



# Generatori di vapore e soluzioni per l'aumento dell'efficienza energetica

**White Focus - MER30OTT2019**





## Unical AG S.p.A.

Unical, azienda italiana all'avanguardia nel settore del riscaldamento, nata per progettare e produrre gruppi termici civili ed industriali, ha in seguito ampliato il suo campo operativo includendo sistemi di condizionamento, pannelli solari, pannelli radianti, etc, arrivando ad avere uno dei cataloghi più completi dell'intero settore.

L'azienda, che ancora oggi fa capo alla famiglia Jahier, ha sempre avuto e continua ad avere tra le sue priorità una reale attenzione alla "qualità della vita", vale a dire più comfort, maggiore sicurezza, minori consumi energetici, elevato rispetto dell'ambiente.

# Vision

TECNOLOGIA, QUALITÀ, RICERCA, DESIGN,  
SICUREZZA, SERVIZIO, STILE, COSCIENZA  
ECOLOGICA, RISPETTO PER L'AMBIENTE,  
INNOVAZIONE, CURIOSITÀ, ATTENZIONE, CURA,  
CORRETTEZZA, ETICA, FUTURO.

Ecco le parole chiave che ci rappresentano.

SE GUARDASSIMO IL MONDO CON GLI OCCHI DI  
UNICAL Vorremmo L'IMPEGNO DI TUTTI PER UN  
FUTURO MIGLIORE PER I NOSTRI FIGLI.

È la passione per la ricerca che ci da la motivazione,  
quella luce interiore, quella forza che trasforma gli  
uomini in energia creativa, che trasforma una fabbrica  
in un'azienda etica. Dobbiamo continuare a vivere con  
l'animo infiammato. Un gioco di parole tra fuoco interiore  
e fuoco che produce calore.

E dunque... **Be on fire.**



CARI SINDACI (G. Jahier)

1998

quadro, olio su tela • 155 x 135 cm



# Certificazioni



**UNI EN ISO 9001:2008**  
Sistema di Gestione per la Qualità



**UNI EN ISO 14001:2004**  
Sistema di Gestione Ambientale



**SELO**  
Certificazione per la costruzione di caldaie e recipienti in pressione in ottemperanza al "Sistema di Fabbricazione Cinese"



**PREMIO IMPRESE PER LA SICUREZZA**  
Aprile 2012 • Premio "IMPRESE PER LA SICUREZZA", Confindustria Merzione Speciale sotto l'alto patronato del Presidente della Repubblica.



Tutti i prodotti Unical hanno la marcatura **CE** Unical, 1ª Azienda in Europa ad aver conseguito la marcatura **CE** per il settore caldaie - Gen. 1993

**D.Lgs. 231/2001**  
(ex Legislative Decree)

Modello di organizzazione gestione e controllo

**ASME Stamp H**  
**EAC**  
**GASKEUR SV-HR 107**  
**HR TOP**  
**TYSK**  
**SELO**

Prestigiosa certificazione per UNITED STATES e CANADA  
Russia - Bielorussia - Kazakistan  
Olanda  
Belgio  
Ucraina  
Cina



**BS OHSAS 18001:2007**  
Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza sul Lavoro



**UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005**  
Qualità del laboratorio



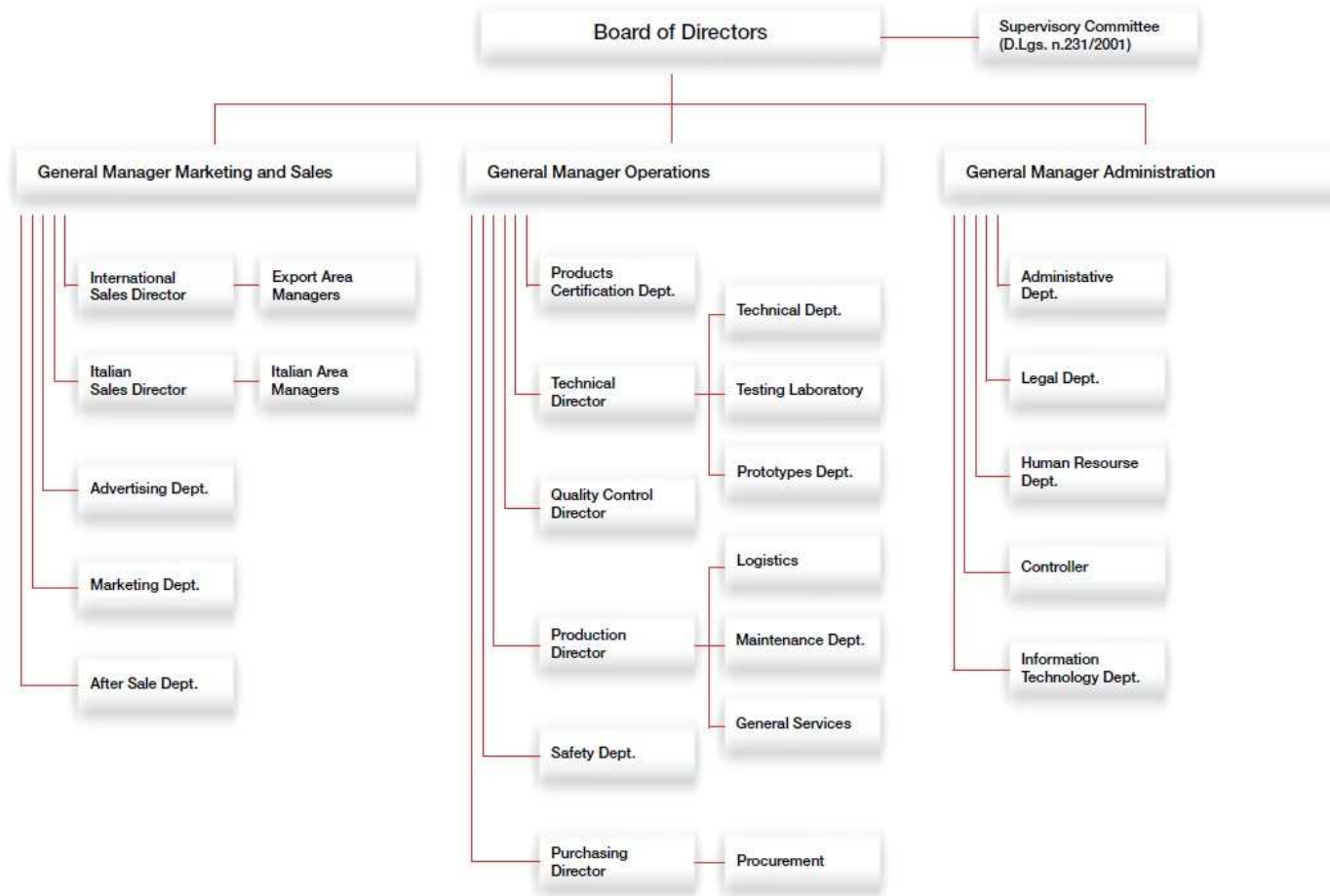
**UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005**  
CSA: certificazione laboratorio gas per U.S.A. e Canada



**AWARD RUSSIA**  
Riconoscimento ad Unical per l'introduzione della tecnologia innovativa in Russia



19/01/1993 primi  
In Europa ad  
ottenere  
Il marchio **CE**





### CAORSO (PC)

- circa 18.000 m<sup>2</sup>.
- Produzione di caldaie domestiche e caldaie modulari a condensazione

### ZERBIO DI CAORSO (PC)

- Circa 2.500 m<sup>2</sup>.
- Magazzino per i pezzi di ricambio e componenti per la produzione di caldaie



### CASTELDARIO (MN)

- circa 4.500 m<sup>2</sup>.
- Sede legale, uffici amministrativi e commerciali
- Energie rinnovabili



### CARBONARA PO (MN)

- circa 18.000 m<sup>2</sup>.
- Produzione di caldaie a biomassa, e di generatori della gamma professionale ed industriale.



