

Misure e Monitoraggio del Vapore Saturo

Assolombarda Confindustria
Milano 14 giugno 2019

David Silvestro

Steam Plant Surveys & Energy Management
Regional Business Development Specialist – South Europe

spirax
sarco

First for Steam Solutions

EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

Chi siamo

49

Filiali

180+

Uffici di vendita

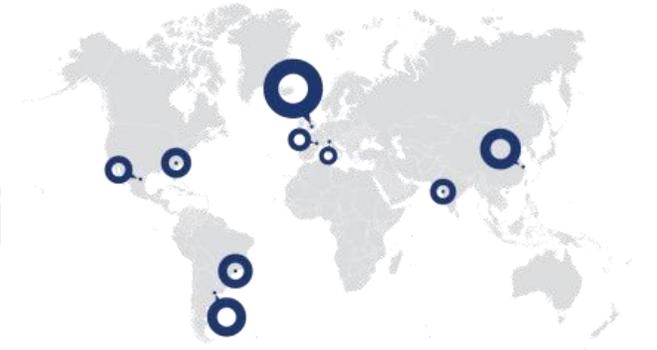
55

Paesi serviti da distributori

In 6 continenti

10 siti produttivi

In 4 continenti



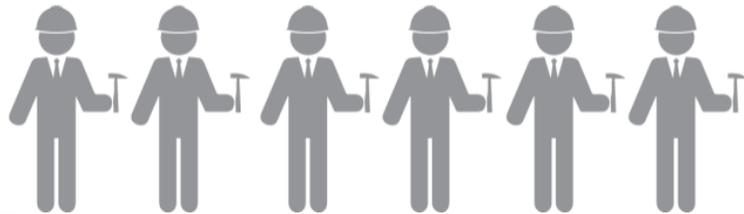
4,200 Impiegati



Quartier generale
a Cheltenham, UK



1,100+
Service e vendite



41
Centri di formazione clienti

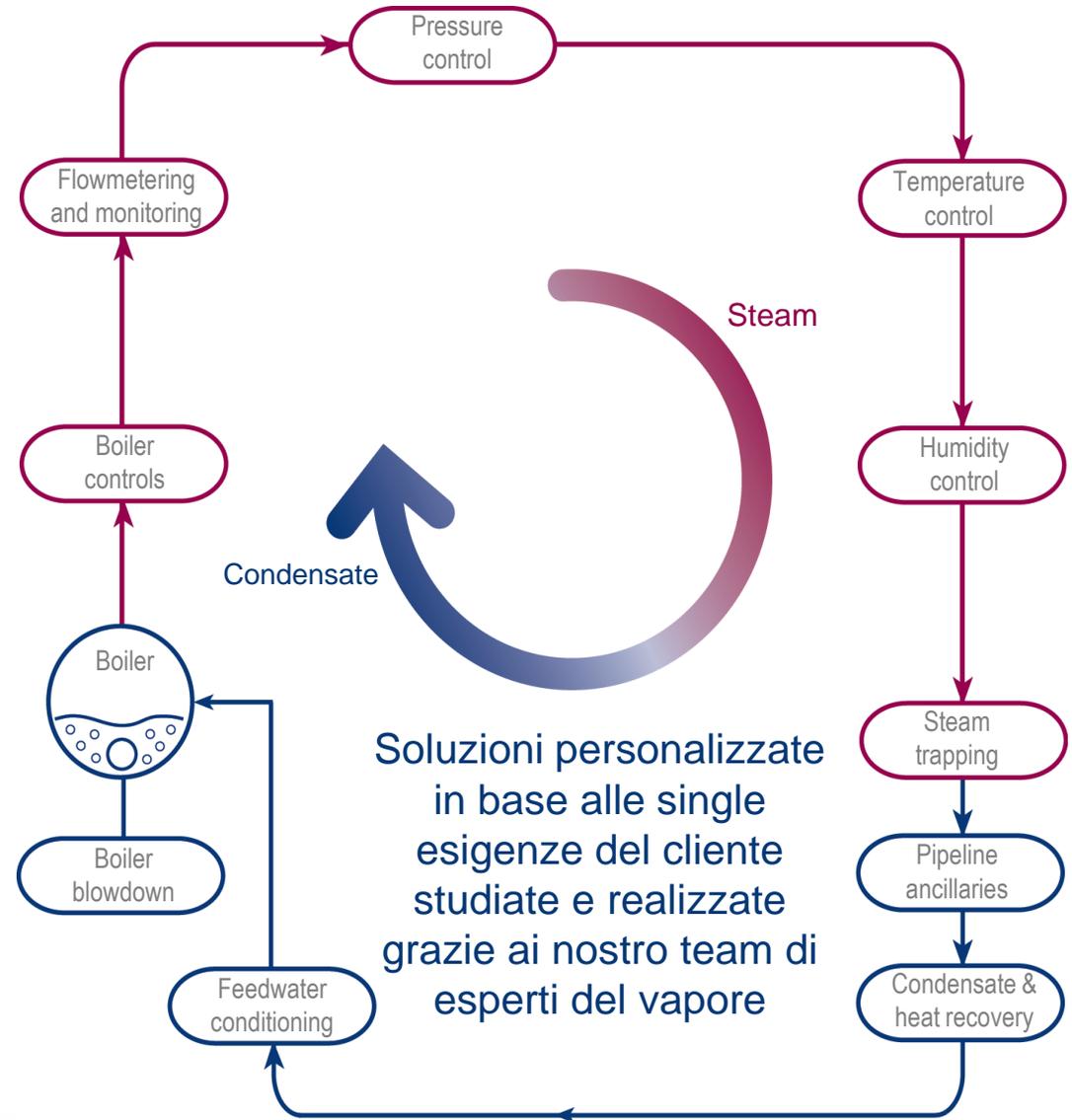


Cosa proponiamo

Ampia gamma di Servizi e Prodotti



Un unico riferimento per i sistemi vapore



First for Steam Solutions

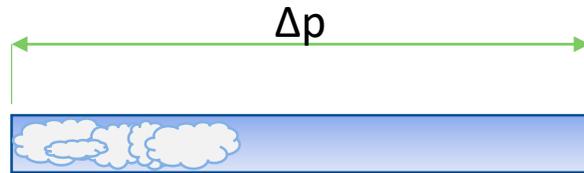
EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

spirax
sarco

Perché si utilizza il vapore?

Facile da usare

Ad esempio: Si muove da solo



Sicuro



Non tossico



Non inquinante



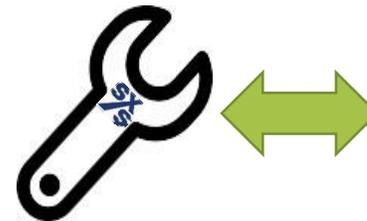
Sterile

Trasporta tanta energia

1kg di vapore contiene circa 4 volte l'energia contenuta in 1kg di acqua e 8 volte quella contenuta in 1kg di olio diatermico



Meno Costoso



Misurare il vapore saturo – Punti di attenzione



Misurare il vapore saturo - Rangeability (Turndown)

Rapporto tra portata minima e massima misurabile dallo strumento rispettando i valori di precisione dichiarati.

