

Generatori di vapore industriale

Dimensionamento, efficienza, sicurezza e decarbonizzazione del vettore vapore per l'industria di processo.



In questa guida

• Introduzione	02
1 Perché il vapore è ancora oggi il vettore energetico più efficiente	02
2 Come funziona un generatore di vapore	03
3 Come dimensionare correttamente un generatore: pressione e producibilità	05
4 Tecnologie e componenti per l'efficienza	06
5 Qualità del vapore per settori specifici	08
6 Sicurezza, normativa PED ed esonero dalla conduzione continua	09
7 Trattamento dell'acqua: perché è indispensabile	10
8 La decarbonizzazione del vapore	11
9 Incentivi disponibili	12
10 Errori comuni	13
11 Domande frequenti	14
• Conclusioni	15

GENERATORI DI VAPORE INDUSTRIALE

 Introduzione

Nonostante l'attenzione crescente verso l'elettrificazione dei consumi termici, il vapore resta oggi uno dei vettori energetici più diffusi e insostituibili nell'industria di processo. Alimentare, farmaceutico, chimico, cartario, tessile e numerosi altri settori manifatturieri continuano a dipendere dal vapore per ragioni che non sono legate all'abitudine, ma a caratteristiche fisiche difficilmente replicabili con altre tecnologie: elevata capacità di trasporto dell'energia, uniformità di temperatura, capacità di sterilizzazione, semplicità di distribuzione su reti anche estese.

Questa guida nasce per chiarire, con taglio tecnico ma accessibile, come funziona realmente un generatore di vapore industriale, quali criteri guidano un corretto dimensionamento, quali tecnologie aumentano concretamente l'efficienza, quali sono i requisiti di sicurezza e normativi, e come si sta evolvendo il settore verso la decarbonizzazione. Come per le altre guide di questa collana, l'approccio resta neutrale: prima i principi tecnici, validi indipendentemente dal produttore, poi eventuali esempi applicativi.

CAPITOLO PRIMO

01**Perché il vapore è ancora oggi il vettore energetico più efficiente per l'industria**

Il vapore acqueo saturo possiede una proprietà che nessun altro vettore termico comune replica con la stessa efficacia: trasporta grandi quantità di energia a temperatura costante durante il cambiamento di fase, cedendo il calore latente di condensazione al punto di utilizzo senza significative variazioni di temperatura lungo il percorso. Questo lo rende ideale per processi che richiedono uniformità termica, come la cottura, la sterilizzazione, l'essiccazione o il riscaldamento di grandi volumi di prodotto.

Un secondo motivo è la densità energetica per unità di massa trasportata: un chilogrammo di vapore cede, condensando, una quantità di calore che richiederebbe portate molto più elevate se il vettore fosse semplicemente acqua calda o aria. Questo si traduce in reti di distribuzione più compatte e in tempi di riscaldamento più rapidi.

"Il vapore industriale è una tecnologia consolidata da oltre un secolo: normative, prassi manutentive e competenze installative riducono il rischio tecnico rispetto a tecnologie più recenti."

Un terzo motivo, spesso sottovalutato, riguarda la maturità e la diffusione delle competenze tecniche di gestione. Il vapore industriale è una tecnologia consolidata da oltre un secolo: esistono normative, prassi manutentive, competenze installative e una filiera di componentistica estremamente matura, che riduce il rischio tecnico rispetto a tecnologie più recenti.

Questo non significa che il vapore sia una tecnologia statica. Come vedremo nei capitoli successivi, negli ultimi anni si sono affermate soluzioni che aumentano sensibilmente l'efficienza dei generatori tradizionali e, più recentemente, alternative che permettono di produrre vapore senza combustione diretta, aprendo la strada a una progressiva decarbonizzazione del vettore.

CAPITOLO SECONDO

02

Come funziona un generatore di vapore

Un generatore di vapore, comunemente chiamato anche caldaia a vapore, trasforma acqua di alimento in vapore saturo o surriscaldato attraverso lo scambio termico tra i fumi di combustione (o, come vedremo, altre sorgenti di calore) e l'acqua contenuta nel corpo caldaia.