**47 anni di storia aziendale**

**4 stabilimenti**

**300 dipendenti**

**75 mln €: fatturato previsto anno 2019**

**9 mln €: fatturato previsto Divisione industriale anno 2019**

**L'aumento dell'efficienza può essere perseguito attraverso metodi differenti tra loro, i quali coinvolgono più componenti del gruppo termico. Ci concentreremo in particolare sui sistemi di produzione vapore.**

**Gli aspetti che contribuiscono possono essere:**

- **scelta della tipologia di generatore,**
- **scelta della tecnologia di scambio termico del generatore,**
- **impiego di uno o più economizzatori,**
- **impiego di preriscaldatore aria comburente,**
- **ottimizzazione dell'efficienza dei bruciatori tramite impiego di inverter su motore ventilatore, controllo ossigeno nei fumi di combustione con regolazione attiva, camma elettronica,**
- **ottimizzazione dei consumi elettrici tramite inverter su pompe di alimentazione.**



### Caldaie Vapore: carta d'identità

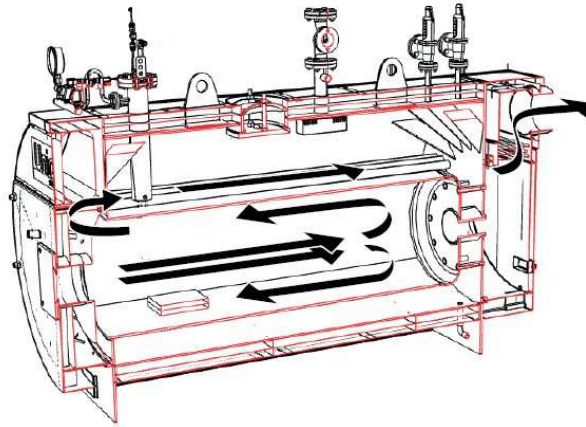
- si intendono caldaie a vapore caldaie per la trasformazione di acqua dallo stato liquido allo stato gassoso - vapore, le quali sono progettate (ed equipaggiate con dispositivi idonei) per poter esercire fino ad una determinata pressione (corrispondente ad una temperatura del vapore)
- vengono realizzate sia caldaie ad inversione di fiamma che a 3 giri fumo, le pressioni di progetto possono essere di 1 bar (caldaie denominate “a bassa pressione”) o superiori: 6-12-15-18-20-22-25 bar (caldaie “media” ed “alta” pressione, per pressioni superiori a 25 bar è necessario passare a generatori a tubi d’acqua)
- le temperature raggiungibili sono conseguenza della pressione di esercizio del generatore: la temperatura è una grandezza secondaria in questo caso, le caldaie vengono infatti regolate secondo pressione
- sono generatori che necessitano di conduzione continua, oppure con opportuno accessoriamiento possono essere esentati dalla conduzione fino ad un massimo di 24 o 72 ore
- essendo generatori “sotto direttiva PED” (direttiva 2014/68/UE) ogni disegno del corpo caldaia deve essere sottoposto ad approvazione da parte di un organismo notificato
- gli impianti a vapore sono molto differenti dagli impianti ad acqua calda, generalmente più complessi, devono tenere conto di molti aspetti primo fra i quali la formazione di condense all’interno dell’impianto stesso di distribuzione, inglobano inoltre molto spesso sistemi di trattamento acqua quali addolcitori, dosatori di prodotti condizionanti, degasatori atmosferici o termofisici, ed anche serbatoi di raccolta e stoccaggio condensa, serbatoi di raccolta scarichi (provenienti da caldaia), ecc...
- vengono impiegate per numerosissimi processi industriali: dall’alimentare alle concerie, dalle cucine industriali alla lavanderia, oltre a sterilizzazione (in questo caso spesso interponendo scambiatori per produzione vapore pulito), stirerie, ecc.

**Il primo elemento che determina il livello di efficienza è la tipologia di generatore: a parità di tecnologia di scambio, le caldaie a 3 giri fumo hanno rendimenti leggermente più elevati rispetto alle caldaie ad inversione di fiamma in virtù della maggior superficie di scambio mediamente disponibile per kg/h prodotti.**

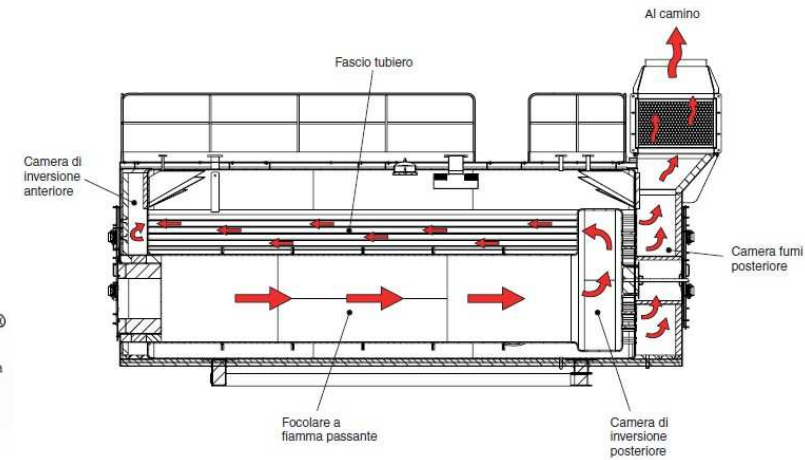
**Questo in quanto tipicamente il carico termico superficiale è inferiore su una 3 giri fumo, rispetto ad un'inversione di fiamma.**

**Si tratta in ogni caso di differenze contenute, nell'ordine dello 0,5% a parità di potenzialità.**

Esempio inversione di fiamma



Esempio 3 giri fumo



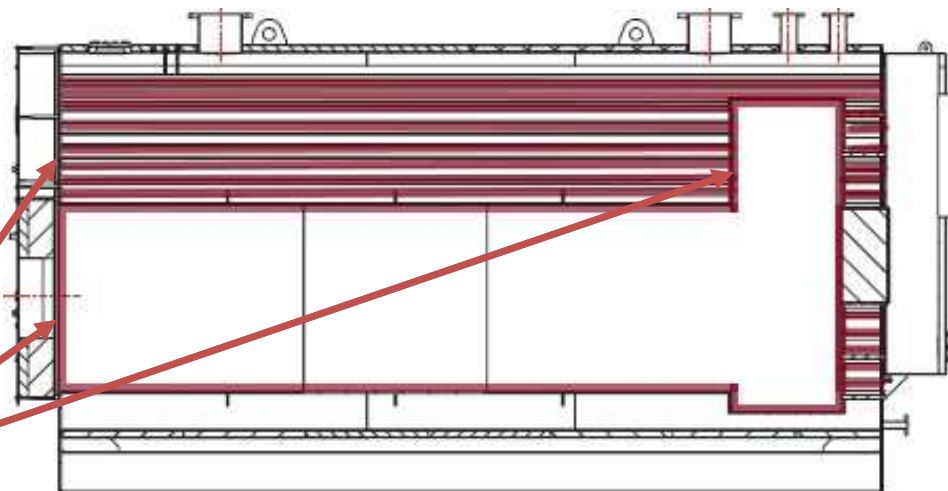
Il carico termico superficiale è il rapporto tra la potenza massima al focolare della caldaia e la superficie di scambio di tutto il generatore: più risulta basso, minori sono gli stress ai quali è soggetta la caldaia e in linea di massima maggiore è il rendimento.

Per calcolarlo servono come nel caso precedente la potenza *bruciata* e in questo caso l'area di scambio di tutta la caldaia.

Il risultato che si otterrà sarà espresso come  $\frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ , ed i valori saranno all'incirca compresi tra  $50 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$  ed i  $30 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$ .

