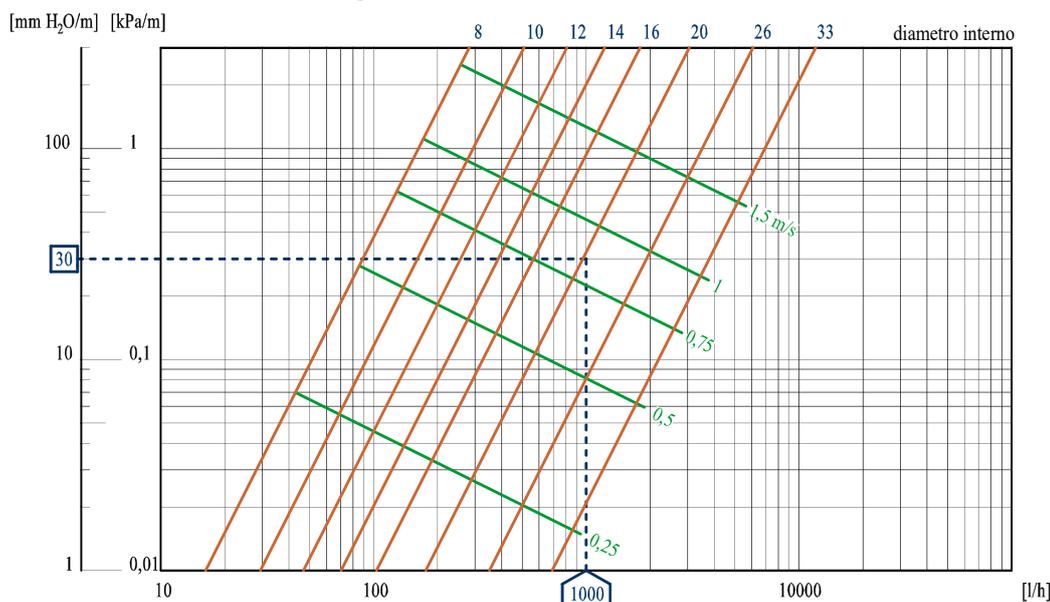
A titolo di esempio consideriamo un impianto di 22,5  $m^2$ . Quindi  $qt$  risulta:  $qt = 16 \text{ l/min} \cong 1000 \text{ kg/h}$ . Relativamente a quest'ultimo valore le perdite di carico sono calcolate come segue.

Per quanto riguarda le perdite di carico nello scambiatore il suo costruttore dovrebbe fornire il relativo valore. In mancanza di dati certi, considerando una serpentina di adeguate dimensioni (sezione e lunghezza) possiamo considerare  $\Delta ps = 200 \text{ mm H}_2\text{O}$ .

Stesso discorso per i collettori solari: anche qui consideriamo una perdita di carico di circa 75  $mm H_2O$ . Quindi  $\Delta pc = 75 \times 22,5 = 1600 \text{ mm H}_2\text{O}$ .

Le perdite di carico dovute ai tubi di collegamento, per ipotesi utilizzando tubo rame 22×1 su due tratte di 20 m di andata e 20 m di ritorno (per un totale di 40 m), sono facilmente calcolabili utilizzando il diagramma di *fig.3* e tenendo conto di una maggiorazione del 25% dovuta a perdite localizzate (curve e raccorderia in genere).