I parametri fondamentali

Due grandezze definiscono in modo univoco il comportamento di un generatore di vapore, e su queste torneremo diffusamente nel capitolo dedicato al dimensionamento:

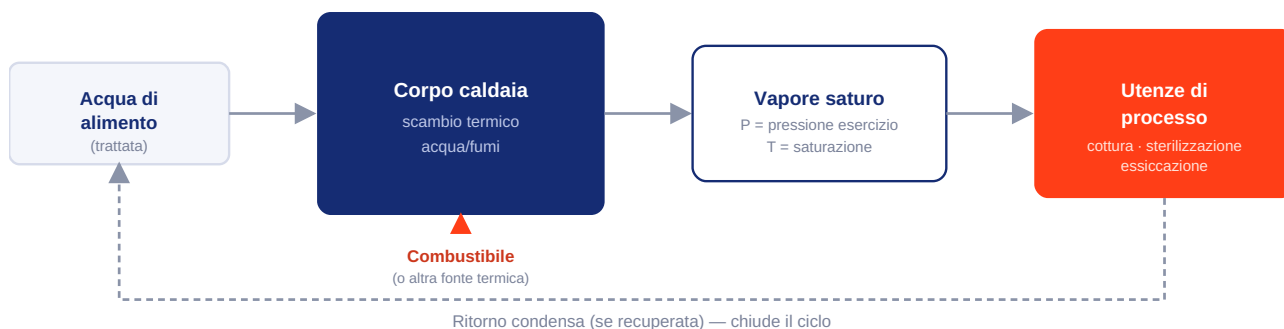
- **la pressione di esercizio**, che determina in modo univoco la temperatura di saturazione del vapore prodotto (più alta la pressione, più alta la temperatura a cui il vapore condensa cedendo calore);
- **la producibilità**, espressa in tonnellate di vapore all'ora (t/h), che rappresenta la portata massima di vapore che il generatore può produrre in condizioni nominali.

Il ciclo generale

- l'acqua di alimento, opportunamente trattata, viene immessa nel corpo caldaia;
- il calore fornito dal sistema di combustione, o da altra sorgente termica, viene trasferito all'acqua attraverso le superfici di scambio;
- l'acqua raggiunge la temperatura di saturazione corrispondente alla pressione di esercizio e cambia stato, producendo vapore saturo;

- il vapore viene inviato alla rete di distribuzione verso le utenze di processo;
- la condensa formatasi nelle utenze, quando recuperata, ritorna al sistema come acqua di alimento, chiudendo il ciclo.

Il ciclo di funzionamento di un generatore di vapore



Schema semplificato del ciclo acqua/vapore. Il recupero della condensa riduce il fabbisogno di acqua di reintegro e l'energia necessaria al ciclo successivo.

Il ciclo di funzionamento di un generatore di vapore. Dall'acqua di alimento trattata, attraverso lo scambio termico nel corpo caldaia, fino al vapore inviato alle utenze e al ritorno della condensa.

Vapore saturo e vapore surriscaldato

Nella maggior parte delle applicazioni industriali si utilizza vapore saturo, ovvero vapore in equilibrio termodinamico con la propria fase liquida, alla temperatura di saturazione corrispondente alla pressione di esercizio. In applicazioni specifiche, dove serve maggiore energia disponibile o si vuole evitare la formazione di condensa lungo tratti di rete particolarmente lunghi, si ricorre al vapore surriscaldato, ottenuto fornendo calore aggiuntivo al vapore saturo oltre la temperatura di saturazione.

L'importanza del rendimento termico

Il rendimento di un generatore di vapore esprime il rapporto tra l'energia termica effettivamente ceduta al vapore prodotto e l'energia primaria immessa attraverso il combustibile. Generatori datati o mal mantenuti si attestano tipicamente attorno all'80% di rendimento, mentre generatori moderni, correttamente dimensionati e dotati delle tecnologie di recupero che vedremo nel Capitolo 4, possono raggiungere e superare il 96%.