Nella maggior parte dei casi in cui si parla di questa caratteristica riferendosi a generatori di vapore, si esprime il carico termico come il rapporto tra i kg/h prodotti e la superficie di scambio: in questo caso i valori tipici si trovano compresi tra  $80 \frac{\text{kg/h}}{\text{m}^2}$  e  $40 \frac{\text{kg/h}}{\text{m}^2}$

Area da considerare per calcolo carico termico totale



**Il secondo elemento che determina l'efficienza di una caldaia a vapore è la tecnologia con cui avviene lo scambio termico tra fumi ed acqua, parliamo di caldaie "standard" quando siamo in presenza di corpi caldaia realizzati con tubi lisci, oppure tubi lisci + turbolatori elicoidali.**

**L'efficienza di un generatore può però avere un incremento consistente se vengono impiegati profili inseriti nei tubi costituenti il fascio tubiero, che ne aumentino grandemente lo scambio termico.**

**Unical impiega da anni la tecnologia *ESA* od *ESALU* (brevetti Unical) per aumentare l'efficienza di caldaie alimentate a gasolio oppure gas, vediamo le differenze:**



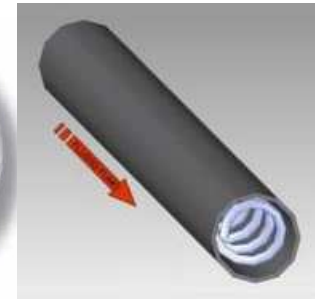
**VERSIONI:**

**STD / OR:**

**TUBI LISCI**

I tubi fumo LISCI, adatti per il funzionamento a gas/gasolio, e olio combustibile costituenti il fascio tubiero permettono lo scambio termico e la pulizia dei residui di combustione. Sono formati da tubi al cui interno sono inseriti turbolatori elicoidali.

Di serie per il funzionamento a gas/gasolio e olio combustibile.



**Efficienza: valori standard ~ 89÷91% a seconda della tipologia di generatori**

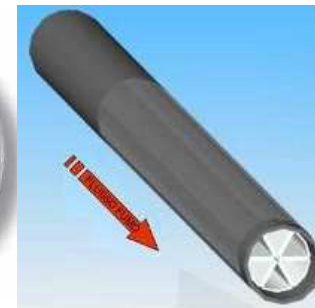
**HPO:**

**TUBI ESA**

I tubi fumo ESA (brevetto Unical), adatti per il funzionamento a gas/gasolio, costituenti il fascio tubiero permettono un elevato scambio termico e la pulizia dei residui di combustione. Sono formati da tubi con inserti speciali di forma esalobata in acciaio.

L'adozione dei tubi ESA ha permesso di ottenere elevate prestazioni (elevati valori di rendimento), con notevoli risparmi in termini di costi di esercizio, consumo di combustibile, emissioni in atmosfera.

Di serie per il funzionamento a gas/gasolio.



**Efficienza: ~ + 2 %**

**Brevetto Unical**

**HP:**

**TUBI ESALU**

I tubi fumo ESALU (brevetto Unical), adatti per il funzionamento a gas, costituenti il fascio tubiero favoriscono un elevatissimo scambio termico e sono formati da tubi con inserti speciali di differenti tipologie e forme.

L'adozione dei tubi ESALU ha permesso di ottenere elevate prestazioni (elevati valori di rendimento), con notevoli risparmi in termini di costi di esercizio, consumo di combustibile, emissioni in atmosfera.

Di serie per il funzionamento a gas.



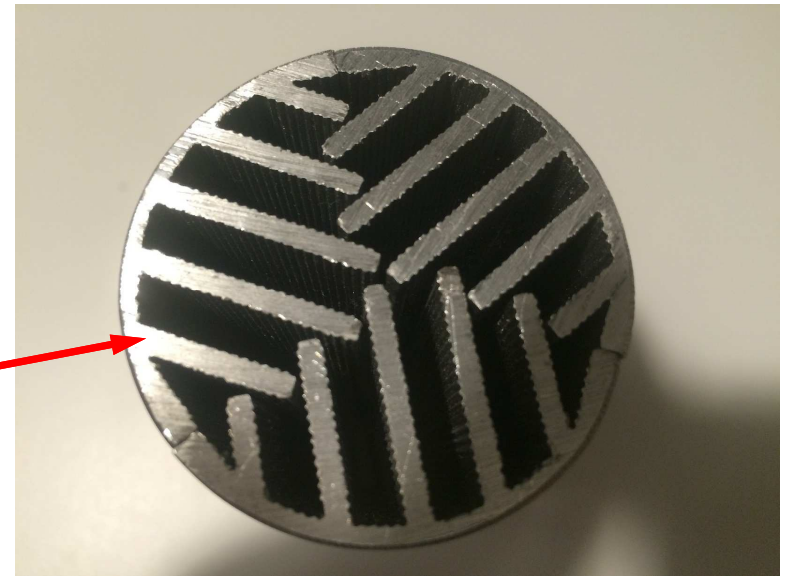
**Efficienza: ~ + 4 %**

**Brevetto Unical**

**Tube tipo *ESALU*:**



**Brevetto  
Unical**



**Terzo elemento che determina l'efficienza di una caldaia a vapore è la presenza o meno di uno, oppure due, economizzatori, o di un preriscaldatore aria (PRA).**

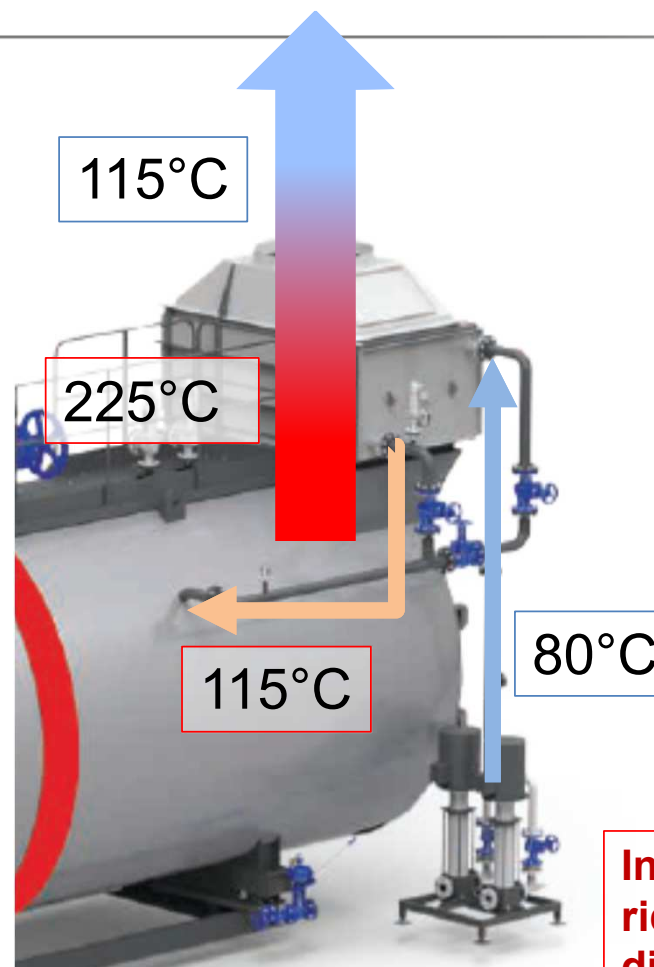
**Vediamo nel dettaglio le caratteristiche e le differenze tra i due sistemi:**

Gli economizzatori sono scambiatori di calore, progettati per trasferire l'energia termica ancora presente nei gas di scarico, all'acqua di alimentazione delle caldaie.