Fig. 3 - Perdite di carico in tubazioni di rame



$$\Delta p_t = (40 \times 30) + 25\% = 1500 \text{ mm H}_2\text{O}$$

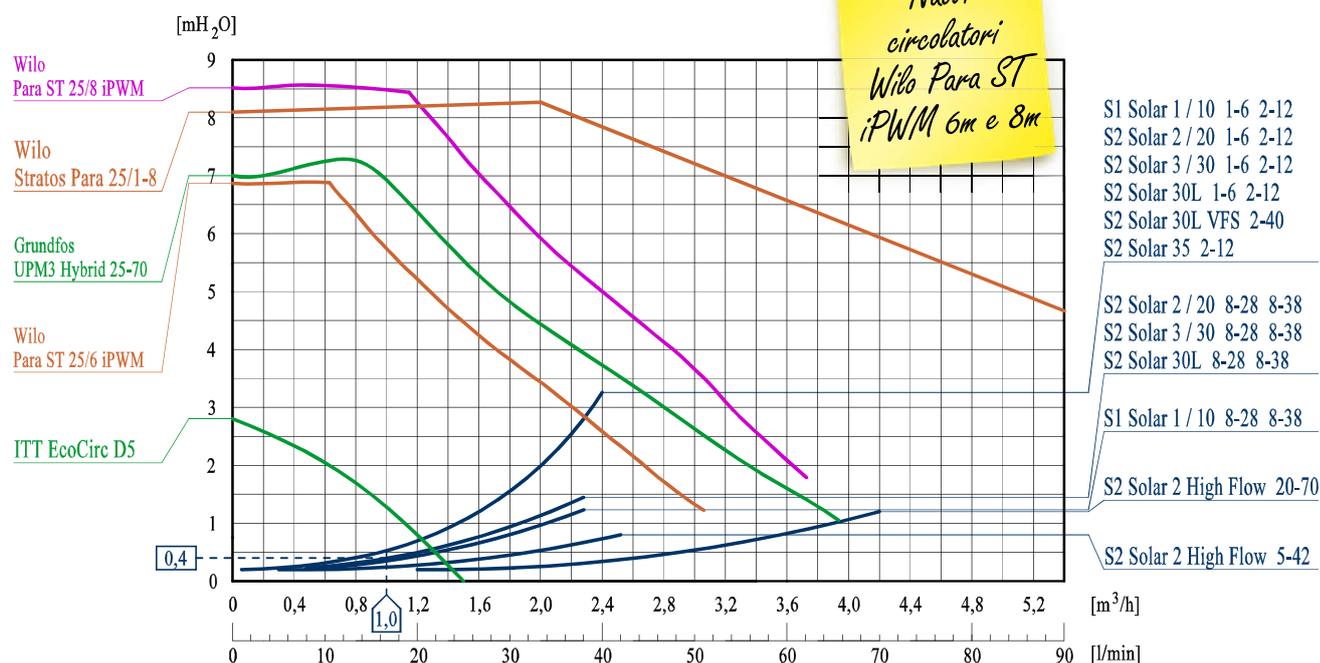
La totalità delle perdite di carico fin qui determinate porta ad un valore:

$$\Delta p = \Delta p_s + \Delta p_c + \Delta p_t = 200 + 1600 + 1500 = 3300 \text{ mm H}_2\text{O}$$

A questo punto è necessario considerare la presenza del modulo per stabilire in definitiva il tipo di circolatore. Considerando  $q_t$  sempre 1000 l/h ed utilizzando ad esempio un S2 Solar 3 8-28 l/min (0,48-1,68 m<sup>3</sup>/h), le perdite di carico del modulo risultano  $\cong 400 \text{ mm H}_2\text{O} \cong 0,4 \text{ m H}_2\text{O}$  (fig. 4).

Complessivamente otteniamo una perdita di carico di  $\cong 3700 \text{ mm H}_2\text{O} \cong 3,7 \text{ m H}_2\text{O}$ .

Fig. 4 - Curve caratteristiche dei moduli e dei circolatori



Si determina la pompa con la curva caratteristica che più si approssima per eccesso al punto di funzionamento calcolato; quindi la scelta cade su un circolatore con prevalenza max di 6 m. Rimane perciò margine per adeguare le sue prestazioni alle caratteristiche dell'impianto. Agendo sul selettore di velocità del circolatore (es. da III a II) o sul regolatore di portata, si riporta il funzionamento al valore di portata determinato in precedenza:  $1000 \text{ kg/h} \cong 16 \text{ l/min}$ .

**L'affidabilità di un impianto solare dipende dalla qualità e durata dei componenti e dei materiali impiegati.** Naturalmente si dovrà accertare che tutti i materiali corrispondano al progetto ed alle prescrizioni della ditta costruttrice. Conviene, inoltre, verificare l'esattezza del percorso delle tubazioni in riferimento all'equilibratura dell'impianto; a questo proposito deve essere effettuato il controllo sulla compensazione del circuito.