~80%	96%+	20-30
GENERATORI DATATI	GENERATORI MODERNI	ANNI DI VITA UTILE

Questa differenza, apparentemente contenuta in termini percentuali, si traduce su base annua in risparmi economici ed emissivi molto significativi, proporzionali alle ore di funzionamento dell'impianto.

03

CAPITOLO TERZO

Come dimensionare correttamente un generatore: pressione e producibilità

I dimensionamento di un generatore di vapore è probabilmente la fase progettuale più delicata, perché un errore in questa fase si ripercuote per tutta la vita utile dell'impianto, tipicamente venti o trent'anni.

Il primo parametro: la pressione di esercizio

La pressione di esercizio non è un dato arbitrario, ma deve essere definita a partire dalla temperatura richiesta dal processo produttivo che utilizzerà il vapore. Poiché pressione e temperatura di saturazione sono legate da una relazione univoca, la scelta della pressione di esercizio equivale, di fatto, alla scelta della temperatura di processo disponibile alle utenze.

UN ERRORE DIFFUSO

Sovradimensionare la pressione di esercizio "per sicurezza", senza verificare realmente la temperatura richiesta dal processo, comporta un maggiore stress meccanico sui componenti e un consumo energetico superiore a quello realmente necessario, poiché generare vapore a pressione più elevata richiede più energia a parità di portata.

Il secondo parametro: la producibilità

La producibilità, espressa in tonnellate di vapore all'ora, deve essere calcolata sul fabbisogno reale di processo, non ereditata dal generatore esistente. Esattamente come già visto nella guida dedicata alle pompe di calore, il generatore installato in passato riflette spesso margini di sicurezza, criteri di calcolo più conservativi o fabbisogni di processo che nel frattempo sono cambiati, per effetto di modifiche di linea, efficientamenti o variazioni del mix produttivo.

Un dimensionamento corretto richiede quindi di:

- ricostruire il fabbisogno di vapore reale delle utenze di processo con l'ausilio di misuratori di portata collegati a un sistema informatico di raccolta dati, non solo il dato nominale di targa dei singoli utilizzatori;
- considerare la contemporaneità dei prelievi, poiché raramente tutte le utenze richiedono vapore nella stessa misura nello stesso istante;
- valutare eventuali picchi di richiesta e la loro durata, per capire se vadano coperti dal generatore principale o da un sistema di accumulo/integrazione, o evitando la contemporaneità dei prelievi;

- tenere conto di margini di espansione futura, in modo consapevole e limitato, senza tradursi in un sovradimensionamento sistematico.

"Un generatore sovradimensionato tende a funzionare a carico parziale per la maggior parte del tempo, con conseguente perdita di rendimento."

Le conseguenze di un dimensionamento errato

Un generatore sovradimensionato tende a funzionare a carico parziale per la maggior parte del tempo, con conseguente perdita di rendimento, cicli di accensione e spegnimento più frequenti e maggiore usura dei componenti. Un generatore sottodimensionato, al contrario, non riesce a garantire la producibilità richiesta nei momenti di picco, con impatti diretti sulla produzione.

Configurazioni multiple: singola caldaia o parco caldaie

Per fabbisogni elevati o variabili, spesso la scelta più efficiente non è un unico generatore di grande taglia, ma un parco caldaie composto da più unità di taglia inferiore, gestite in sequenza in funzione del carico richiesto. Questa configurazione, concettualmente simile alla logica modulare a cascata già vista per le pompe di calore, permette di mantenere ciascun generatore nel proprio punto di funzionamento più efficiente, garantendo al tempo stesso continuità di produzione anche durante le fermate per manutenzione di una singola unità.

UN ESEMPIO APPLICATIVO

Un esempio di gamma oggi disponibile sul mercato è rappresentato dai generatori Vitomax di Viessmann, che coprono un campo di producibilità molto ampio: dalla serie a bassa pressione Vitomax LS, indicativamente tra 0,26 e 2,2 t/h, fino alla serie ad alta pressione Vitomax HS, che copre un campo tra 0,5 e 31,5 t/h con rendimenti dichiarati fino al 95,5%, permettendo di coprire sia piccole utenze sia impianti industriali di grande taglia attraverso configurazioni singole o in parco caldaie.