Maggiore è la temperatura dell'acqua di alimentazione in entrata alla caldaia, minore è l'energia necessaria per trasformare l'acqua in vapore (= meno combustibile)

**Perché sceglierli?**

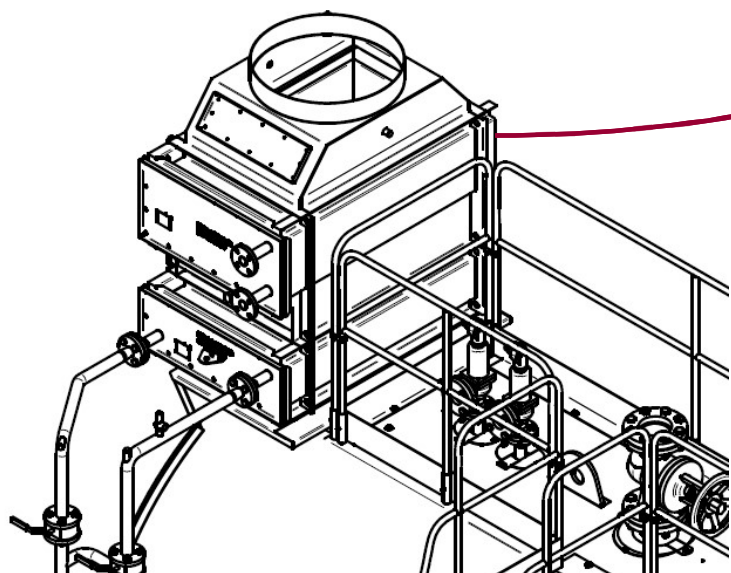
Possono aumentare l'efficienza della caldaia fino al 5% (o più), ed avere quindi la stessa percentuale di risparmio combustibile.



**Indicativamente,  
riducendo la  $T_{fumi}$   
di 20°C il rendimento  
aumenta di 1,0%**



Gli economizzatori possono essere impiegati in coppia per aumentare ulteriormente l'efficienza, in questo caso l'impiego tipico è l'impiego del secondo eco per preriscaldare un serbatoio di acqua tecnica o sanitaria, ma possono essere utilizzati anche per lo stesso processo produttivo, come vedremo nel prossimo esempio

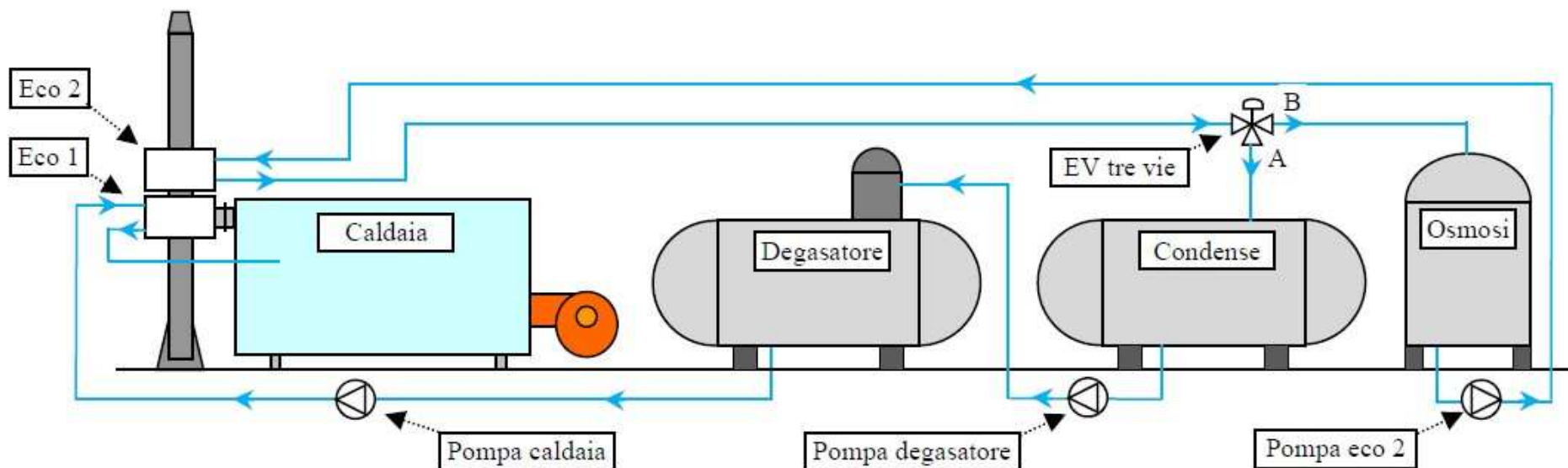


Esempio di economizzatore doppio, generatore TRYPASS. Progetto realizzato 2018

presso Centrale del latte d'Italia - Torino -



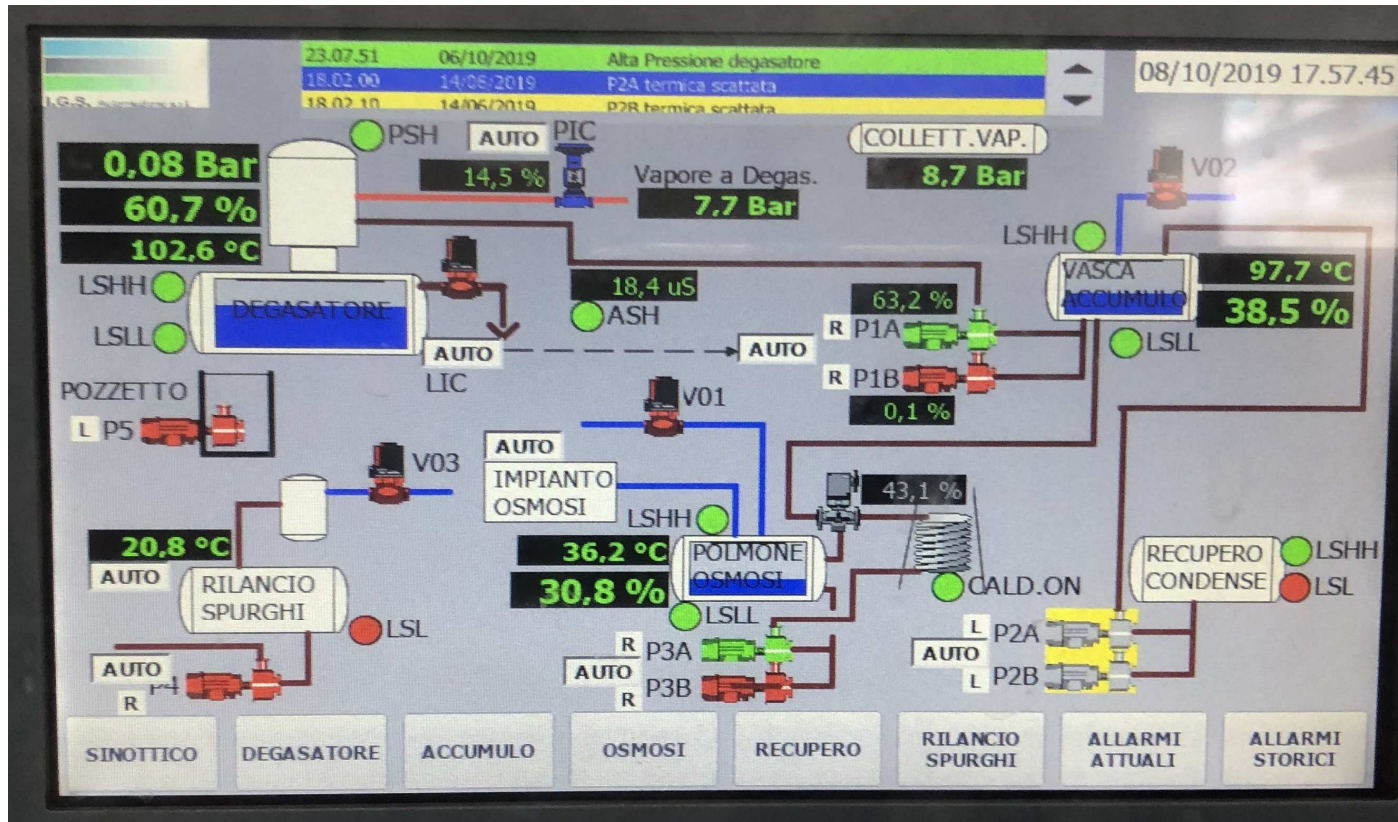




ESEMPIO logica di funzionamento eco di secondo stadio:

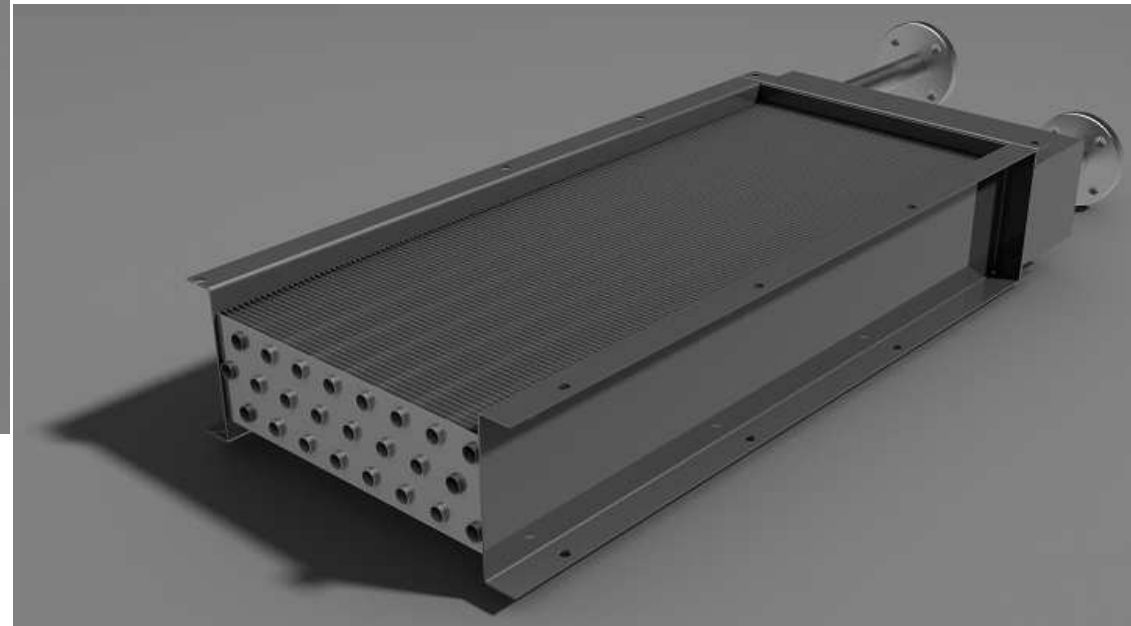
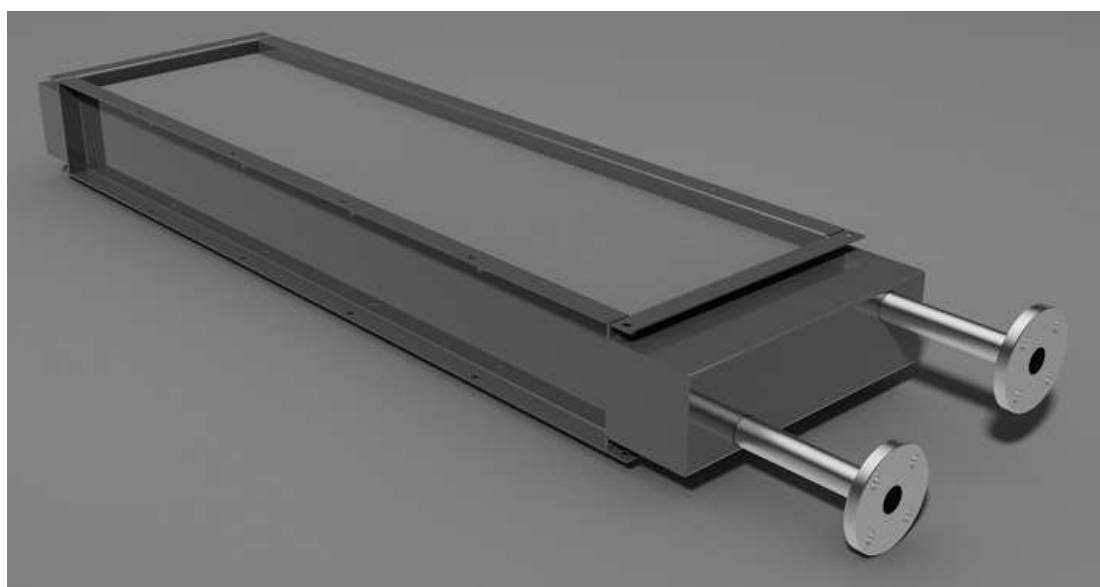
- se il serbatoio condense necessita di reintegro acqua: si attiva la pompa Eco 2, la valvola a tre vie si posiziona su "A" ed alimenta il serbatoio. Se durante questa fase il bruciatore è acceso, tramite l'eco 2 viene recuperato il calore latente dei fumi e l'acqua riscaldata viene mandata al serbatoio condense,
- se il livello del serbatoio condense arrivasse al livello di stop: invece di spegnere la pompa si agisce sulla valvola a tre vie posizionandola su "B», si ottiene un ricircolo di acqua su serbatoio osmosi recuperando calore dai fumi e riscaldando l'acqua osmotizzata,
- se con ricircolo acqua sul serbatoio osmosi si ha lo stop del bruciatore, la pompa si andrà a fermare dopo un tempo impostabile,
- se ritornasse richiesta di acqua da serbatoio condense: la valvola a tre vie si riposiziona su "A" e si ripristina il livello con o senza bruciatore in marcia.

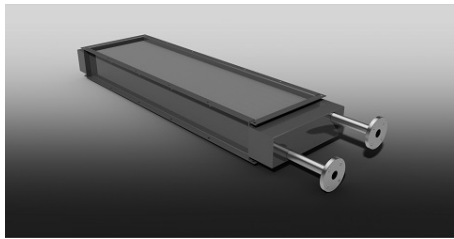
Un sistema di questo tipo può essere gestito tramite un PLC con interfaccia grafica, quale ad esempio:



In base al combustibile ed al generatore vi è la possibilità di scegliere tra diversi tipi di economizzatori.

Ad esempio: solo in abbinamento a generatori tipo "HP" economizzatori realizzati con scambiatori a pacco lamellare in inox ed alluminio per recuperi di rendimento sensibilmente superiori





**Economizzatore:**

**PRO:**

- Incremento efficienza (da caldaia standard tubi lisci): ~ 5%.
- Può essere installato in qualsiasi momento.

**CONTRO:**

- La resa migliore si ottiene con l'abbinamento di un sistema di modulazione dell'acqua di alimentazione.
- Possibilità di rotture.