TIPO DI MISURATORE	RANGEABILITY (*)
Orifizio calibrato	4:1
A turbina	10:1
Vortex	12:1
Tubi di Pitot	4:1
Area variabile	50:1
Bersaglio	10:1

(*) = Rangeability per misure su vapore saturo con velocità fluido 35 ms

Misurare il vapore saturo - Rangeability (Turndown)

Portata massima 2500 kg/h

Flangia tarata



$$2500:4= 625 \text{ kg/h}$$

Vortex



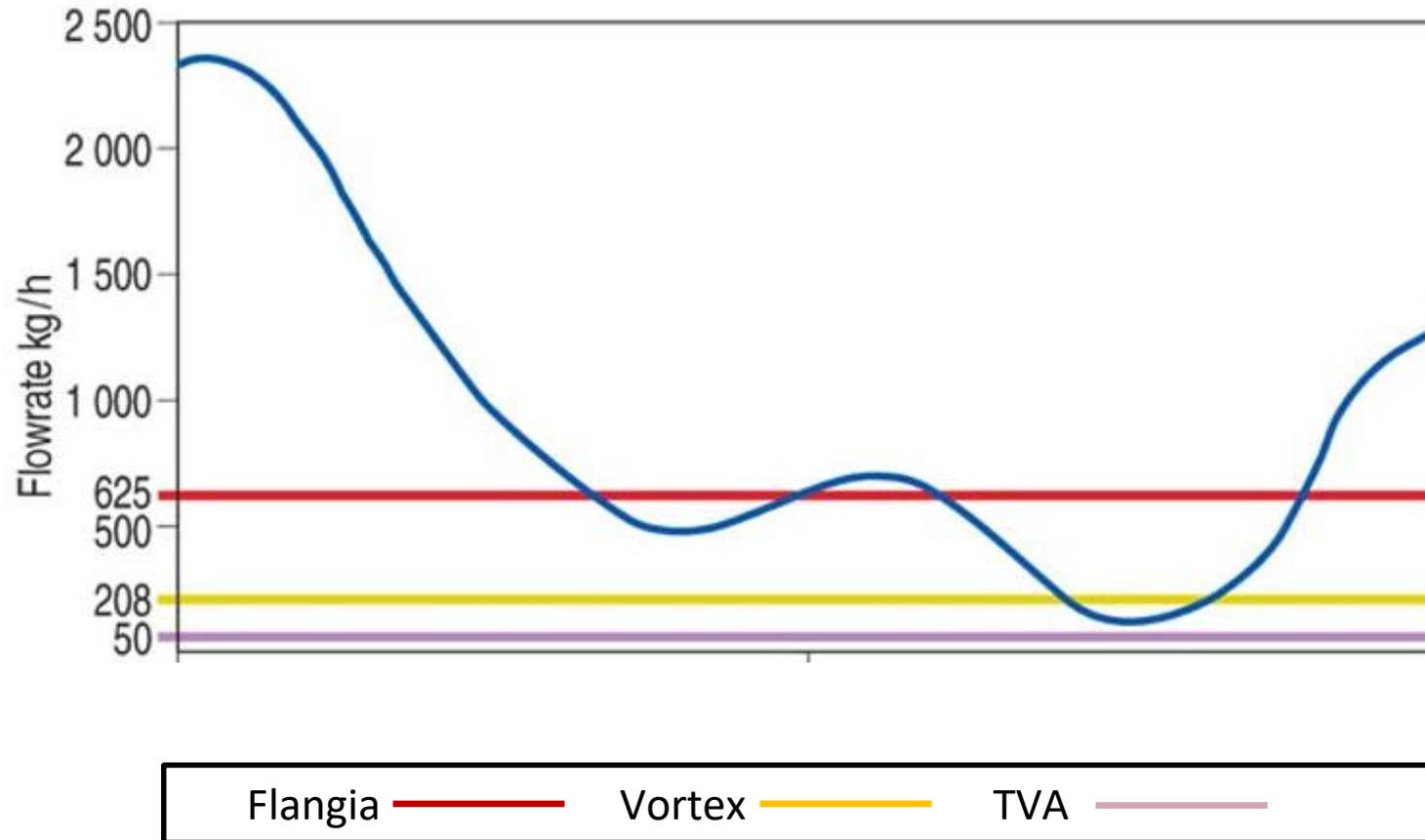
$$2500:12= 208 \text{ kg/h}$$

Area variabile



$$2500:50= 50 \text{ kg/h}$$

Misurare il vapore saturo - Rangeability (Turndown)



Misurare il vapore saturo – la compensazione

Generalmente la misura di massa si basa sulla misura di velocità:

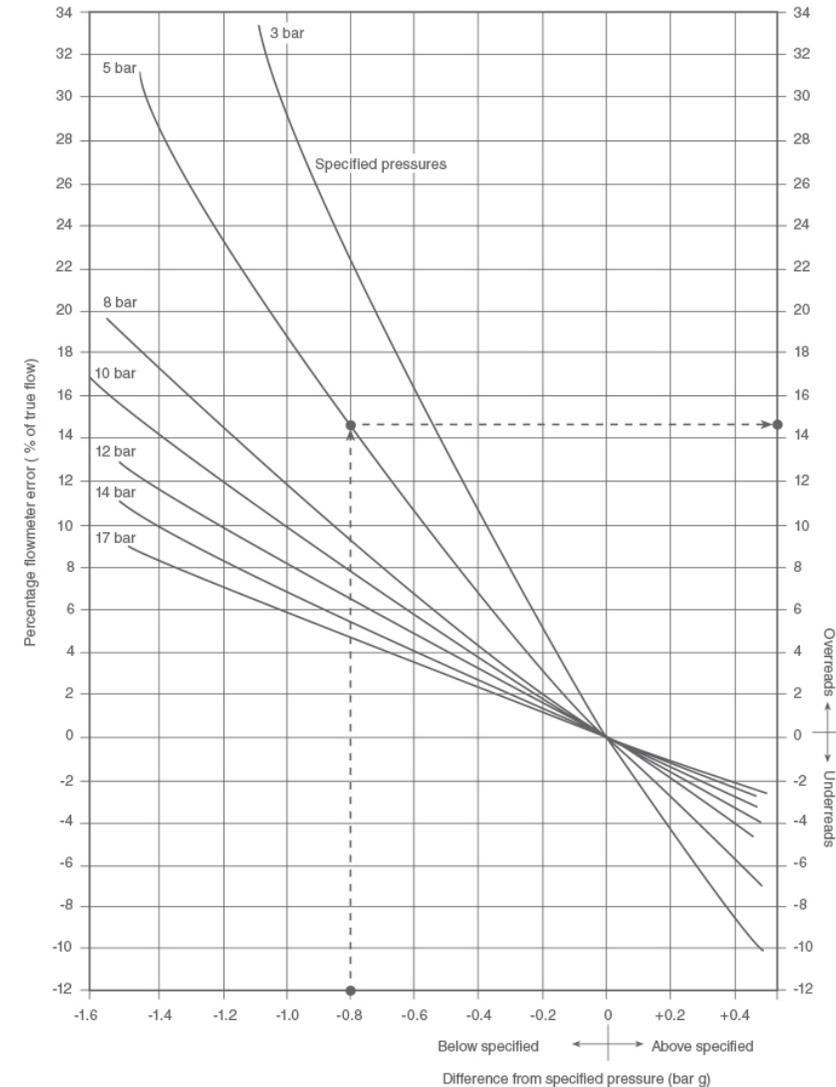
- Volume = Velocità x area
- Massa = densità x volume