04

CAPITOLO QUARTO

Tecnologie e componenti per l'efficienza

Il rendimento di un generatore di vapore non dipende solo dalla qualità del corpo caldaia, ma da un insieme di componenti accessori che, correttamente specificati, possono incrementare sensibilmente l'efficienza complessiva dell'impianto.

L'economizzatore

L'economizzatore è uno scambiatore di calore posizionato sul percorso dei fumi di combustione, prima del loro rilascio in atmosfera attraverso il camino. La sua funzione è preriscaldare l'acqua di alimento utilizzando il calore residuo dei fumi, che altrimenti verrebbe interamente disperso. L'installazione di un economizzatore consente tipicamente un incremento di rendimento nell'ordine del 5%, un valore che su base annua rappresenta un risparmio economico ed emissivo tutt'altro che trascurabile.

Il condensatore dei fumi

Un ulteriore livello di recupero termico si ottiene con il condensatore dei fumi, che sfrutta il calore latente contenuto nel vapore acqueo presente nei fumi di combustione, facendolo condensare e recuperandone l'energia. Questa tecnologia, applicabile in particolare con combustibili a basso contenuto di zolfo come il gas naturale, può aggiungere un ulteriore 5-7% di rendimento rispetto al solo utilizzo dell'economizzatore.

Recupero termico: il percorso dei fumi di combustione



Schema semplificato del percorso dei fumi. I valori percentuali sono indicativi e vanno verificati caso per caso.

Recupero termico: il percorso dei fumi di combustione. Economizzatore e condensatore dei fumi recuperano progressivamente il calore residuo prima del rilascio in camino, con un contributo cumulativo fino al 20% di rendimento aggiuntivo.

Bruciatori evoluti e sistemi di regolazione

La qualità e la modulazione del bruciatore incidono direttamente sull'efficienza di combustione. Bruciatori con regolazione modulante, in grado di adattare continuamente la potenza erogata al fabbisogno istantaneo, riducono le perdite legate ai cicli di accensione e spegnimento tipici dei bruciatori on/off, mantenendo il generatore più a lungo nel proprio punto di funzionamento ottimale.

L'EFFETTO COMPLESSIVO

Sommando i contributi di economizzatore, condensatore dei fumi e bruciatore evoluto, l'efficientamento di un generatore di vapore può tradursi in un incremento complessivo di rendimento fino al 20% rispetto a una configurazione base priva di questi accessori. È un dato che merita attenzione soprattutto in fase di sostituzione di generatori datati, dove l'investimento in questi componenti va sempre valutato insieme alla sostituzione del generatore stesso, e non aggiunto successivamente come intervento separato.

Le gamme di generatori oggi disponibili, come la già citata Vitomax HS, integrano tipicamente predisposizioni per economizzatore e sistemi di combustione evoluti, permettendo di avvicinarsi ai rendimenti più elevati oggi tecnicamente raggiungibili con la combustione tradizionale.

05 **CAPITOLO QUINTO**

Qualità del vapore per settori specifici

Non tutte le applicazioni industriali richiedono lo stesso tipo di vapore. La qualità del vapore prodotto deve essere definita in funzione del settore e del processo specifico a cui è destinato.

Livello	Descrizione	Applicazioni tipiche
Vapore tecnologico	Nessun contatto diretto con il prodotto	Riscaldamento ambienti, scambiatori indiretti, essiccazione indiretta
Vapore pulito	Contatto diretto, senza sterilità assoluta	Molti processi industriali senza requisiti farmaceutici
Vapore puro/sterile	Massima purezza, nessuna contaminazione	Farmaceutico, alimentare ad alta sterilità

Il caso del settore alimentare

Il comparto alimentare rappresenta uno degli ambiti in cui il tema della qualità del vapore è più stringente, perché il vapore entra spesso in contatto diretto con il prodotto, ad esempio in processi di cottura, pastorizzazione o sterilizzazione. In questo settore la scelta del generatore, del trattamento dell'acqua e dei materiali a contatto con il vapore deve rispettare requisiti igienici specifici, spesso normati da standard di settore oltre che dalla normativa generale sugli impianti a pressione.