**Tubi alto rendimento ESALU<sup>®</sup>**

**PRO:**

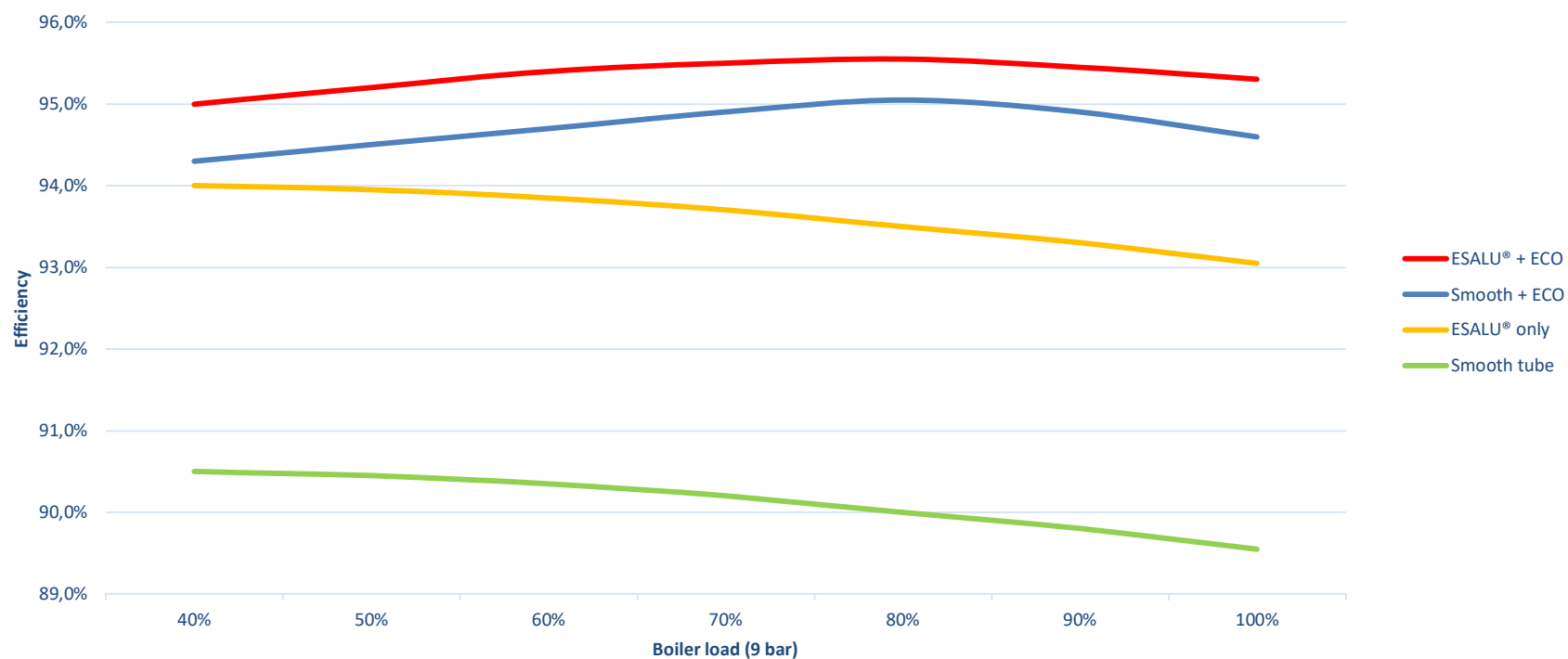
- Incremento efficienza (da caldaia standard tubi lisci): ~ 4%.
- Sistema solidale con il corpo caldaia: nessun rischio aggiuntivo di rotture.
- Non necessita di sistema modulazione acqua.
- Medesima durata della caldaia.
- Soluzione più economica del 40-60% rispetto ad eco interno (dipendentemente dalle dimensioni della caldaia e dal sistema di modulazione acqua utilizzato).

**CONTRO:**

- Installabile solamente durante la produzione del generatore.

In diverse applicazioni vi è inoltre la possibilità di combinare entrambe i sistemi visti finora, sullo stesso generatore.

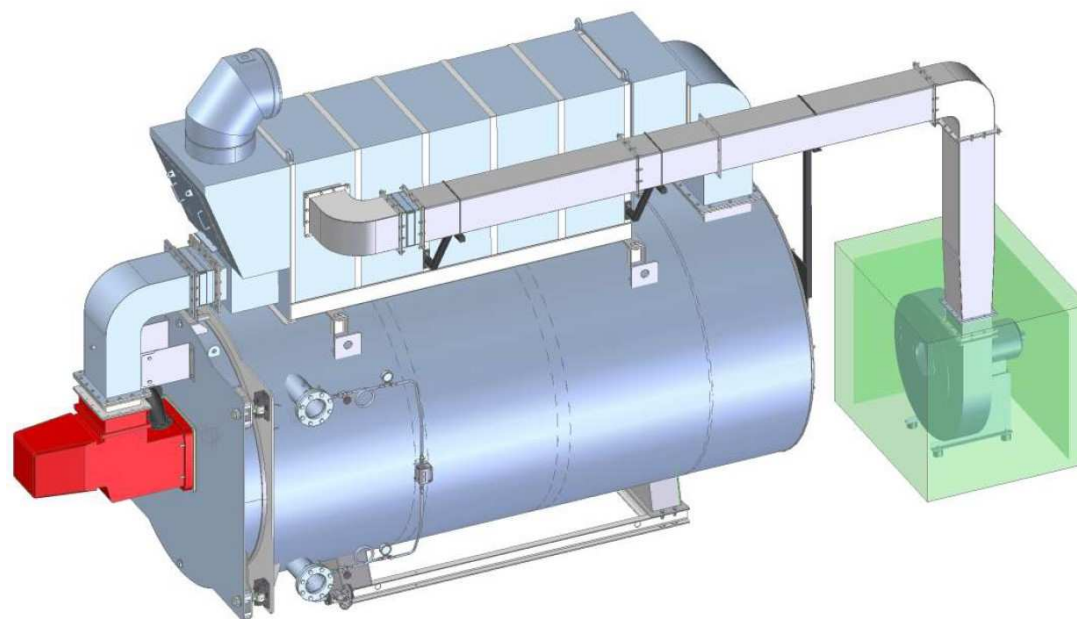
Vediamo un confronto relativo ai vari livelli di efficienza ottenibili....





**Il preriscaldatore dell'aria comburente è uno scambiatore di calore fumi/aria del tipo a flussi incrociati che viene inserito nel percorso fumi tra l'uscita caldaia ed il camino.**

**Questo è dimensionato sulla base della potenza termica erogata dal sistema di combustione e quindi della portata e della temperatura dei fumi.**



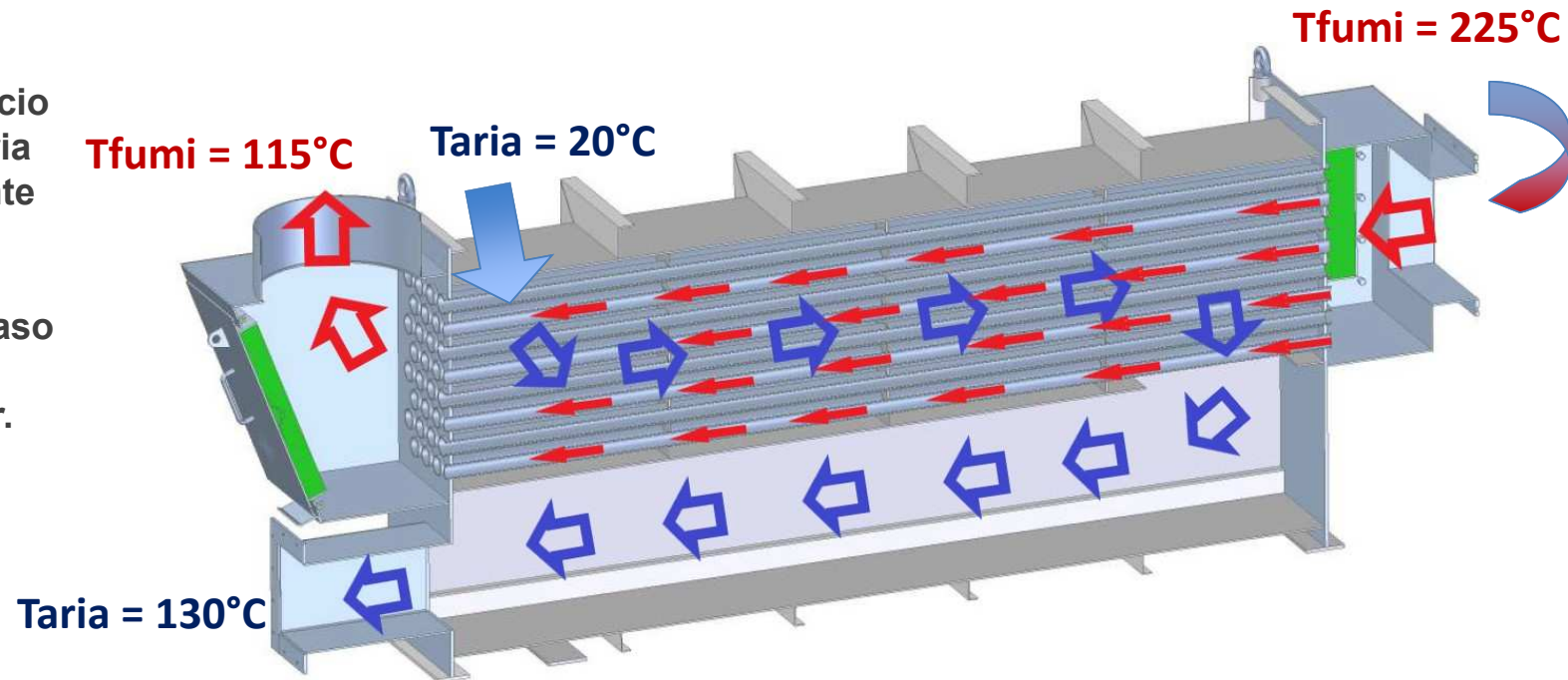
**Esempio preriscaldatore  
aria installato su  
riscaldatore di olio  
diatermico**

Lo scopo del preriscaldatore dell'aria comburente è incrementare la temperatura dell'aria destinata al bruciatore.