Pressure bar g	Specific volume (from steam tables) m ³ /kg	Density (ρ) m ³ /kg
4.2	0.360 4	$= \frac{1}{0.360\ 4} = 2.774\ 8\ \text{kg/m}^3$
5.0	0.315 0	$= \frac{1}{0.315} = 3.174\ 9\ \text{kg/m}^3$

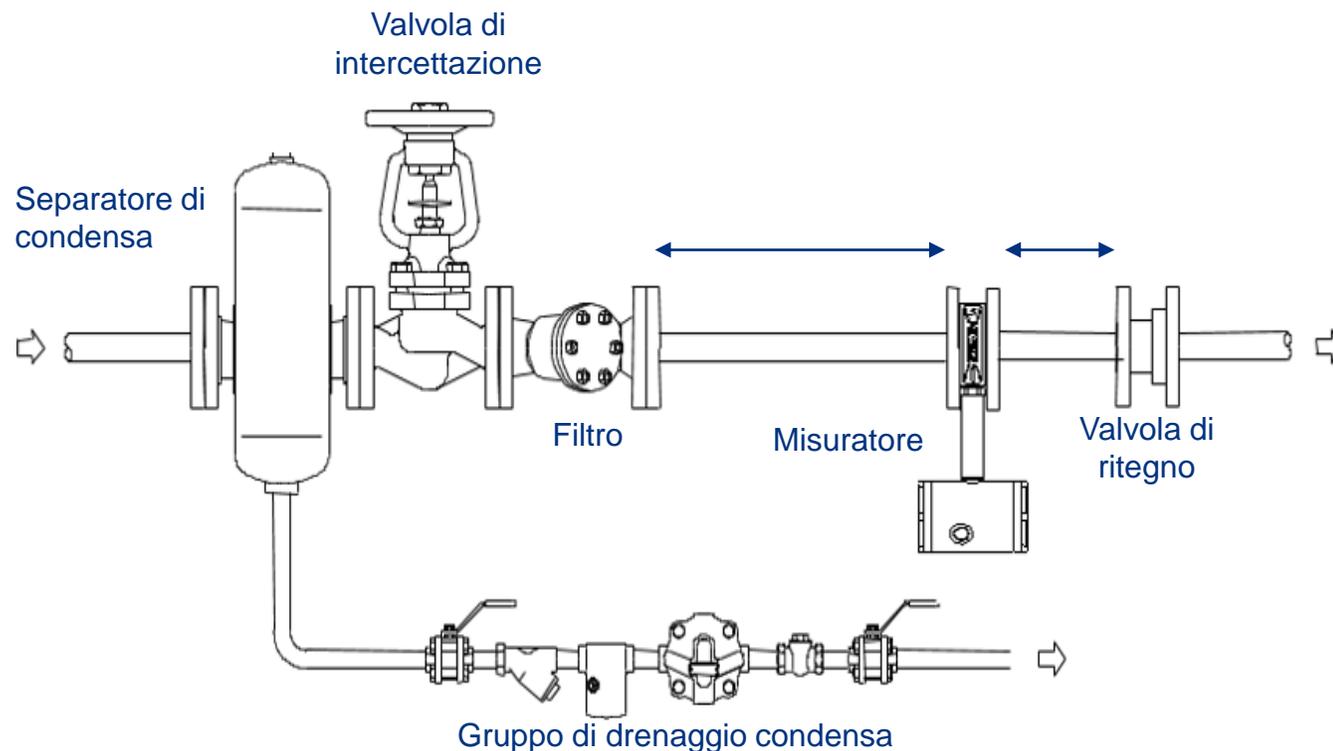
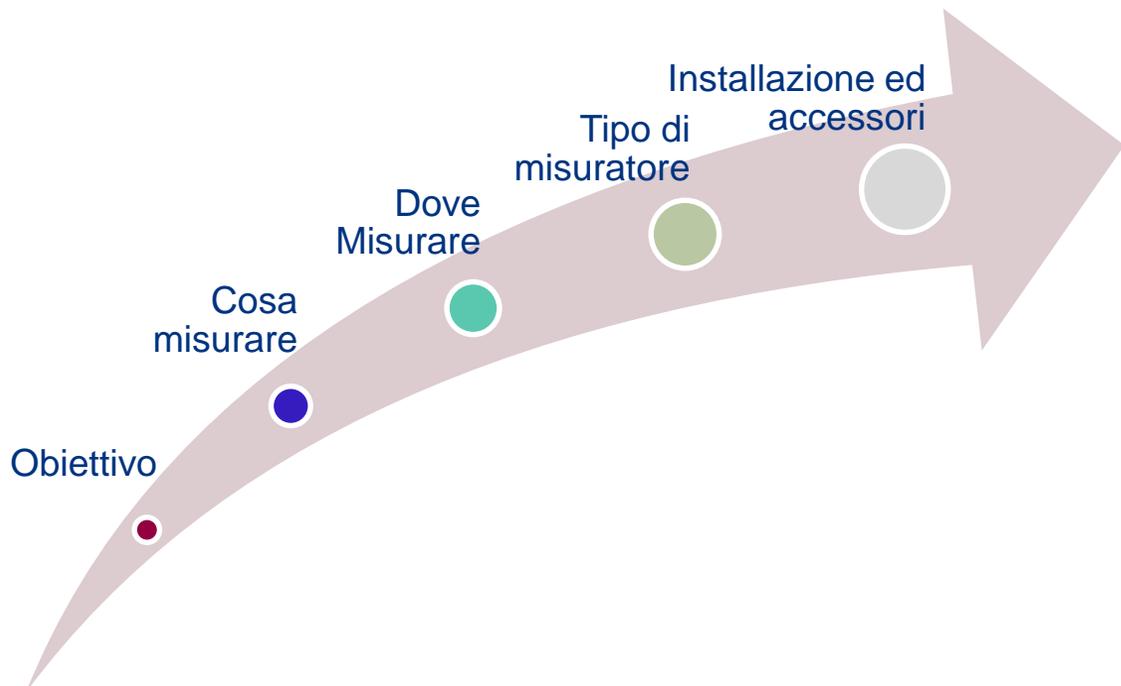
$$\text{Actual } \rho = 2.7748\ \text{kg/m}^3$$

$$\text{Specified } \rho = 3.1749\ \text{kg/m}^3$$

$$\varepsilon = \left[\left(\frac{3.1749}{2.7748} \right) - 1 \right] \times 100\% = +14.42\%$$