PERCHÉ QUESTA DISTINZIONE CONTA IN FASE DI PROGETTO

Definire correttamente il livello di qualità del vapore richiesto, prima ancora di dimensionare il generatore, evita due errori simmetrici: sovradimensionare i requisiti qualitativi, con un aggravio di costi impiantistici non necessario, oppure sottostimarli, con il rischio di non poter utilizzare il vapore prodotto per l'applicazione a cui è destinato o di dover intervenire successivamente con costosi adeguamenti.

06**CAPITOLO SESTO****Sicurezza, normativa PED ed esonero dalla conduzione continua**

I generatori di vapore rientrano tra le apparecchiature a pressione soggette a specifica regolamentazione, per ragioni di sicurezza evidenti: il vapore in pressione rappresenta un'energia potenziale significativa, che deve essere gestita secondo requisiti tecnici e organizzativi rigorosi.

Il quadro normativo di riferimento

A livello europeo, i generatori di vapore rientrano nell'ambito della direttiva PED (Pressure Equipment Directive), che definisce i requisiti essenziali di sicurezza per la progettazione, costruzione e valutazione di conformità delle apparecchiature a pressione. A livello nazionale, la conduzione degli impianti di generazione di vapore è storicamente regolata da specifiche disposizioni che prevedono la presenza di personale abilitato durante il funzionamento dell'impianto.

L'esonero dalla conduzione continua

Un tema di particolare interesse per chi gestisce impianti di piccola e media taglia riguarda la possibilità di esonero dalla conduzione continua, ovvero dalla necessità di presidio costante da parte di personale abilitato. Questo esonero è ammesso per generatori dotati di specifici sistemi di sicurezza e controllo automatico, conformi alla direttiva PED e alle relative disposizioni applicative, che garantiscono un livello di sicurezza intrinseco sufficiente a permettere il funzionamento non presidiato per periodi definiti.

"L'esonero dalla conduzione continua riduce la necessità di personale dedicato alla sola sorveglianza dell'impianto."

Questo aspetto ha un impatto organizzativo ed economico non trascurabile per le aziende, poiché riduce la necessità di personale dedicato alla sola sorveglianza dell'impianto, a fronte di un investimento iniziale nei sistemi di sicurezza e controllo automatico richiesti.

Cosa verificare in fase di scelta

- la conformità del generatore alla direttiva PED e la relativa documentazione di accompagnamento (certificazione PED come attrezzatura o come insieme);
- la presenza dei sistemi di sicurezza necessari per l'eventuale esonero dalla conduzione continua, intervallo dei controlli (24h, 72h e oltre) se di interesse per l'organizzazione aziendale;
- i requisiti di verifica periodica e di manutenzione previsti dalla normativa applicabile, da pianificare fin dall'avvio dell'impianto.

UN ESEMPIO APPLICATIVO

Le gamme di generatori industriali oggi disponibili, come la serie Vitomax, sono tipicamente predisposte con i sistemi di sicurezza e controllo necessari per l'accesso alle condizioni di esonero dalla conduzione continua, un aspetto da verificare comunque caso per caso in base alla configurazione specifica scelta e alla normativa applicabile al momento dell'installazione.

07

CAPITOLO SETTIMO

Trattamento dell'acqua: perché è indispensabile

Un aspetto spesso sottovalutato nella progettazione di un impianto a vapore, ma determinante per le prestazioni e la durata del generatore, riguarda il trattamento dell'acqua di alimento.

Perché l'acqua grezza è un problema

L'acqua utilizzata per alimentare un generatore di vapore contiene naturalmente sali disciolti, in particolare sali di calcio e magnesio responsabili della durezza dell'acqua, oltre a gas disciolti come ossigeno e anidride carbonica. Se non rimossi, questi elementi generano due categorie di problemi.