In questo modo si riesce ottenere un aumento del rendimento, in quanto col diminuire della temperatura dei fumi in uscita caldaia, si recupera calore che, ceduto all'aria, viene risparmiato nel processo di combustione. Un limite rispetto ad altre soluzioni è legato, nel caso di impiego di gas naturale, alla formazione di Nox, il cui valore dipende (anche) dalla temperatura di combustione (questa sale con l'aumento del preriscaldamento dell'aria).

Esempio preriscaldatore aria sezionato, i fumi entrando nel fascio tubiero scambiano calore con l'aria che viene soffiata in controcorrente nel corpo del preriscaldatore, cedendo energia. Le temperature indicate sono quelle tipiche del caso di un generatore di vapore con pressione di esercizio pari a 9 bar.

**Un aumento di  $T_{aria}$  di  $20^{\circ}\text{C}$  porta ad un aumento del rendimento di circa 1,0 %**



**Quarto elemento che determina l'efficienza di una caldaia a vapore è la serie di dispositivi che ottimizzano il funzionamento del bruciatori, quali:**

- sonda per la misurazione dell'ossigeno residuo nei fumi di combustione,**
- camma elettronica,**
- inverter su motore ventilatore.**

**Vediamo in dettaglio il funzionamento e gli effetti di questi sistemi.**



**Premessa:**

**per un bruciatore tradizionale è possibile ottenere una combustione completa solamente tarando il bruciatore stesso per lavorare con un eccesso d'aria del 15÷20%, quindi più alto rispetto al necessario.**

**Questo per compensare i seguenti fattori variabili:**

- temperatura, pressione ed umidità dell'aria di combustione,**
- temperatura, pressione, densità e potere calorifico del combustibile.**

**L'eccesso d'aria è causa di consumi più elevati in quanto si rende necessario scaldare una quantità di aria maggiore che non “partecipa” alla combustione e tramite i fumi disperde energia, questa energia viene quindi sprecata.**

**Per ottimizzare la combustione e quindi i consumi, è necessario adottare uno o una serie di dispositivi che permettano di avvicinarsi il più possibile alla combustione stechiometrica attraverso il controllo della portata dell'aria al bruciatore.**

**Questo è il primo obiettivo dei dispositivi che andiamo a vedere.**

## Sonda per la misurazione dell'Ossigeno residuo nei fumi di combustione – funzionamento

Come noto nei fumi è presente acqua allo stato di vapore che proviene dalla combustione dell'idrogeno, dall'eventuale acqua presente nel combustibile e dall'umidità presente nell'aria comburente.

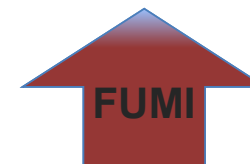
Con un sensore di misura ad ossido di zirconio ( $ZrO_2$ ) i fumi che passano all'interno della cella generano una f.e.m. (mV) inversamente proporzionale alla quantità di ossigeno presente negli stessi.

Questo in quanto il sensore è esposto da un lato ai fumi, mentre dall'altro è in contatto con l'aria ambiente di riferimento (contenuto di ossigeno noto e costante).

La differenza di pressione di ossigeno tra i due lati crea un movimento di ioni attraverso l'ossido di zirconio creando una tensione proporzionale al tenore di  $O_2$ .

Sulla base del valore letto viene poi eseguita una regolazione (attiva) del bruciatore al fine di mantenere l'eccesso d'aria su valori il più vicini possibile allo stechiometrico.

Sensore di misura ad  
ossido di zirconio





## Camma elettronica

Negli ultimi anni si è progressivamente assistito, per quanto riguarda la regolazione della combustione nei bruciatori, alla sostituzione delle camme meccaniche con camme elettroniche, queste ultime permettono di realizzare un profilo di moto attraverso un modulo matematico univoco il quale mette in correlazione la posizione di un servomotore (master) con la posizione di uno di riferimento (slave).

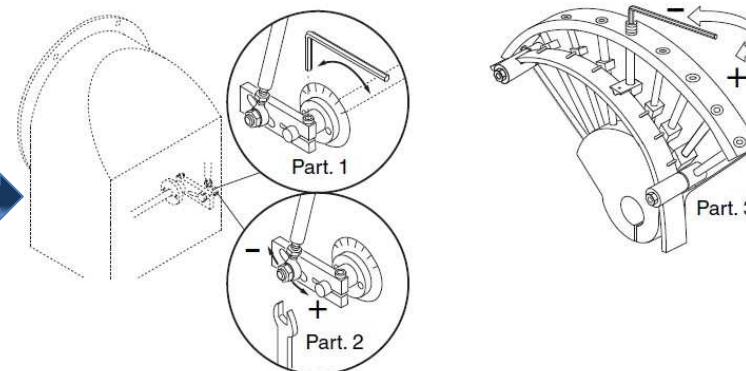
Nei bruciatori la camma elettronica serve per azionare i vari elementi che contribuiscono alla corretta miscelazione di combustibile ed aria comburente con un grado di precisione nella regolazione molto più elevato rispetto a quanto raggiungibile con l'impiego delle camme meccaniche.



Esempio

Camma elettronica

Camma meccanica



## Inverter ventilatore

Come noto, il ventilatore di un bruciatore in configurazione standard assorbe sempre, con variazioni trascurabili, la stessa potenza elettrica al variare della potenza di funzionamento del bruciatore.

La portata d'aria viene regolata esclusivamente dalle serrande di regolazione aria che, alla richiesta di diminuzione della potenza vanno a chiudere, limitando la sezione d'ingresso dell'aria e quindi inducendo una perdita di carico maggiore che, di fatto, non fa altro che dissipare in tal modo parte della potenza elettrica fornita dal motore del ventilatore.

Inoltre, in tale configurazione il ventilatore gira sempre al numero massimo di giri, generando quindi il massimo del rumore ad ogni potenza di funzionamento.

E' possibile superare questi limiti integrando all'interno del quadro comandi un inverter, che varia i giri del ventilatore al variare della potenza del bruciatore.

L'inverter cioè regola la portata d'aria in funzione delle reali esigenze, per una migliore gestione dell'energia.

Le serrande dell'aria rimangono sul bruciatore e svolgono una funzione di regolazione fine della portata d'aria e di regolazione della pressione dinamica dell'aria nella testa di combustione, soprattutto durante i transitori.

L'adozione del convertitore di frequenza consente dei sostanziali risparmi sull'energia elettrica spesa per alimentare il ventilatore, con punte del 70% alla potenza minima del bruciatore ed una riduzione ponderata media annua dell'ordine del 30-40%.



**Quinto elemento che determina l'efficienza di una caldaia a vapore è la presenza di un inverter dedicato per la/e pompa/e di alimentazione acqua del generatore, nel caso in cui questo sia equipaggiato di economizzatore.**

Al fine di massimizzare il rendimento di quest'ultimo infatti, è opportuno modulare la portata d'acqua in maniera quanto più possibile "vicina" alla produzione di vapore istantanea del generatore, in modo che l'economizzatore sia attraversato per il maggior tempo possibile dall'acqua di alimento.

Analogamente al caso bruciatore, anche la portata acqua può essere regolata con una valvola modulante che vada ad innescare una perdita di carico nel circuito, con questo sistema si va quindi a dissipare parte della potenza elettrica fornita dal motore della pompa.