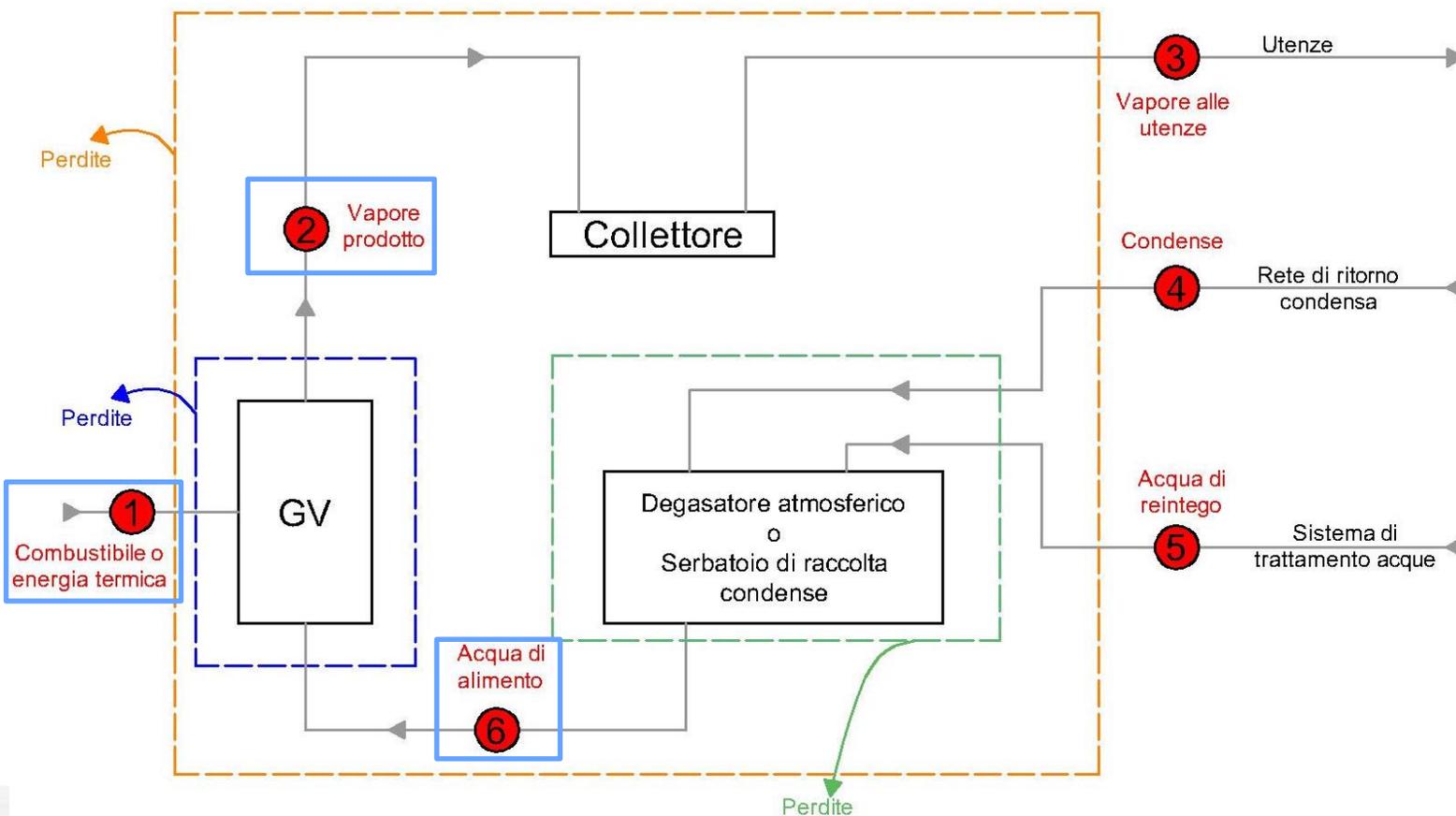
Suggerimenti per l'installazione



Sistema di monitoraggio del vapore



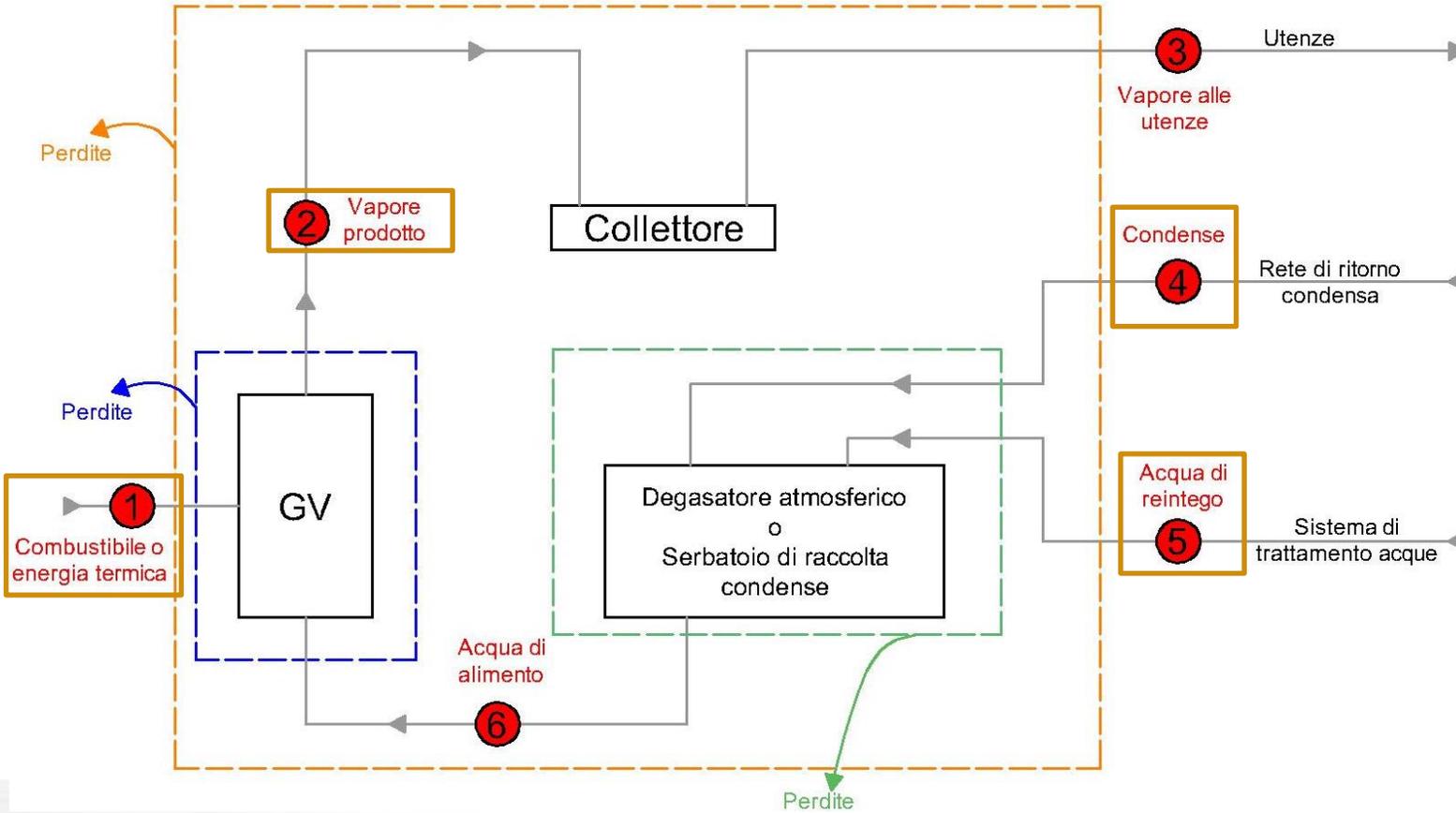
Sistema di monitoraggio – Esempio 1



$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{fw} h_{fw} = \dot{m}_{vp} h_{vp} + p$$

$$\eta_{gv} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - \dot{m}_{fw} h_{fw}}{\dot{m}_c PCI}$$