I sali di durezza, concentrandosi progressivamente nel corpo caldaia per effetto dell'evaporazione continua, formano depositi calcarei sulle superfici di scambio termico. Questi depositi agiscono da isolante termico, riducendo l'efficienza di scambio e costringendo il generatore a un maggiore consumo di combustibile per produrre la stessa quantità di vapore, oltre ad aumentare il rischio di surriscaldamento localizzato delle superfici metalliche.

I gas disciolti, in particolare l'ossigeno, sono responsabili di fenomeni di corrosione che possono compromettere l'integrità strutturale del generatore e della rete di distribuzione nel tempo, con impatti diretti su sicurezza, affidabilità e vita utile dell'impianto.

Le fasi tipiche del trattamento

- **Addolcimento chimico e trattamento a osmosi inversa**, per la rimozione dei sali di durezza responsabili della formazione di depositi calcarei;
- **degasazione termica**, per la rimozione dei gas disciolti responsabili della corrosione;
- **dosaggio di prodotti condizionanti**, per completare la protezione dell'impianto nelle condizioni operative specifiche.

IL LEGAME CON L'EFFICIENZA E CON LA SICUREZZA

Un trattamento dell'acqua correttamente dimensionato e mantenuto nel tempo non è quindi un costo accessorio, ma una componente strutturale dell'efficienza e della sicurezza dell'impianto. Un generatore alimentato con acqua non adeguatamente trattata perde progressivamente rendimento, richiede interventi di manutenzione straordinaria più frequenti e vede ridotta la propria vita utile complessiva.

08

CAPITOLO OTTAVO

La decarbonizzazione del vapore

I tema della decarbonizzazione sta interessando anche il mondo della generazione di vapore, sebbene con un percorso e con vincoli tecnici diversi rispetto ad altri vettori energetici.

L'elettrificazione della generazione di vapore

La strada oggi più matura e concreta è rappresentata dai generatori di vapore elettrici, che producono vapore attraverso resistenze elettriche immerse, senza alcun processo di combustione. Questa soluzione elimina le emissioni dirette di CO₂ associate alla combustione, spostando l'impatto emissivo a monte, sul mix energetico utilizzato per produrre l'elettricità consumata.

I generatori elettrici trovano applicazione tipicamente in due situazioni: come fonte principale in siti dove è disponibile energia elettrica a basso impatto o a costo competitivo, oppure come sistema di integrazione e backup rispetto a un generatore tradizionale, per coprire picchi di domanda o garantire continuità di produzione durante interventi di manutenzione sul generatore principale.

Il tema dell'idrogeno: una prospettiva ancora in evoluzione

Accanto all'elettificazione, si sta affacciando la possibilità di alimentare generatori di vapore con miscele di idrogeno, fino a configurazioni predisposte per funzionamento al 100% idrogeno. Si tratta di una prospettiva tecnicamente interessante ma ancora in una fase iniziale di sviluppo infrastrutturale e di mercato: la disponibilità di idrogeno a costi competitivi e la relativa filiera logistica restano, allo stato attuale, fattori limitanti per una diffusione su larga scala.

"La predisposizione hydrogen ready può essere una tutela verso scenari futuri, ma oggi la scelta dovrebbe basarsi principalmente su prestazioni, efficienza e affidabilità."

Per questo motivo, chi valuta oggi un investimento in un nuovo generatore può considerare utile la predisposizione "hydrogen ready" come opzione di tutela verso scenari futuri, senza però che questo debba rappresentare il criterio guida della scelta attuale, che resta legata principalmente alle prestazioni, all'efficienza e all'affidabilità della tecnologia disponibile oggi.

UN ESEMPIO APPLICATIVO

Per l'elettificazione della generazione di vapore, un esempio di soluzione oggi disponibile è rappresentato dalla gamma Vitomax HS-E, generatore elettrico pensato per applicazioni di integrazione o come fonte principale in contesti favorevoli. Alcune gamme della serie Vitomax offrono inoltre predisposizioni per il funzionamento con miscele di idrogeno, da valutare in funzione delle prospettive specifiche del singolo sito produttivo.