L'impiego di un inverter ha invece la funzione di variare i giri del motore pompa al variare della portata richiesta, quindi di regolare la portata in funzione delle reali esigenze per ridurre considerevolmente l'assorbimento elettrico del motore stesso.



**Unical è inoltre in grado di supportare il cliente per quanto riguarda l'aspetto tecnico relativo all'ottenimento dei certificati, oltre che con le strategie di efficientamento viste finora, anche con la fornitura di apparecchiature necessarie alle misurazioni dei consumi, quali ad esempio misuratori portata gas, misuratori portata vapore, ecc.  
Sia per le caldaie già in possesso al cliente, sia per le nuove installazioni.**

**A tal proposito accenniamo brevemente ad un caso di esempio di collaborazione con Whitenergy, relativo al monitoraggio di una centrale termica che il cliente intende convertire da vapore indiretto (olio diatermico + scambiatore olio-vapore) a vapore diretto:**





Il cliente è una tintoria industriale che utilizza vapore per il proprio processo produttivo.



Attualmente sono installate due caldaie ad **olio diatermico** ICI Caldaie da 3,5 MW l'una.

**Unical**

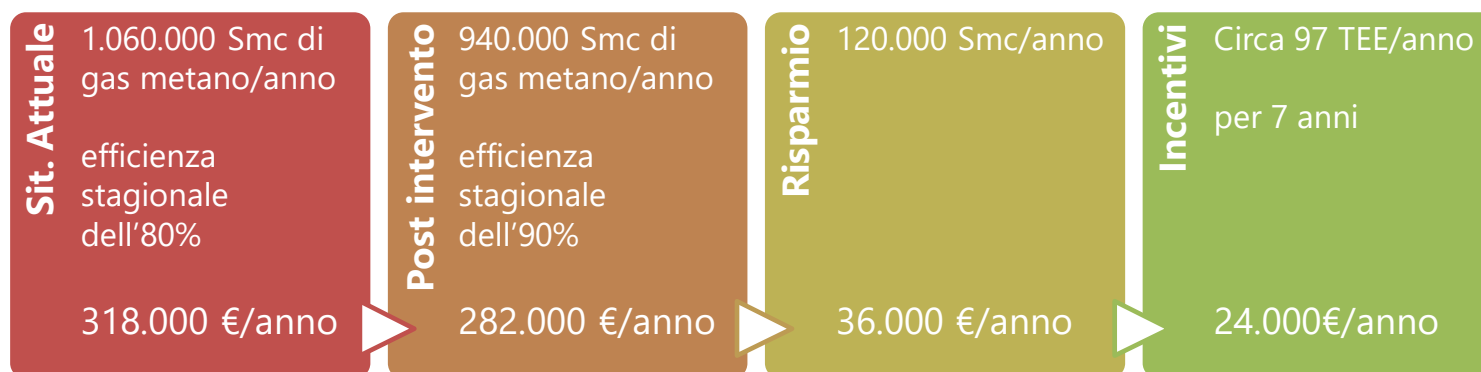
Si vuole valutare la loro sostituzione con una caldaia UNICAL a **vapore diretto**.

L'intervento genererebbe un'importante risparmio energetico che, se misurato, permette di ottenere **Titoli di Efficienza Energetica per 7 anni**.





Una caldaia a vapore ha un'efficienza molto maggiore rispetto ad una caldaia ad olio diatermico. Tale efficienza comporta un risparmio di gas e un risparmio economico direttamente in bolletta.



Il risparmio di combustibili fossili è inoltre incentivabile attraverso i Certificati Bianchi, che nel caso in oggetto verrebbero erogati per 7 anni.

Il gas è valorizzato 0,30 €/Smc – i certificati Bianchi 250 €/TEE

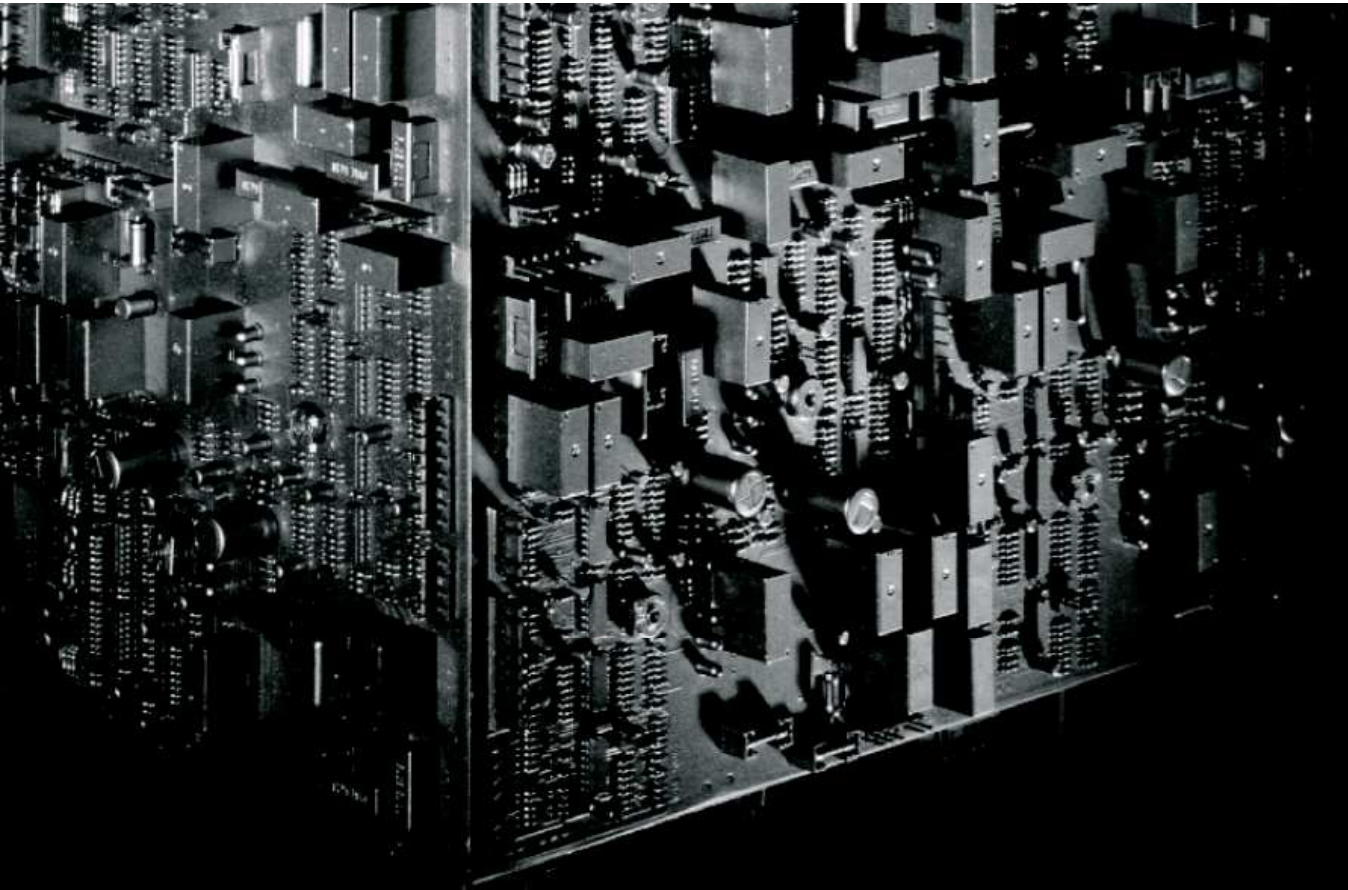


Una caldaia ad olio diatermico ha un alto consumo elettrico, dovuto al funzionamento delle pompe per la movimentazione dell'olio. Nel caso di una caldaia a vapore tali ausiliari non sono necessari.



Anche il risparmio di energia elettrica è incentivabile attraverso i Certificati Bianchi, erogati anche in questo caso per 7 anni.

L'energia elettrica è valorizzata 140 €/MWh – i certificati Bianchi 250 €/TEE



**Unical<sup>®</sup>**  
BE ON FIRE