Sistema di monitoraggio – Esempio 1



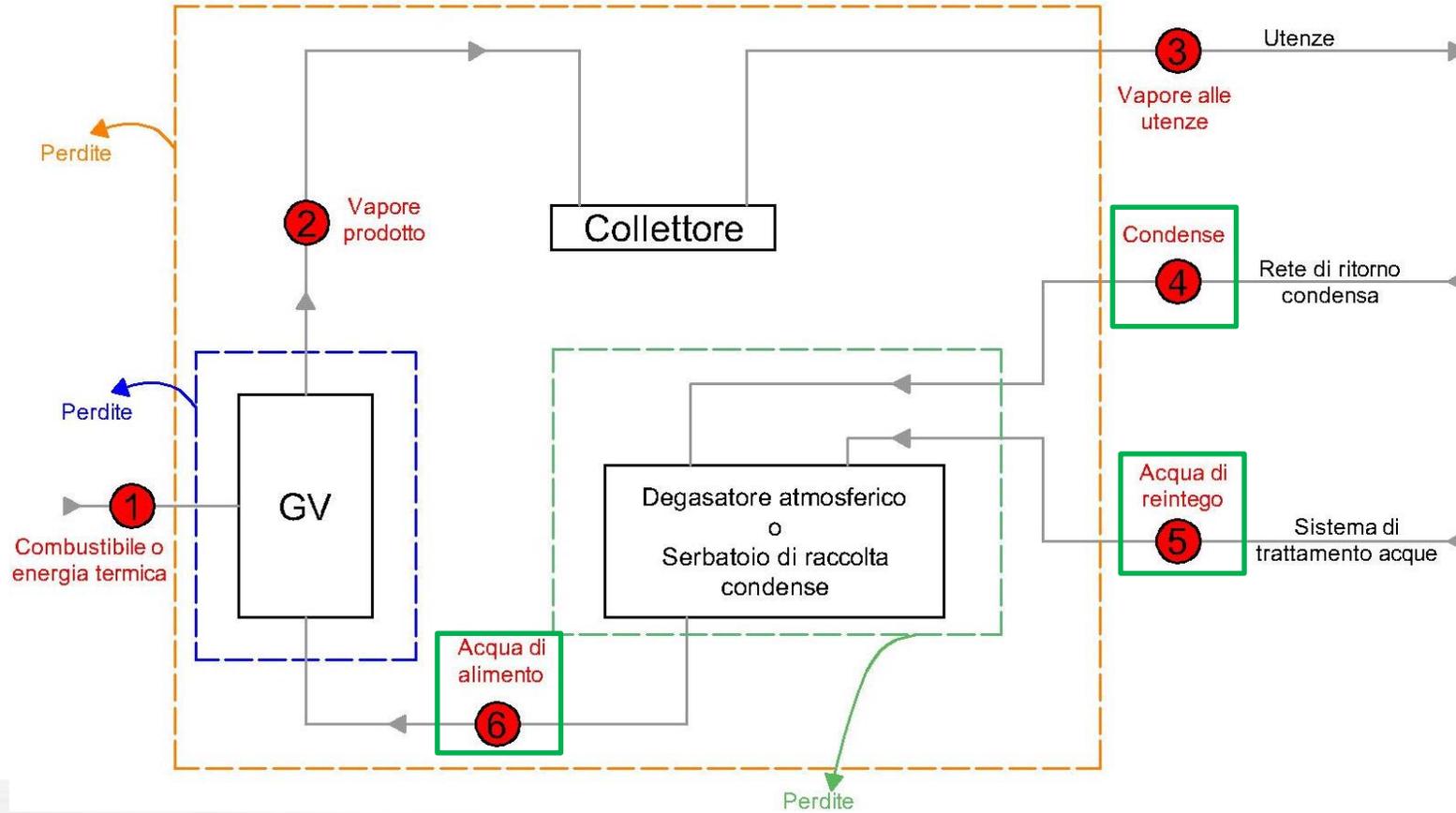
$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{fw} h_{fw} = \dot{m}_{vp} h_{vp} + p$$

$$\eta_{gv} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - \dot{m}_{fw} h_{fw}}{\dot{m}_c PCI}$$

$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{vu} h_{vu} + p$$

$$\eta_{ct} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - (\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co})}{\dot{m}_c PCI}$$

Sistema di monitoraggio – Esempio 1



$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{fw} h_{fw} = \dot{m}_{vp} h_{vp} + p$$

$$\eta_{gv} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - \dot{m}_{fw} h_{fw}}{\dot{m}_c PCI}$$

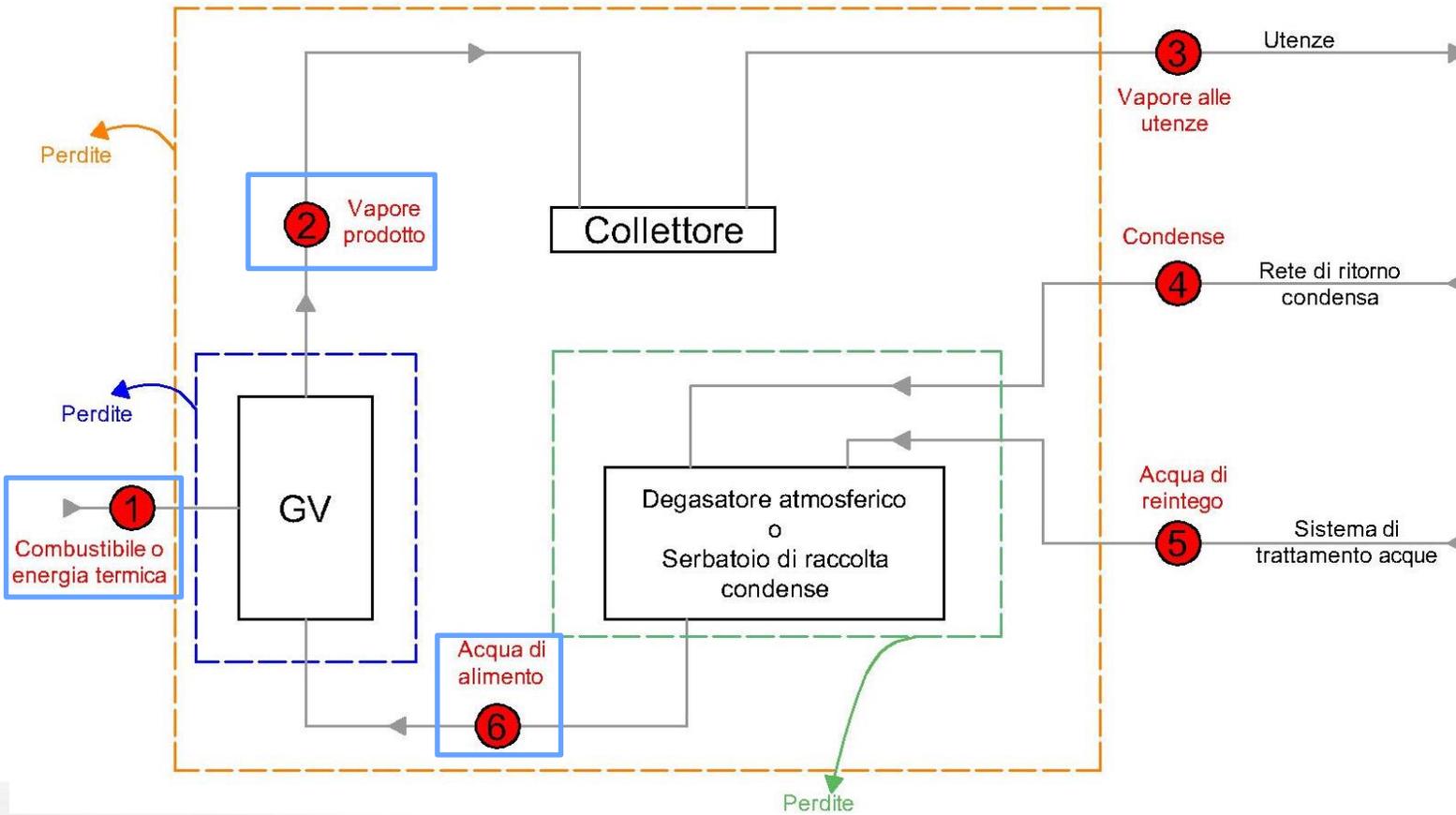
$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{vu} h_{vu} + p$$

$$\eta_{ct} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - (\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co})}{\dot{m}_c PCI}$$

$$\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{fw} h_{fw} + p$$

$$\dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{fw} h_{fw} - \dot{m}_{mw} h_{mw} + \text{X}$$