09

CAPITOLO NONO

Incentivi disponibili

Anche per gli interventi sui generatori di vapore, come già visto nella guida dedicata alle pompe di calore industriali, possono essere applicabili diversi strumenti incentivanti, la cui idoneità va sempre verificata caso per caso.

I **Certificati Bianchi (TEE)** rappresentano tipicamente lo strumento più rilevante per questa tecnologia, poiché premiano il risparmio di energia primaria generato dalla sostituzione di un generatore obsoleto con uno ad alto rendimento, o dall'installazione di componenti di recupero termico come economizzatore e condensatore dei fumi.

Il nuovo **Iperammortamento** può risultare rilevante quando l'intervento si inserisce in un progetto più ampio di trasformazione tecnologica, ad esempio abbinato a sistemi di controllo e monitoraggio digitale del generatore.

Per programmi di investimento più strutturati, orientati alla decarbonizzazione complessiva del sito produttivo, può essere utile verificare l'eventuale disponibilità del **Fondo per il sostegno alla Transizione Industriale** o di bandi regionali dedicati.

PER L'APPROFONDIMENTO COMPLETO

Condizioni di accesso, procedure e regole di cumulabilità tra le diverse misure sono trattate nella **Guida Incentivi per l'efficienza energetica e gli investimenti industriali 2026**, disponibile su questo stesso portale.

10

CAPITOLO DECIMO

Errori comuni

- 1 Dimensionare sulla targa del vecchio generatore anziché sul fabbisogno reale**
È l'errore più diffuso, che porta quasi sempre a un sovradimensionamento con perdita di rendimento in esercizio.
- 2 Sovrastimare la pressione di esercizio "per sicurezza"**
Una pressione superiore al necessario comporta consumi energetici più elevati e maggiore stress meccanico sui componenti, senza alcun beneficio per il processo.
- 3 Trascurare economizzatore e condensatore dei fumi in fase di preventivo**
Sono tra gli interventi con il miglior rapporto tra costo e beneficio energetico, e vanno sempre valutati insieme alla sostituzione del generatore.
- 4 Sottovalutare il trattamento dell'acqua**
Un generatore efficiente alimentato con acqua non trattata perde rapidamente le proprie prestazioni nominali e vede ridotta la propria vita utile.
- 5 Non definire correttamente la qualità del vapore richiesta dal processo**
Sovrastimare o sottostimare i requisiti qualitativi genera rispettivamente costi non necessari o limitazioni di utilizzo del vapore prodotto.

6 Ignorare la normativa PED e i requisiti di conduzione

Una verifica tardiva di questi aspetti può generare costi organizzativi imprevisti o ritardi nell'avvio dell'impianto.

7 Considerare l'elettrificazione o l'idrogeno come soluzioni universali

Ogni sito ha un profilo energetico e produttivo specifico: la scelta della tecnologia più adatta va sempre verificata caso per caso.

8 Non pianificare un parco caldaie per fabbisogni variabili

Un unico generatore di grande taglia, in presenza di fabbisogni fortemente variabili, può risultare meno efficiente di una configurazione modulare con più unità.

9 Considerare l'incentivo come garantito prima della verifica dei requisiti

Il business case deve reggere anche nello scenario senza incentivo.

10 Trascurare la manutenzione programmata

Un generatore di vapore richiede una manutenzione costante e pianificata: rimandarla comporta un decadimento progressivo e silenzioso delle prestazioni.

11

CAPITOLO UNDICESIMO

Domande frequenti

Qual è la differenza tra vapore saturo e vapore surriscaldato?

Il vapore saturo è in equilibrio termodinamico con la propria fase liquida, alla temperatura corrispondente alla pressione di esercizio. Il vapore surriscaldato viene portato a una temperatura superiore, tipicamente per applicazioni specifiche o per evitare condensa lungo reti particolarmente lunghe.

Perché la pressione di esercizio è così importante nel dimensionamento?

Perché determina in modo univoco la temperatura di saturazione del vapore prodotto, che a sua volta deve corrispondere alla temperatura richiesta dal processo servito.