Occorre porre attenzione, poi, a tutta la parte di regolazione, verificando innanzitutto che la sonda al collettore sia posizionata correttamente, che la sonda nel bollitore sia immersa sufficientemente, che la centralina sia stata installata con le dovute precauzioni.

Le prove di funzionamento prevedono solitamente una prova di circolazione del fluido ed una prova di tenuta idraulica. Le recenti disposizioni di legge sul risparmio energetico e sull'obbligo di fare ricorso a fonti alternative, impongono anche nel settore solare la verifica dell'impianto.

Il collaudo termico di un impianto solare si effettua per rilevarne il rendimento e la quantità di energia trasferibile all'utenza. Le grandezze che serve rilevare per tale verifica sono:

- ✓ *Temperatura del fluido all'entrata e all'uscita dei collettori solari;*
- ✓ *Temperatura di entrata e di uscita nello scambiatore, lato carico (sanitario e riscaldamento);*
- ✓ *Portata del fluido nel circuito solare e in quello di carico.*

Il rendimento medio dell'impianto solare  $\eta_m$  si può calcolare:

$$\eta_m = \frac{Qu}{H \times Ac}$$

nella quale  $Qu = qm \times c \times \Delta t$  è la potenza espressa in [kW];  $H$  è l'energia solare incidente sul piano del collettore nel periodo di tempo stabilito [ $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{periodo}$ ];  $Ac$  è l'area della superficie captante.

### Considerazioni sulle tecniche "High Flow" e "Low Flow"

In base alla modalità di funzionamento gli impianti solari possono essenzialmente essere suddivisi in due tipologie: *high flow* e *low flow*; il fattore che ne discrimina l'appartenenza ad una o all'altra famiglia è la portata specifica circolante nei pannelli che, nel primo caso, si attesta su valori di  $0,5 \div 0,85 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$ , mentre nel secondo a circa  $0,25 \div 0,35 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$ .

Per effettuare un dimensionamento di massima come quello oggetto dell'esempio precedente, occorre tenere presente che, a partire dalla superficie captante disponibile e quindi dalla effettiva potenza fornita dai pannelli, la scelta di una o dell'altra tecnica porta ad avere un  $\Delta T$  sullo scambiatore nettamente differente: gli impianti *high flow* lavorano con un salto termico al massimo di 10 K mentre nei *low flow* questo valore sale fino a 25 K.

Partendo da tali considerazioni ed assumendo come valori esemplificativi di portata specifica rispettivamente  $0,7 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$  e  $0,3 \text{ l}/(\text{min} \times \text{m}^2)$  per le due tipologie di impianto, la tabella a fianco mostra le potenze termiche massime generabili in base alle differenti "taglie" dell'impianto.

Il dimensionamento descritto nelle pagine precedenti ricade nel caso di un impianto *high flow*. Se invece si fosse optato per l'utilizzo del sistema *low flow* sarebbe stato necessario riconsiderare anche tutta la sezione del calcolo che riguarda la valutazione delle perdite di carico e la conseguente scelta del circolatore.

Tendenzialmente sono i sistemi *high flow* a trovare maggiore applicazione, mentre con la tecnologia *low flow*, grazie all'elevato  $\Delta T$  proprio del sistema, è possibile ottenere ottimi risultati qualora si intenda spingere significativamente la stratificazione dell'accumulatore.

Potenza termica massima generabile*		
Portata dell'impianto	Sistema Low Flow Q = 0,3 l/min×m <sup>2</sup> ΔT = 25 K	Sistema High Flow Q = 0,7 l/min×m <sup>2</sup> ΔT = 10 K
1-6 l/min	20 kW	8,5 kW
2-12 l/min	40 kW	17 kW
8-28 l/min	93 kW	40 kW
8-38 l/min	127 kW	54 kW
5-42 l/min	140 kW	60 kW
20-70 l/min	233 kW	99 kW

\* **ATTENZIONE:** in sede di dimensionamento, verificare la compatibilità dello scambiatore con le potenze richieste e/o suddividere gli accumuli.