Sistema di monitoraggio – Esempio 1



$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{fw} h_{fw} = \dot{m}_{vp} h_{vp} + p$$

$$\eta_{gv} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - \dot{m}_{fw} h_{fw}}{\dot{m}_c PCI}$$

$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{vu} h_{vu} + p$$

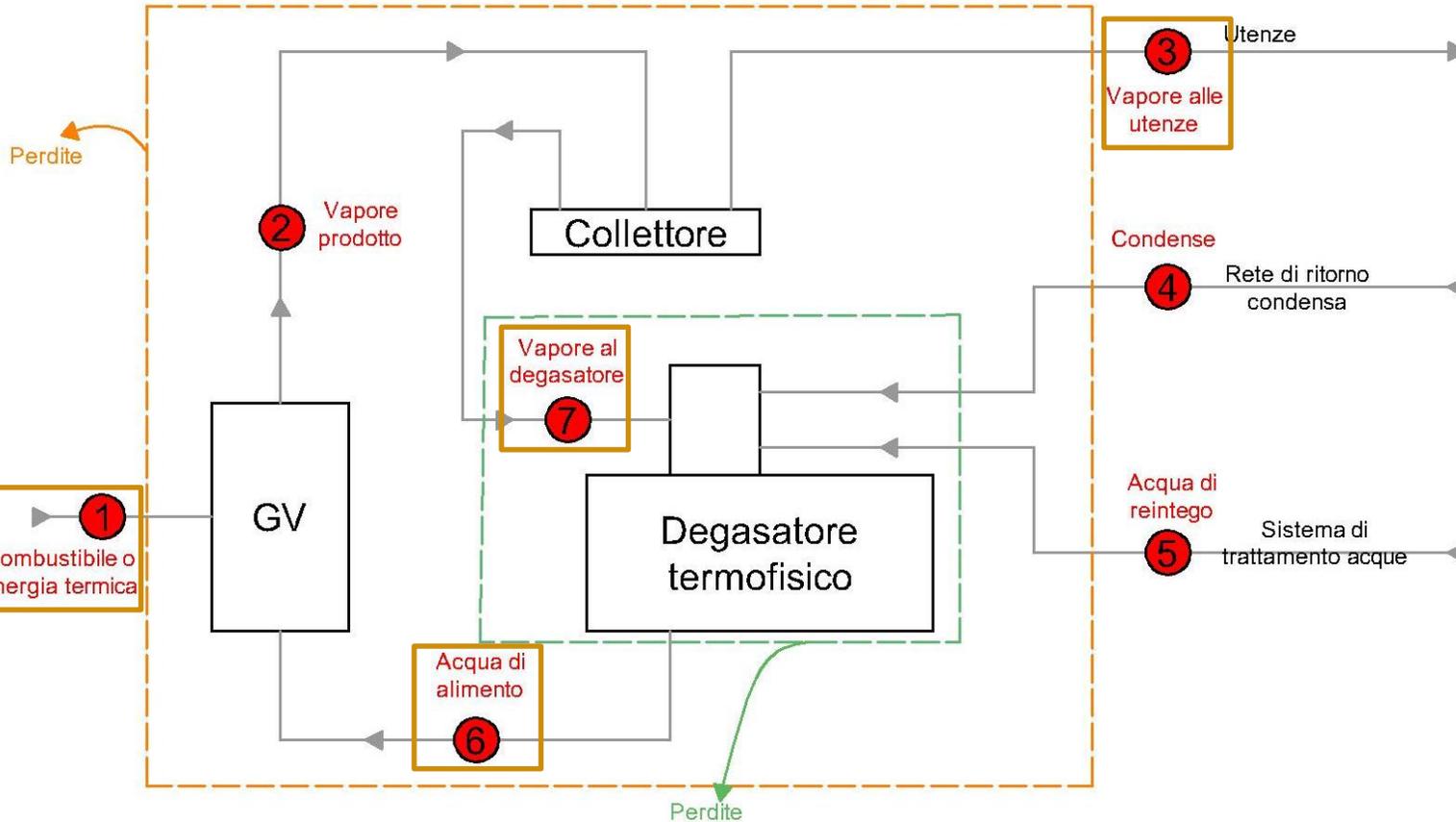
$$\eta_{ct} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - (\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co})}{\dot{m}_c PCI}$$

$$\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{fw} h_{fw} + p$$

$$\dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{fw} h_{fw} - \dot{m}_{mw} h_{mw} + \text{X}$$

$$\eta_{ct} \approx \eta_{gv} = \frac{\dot{m}_{vp} h_{vp} - \dot{m}_{fw} h_{fw}}{\dot{m}_c PCI} = \frac{\dot{m}_{vp} (h_{vp} - CT_{fw})}{\dot{m}_c PCI}$$

Sistema di monitoraggio – Esempio 2



$$\dot{m}_c PCI + \dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{vu} h_{vu} + p$$

$$\eta_{ct} = \frac{\dot{m}_{vu} h_{vu} - (\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co})}{\dot{m}_c PCI}$$