Quanto si può risparmiare con economizzatore e condensatore dei fumi?

L'economizzatore può incrementare il rendimento di circa il 5%, mentre il condensatore dei fumi può aggiungere un ulteriore 5-7%. Sommando anche un bruciatore evoluto, l'incremento complessivo può arrivare fino al 20%.

Cosa significa esonero dalla conduzione continua?

È la possibilità, prevista per generatori dotati di specifici sistemi di sicurezza conformi alla direttiva PED, di funzionare senza la presenza costante di personale abilitato alla sorveglianza dell'impianto.

Perché è necessario trattare l'acqua di alimento?

Perché l'acqua grezza contiene sali di durezza e gas disciolti che, se non rimossi, generano depositi calcarei e fenomeni di corrosione, riducendo l'efficienza e la vita utile del generatore.

I generatori elettrici possono sostituire completamente quelli a combustione?

Dipende dal profilo energetico ed economico del sito. Possono rappresentare la soluzione principale in contesti favorevoli, oppure un sistema di integrazione e backup.

È già conveniente investire in un generatore predisposto per idrogeno?

La predisposizione "hydrogen ready" può essere una tutela verso scenari futuri, ma oggi la scelta dovrebbe basarsi principalmente su prestazioni, efficienza e affidabilità della tecnologia attualmente disponibile.

Quali incentivi sono applicabili alla sostituzione di un generatore di vapore?

I Certificati Bianchi sono tipicamente lo strumento più rilevante. Possono essere applicabili anche il nuovo Iperammortamento e, per programmi più ampi, il Fondo per la Transizione Industriale o bandi regionali.

Che differenza c'è tra vapore tecnologico, pulito e puro?

Il vapore tecnologico è utilizzato per scopi energetici senza contatto diretto con il prodotto. Il vapore pulito entra in contatto con il prodotto ma senza requisiti di sterilità assoluta. Il vapore puro o sterile è richiesto in applicazioni farmaceutiche o alimentari con requisiti igienici stringenti.

Conviene un unico generatore di grande taglia o un parco caldaie?

Per fabbisogni elevati o fortemente variabili, un parco caldaie consente spesso di mantenere ciascun generatore nel proprio punto di funzionamento più efficiente, garantendo continuità di produzione durante le manutenzioni.

IN CHIUSURA

Conclusioni



I vapore resta oggi un vettore energetico insostituibile per una parte significativa dell'industria di processo, grazie a caratteristiche fisiche che nessuna tecnologia alternativa replica con la stessa efficacia. Tuttavia, il valore di un impianto a vapore non dipende solo dalla presenza del generatore, ma da un insieme di scelte tecniche che ne determinano l'efficienza reale: un dimensionamento corretto su pressione e producibilità, l'adozione di componenti di recupero termico come economizzatore e condensatore dei fumi, un trattamento dell'acqua adeguato, il rispetto della normativa di sicurezza, e una qualità del vapore coerente con il processo servito.

La decarbonizzazione del vapore, attraverso elettrificazione e, in prospettiva, idrogeno, rappresenta un percorso in evoluzione che merita attenzione ma non decisioni affrettate: la scelta della tecnologia più adatta resta legata al profilo energetico e produttivo specifico di ogni sito, più che a una tendenza generale di mercato.

"Partire sempre dal fabbisogno reale del processo, non dal generatore esistente o dalla tecnologia più recente, e costruire da lì un progetto tecnicamente ed economicamente solido."

Come per le altre tecnologie trattate in questa collana di guide, il consiglio più utile resta lo stesso: partire sempre dal fabbisogno reale del processo, non dal generatore esistente o dalla tecnologia più recente, e costruire da lì un progetto tecnicamente ed economicamente solido.

Vuoi valutare il generatore di vapore più adatto al tuo processo?

I nostri tecnici possono analizzare il fabbisogno reale del tuo sito produttivo, individuare pressione e producibilità corrette e verificare le tecnologie di recupero termico più adatte, accompagnandoti nella scelta e nel dimensionamento.

Richiedi una consulenza gratuita