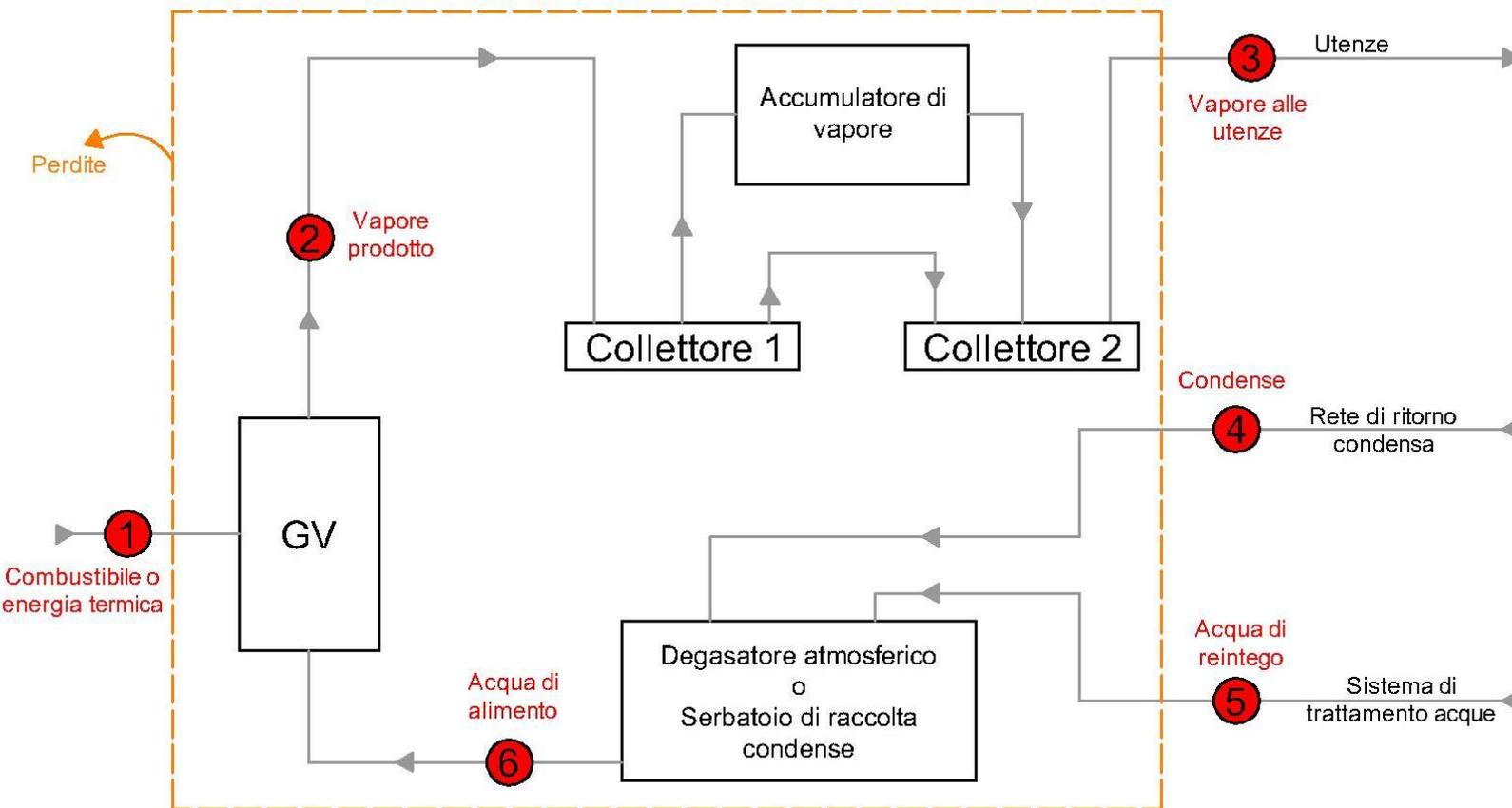
$$\dot{m}_{mw} h_{mw} + \dot{m}_{co} h_{co} + \dot{m}_{vd} h_{vd} = \dot{m}_{fw} h_{fw} + p$$

$$\dot{m}_{co} h_{co} = \dot{m}_{fw} h_{fw} - \dot{m}_{mw} h_{mw} - \dot{m}_{vd} h_{vd} \quad \times$$

$$\eta_{ct} = \frac{\dot{m}_{vu} h_{vu} - \dot{m}_{fw} h_{fw} + \dot{m}_{vd} h_{vd}}{\dot{m}_c PCI}$$

Stimabile se conosciuta la caratteristica della valvola di immissione del vapore

Sistema di monitoraggio – Esempio 3

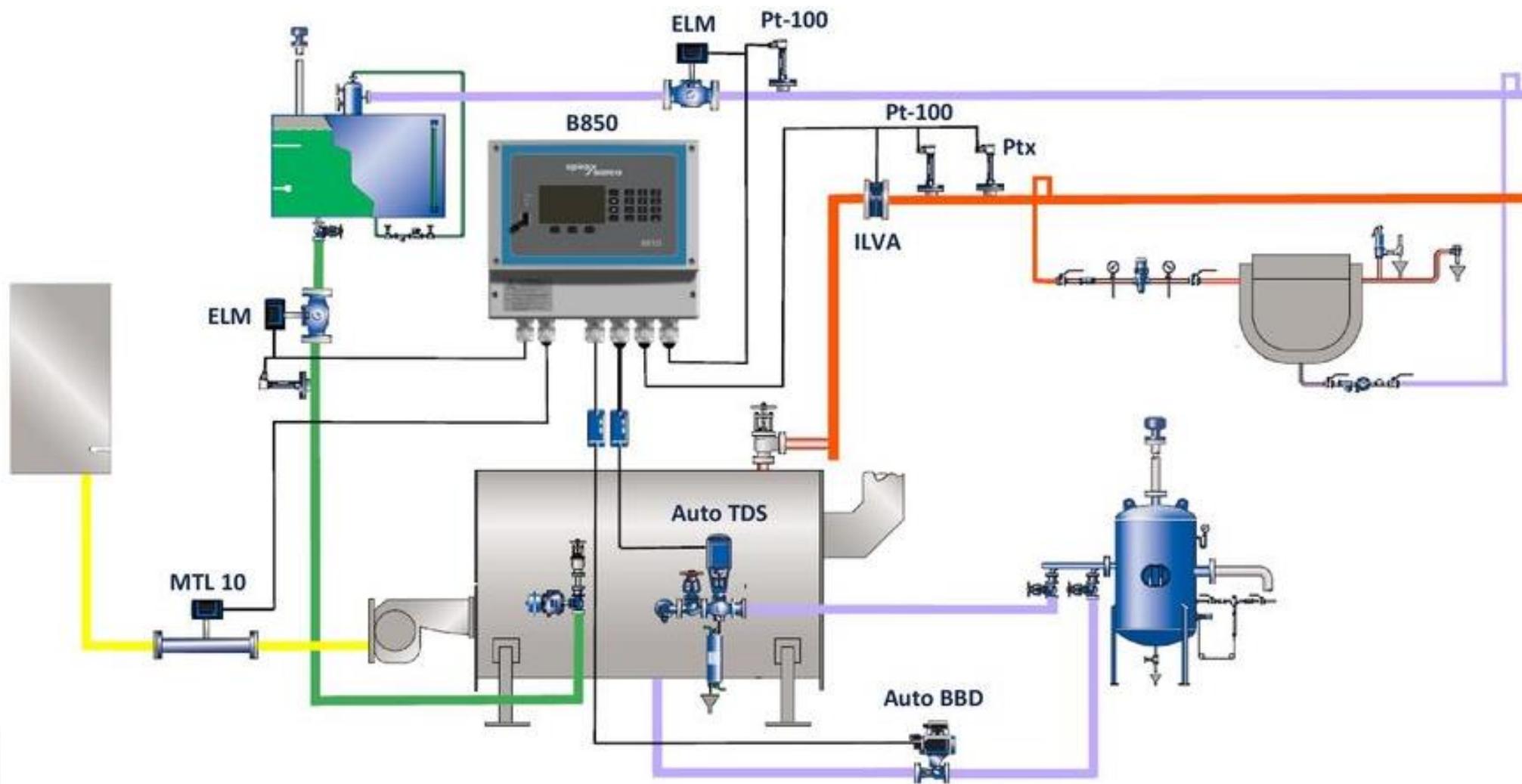


Produzione del vapore non corrispondente al consumo delle utenze.

Possibile presenza di condutture in cui il flusso di vapore si inverte.

Massima attenzione nella scelta del punto di misura.

Sistema di monitoraggio – Flow Computer B850



Sistema di monitoraggio – Scendiamo in campo



Azienda Farmaceutica

Numero di generatori di vapore: 5 (2x7ton/h, 3x2,5ton/h)

Potenza termica totale: 15MW

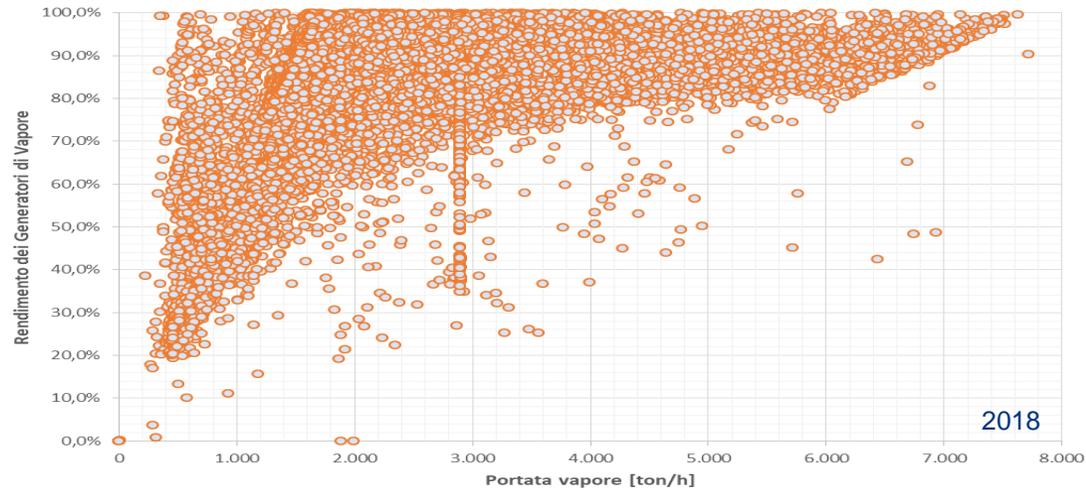
Producibilità: ~20ton/h

Pressione produzione: 8bar_g

Collettore distribuzione: bassa 4bar_g; alta 8bar_g.

Misuratori: gas totale, vapore alle utenze, temperatura acqua di alimento

Sistema di monitoraggio – Scendiamo in campo



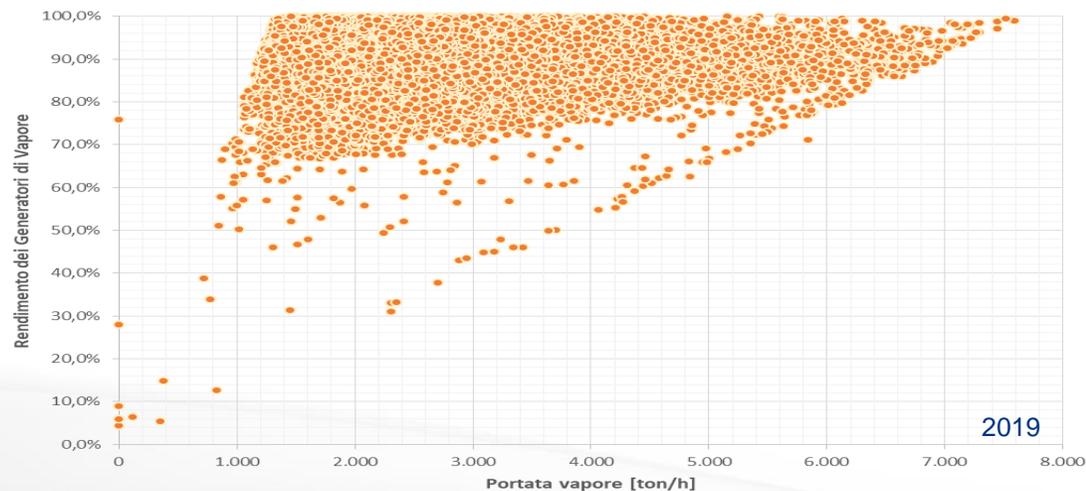
Azione: Variazione di assetto di centrale termica, in funzione del carico effettivo.

Rendimento medio gen. – apr. 2018: 84,5%

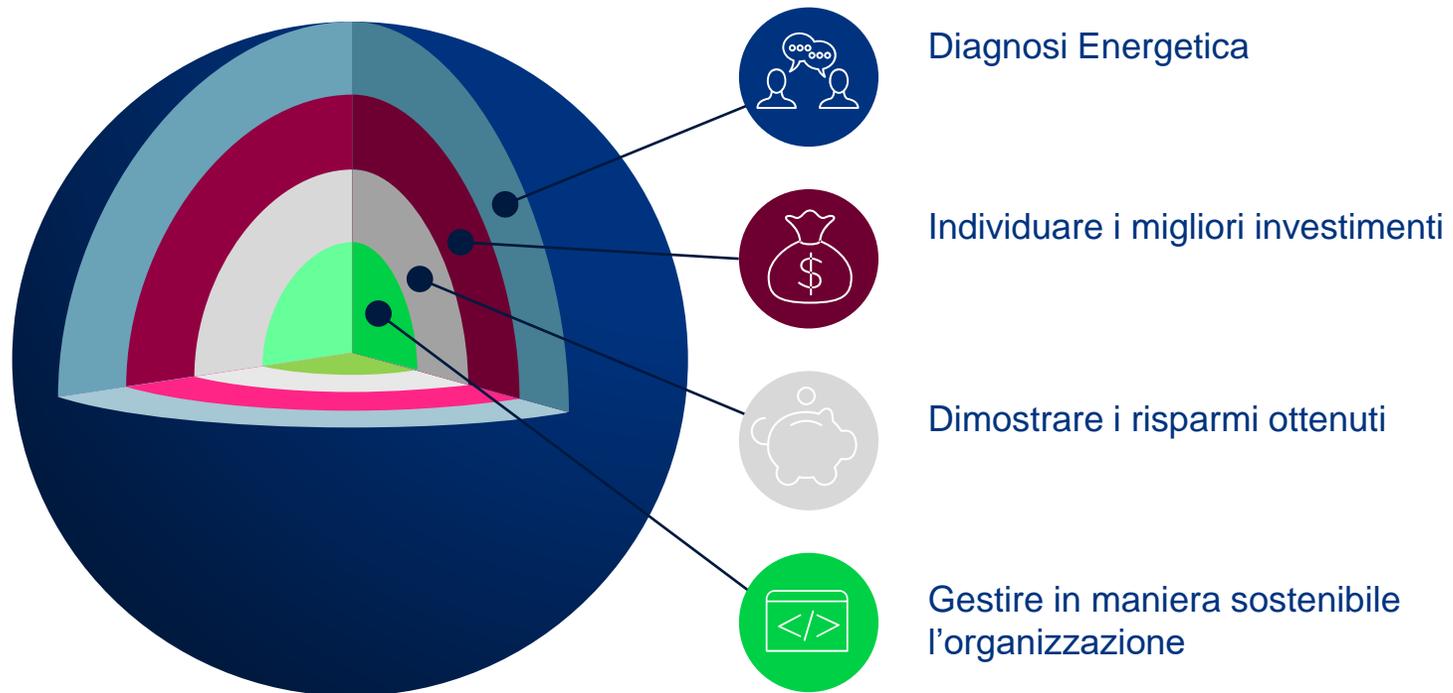
Rendimento medio gen. – apr. 2019: 88,5%

Fabbisogno annuo: 17.500ton/anno

Risparmio: €25.000/anno



Sistema di monitoraggio



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



David Silvestro

Steam Survey and Energy Management
Regional Business Development Specialist – South Europe

david.silvestro@it.spiraxsarco.com

Cell: 345 037 07 40