

Centauro

La nuova realtà per il recupero energetico avanzato nei forni da vetro



Lo stato dell'arte dei forni a combustibile / aria

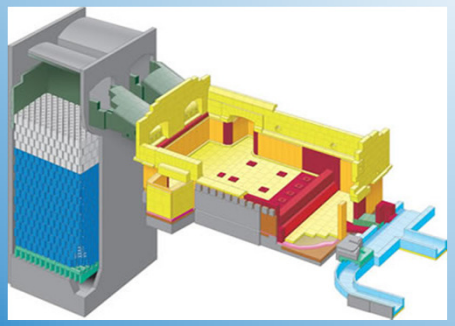
Forni *Rigenerativi (End Port)*

Forni in cui fumi ed aria passano alternativamente nello stesso percorso cedendo e acquisendo calore dai refrattari con cui entrano in contatto

Vantaggi:
- Consumi ridotti

Limiti:
- Necessità di ingenti scavi
- Discontinuità di funzionamento

Recupero di calore:
- Aria comburente: 1100 – 1300 °C
- Recupero calore fumi: ≈ 65%



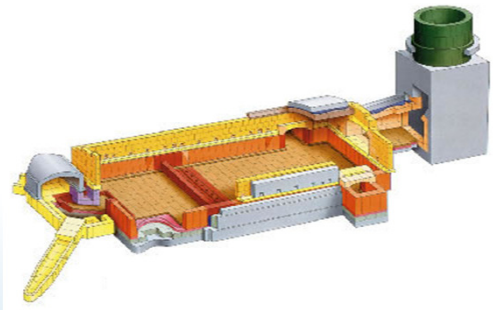
Forni *Recuperativi (Unit Melter)*

Forni in cui fumi ed aria passano in modo continuo in percorsi separati cedendo e acquisendo calore direttamente attraverso i materiali che li separano.

Vantaggi:
- Investimenti iniziali inferiori
- Continuità di funzionamento

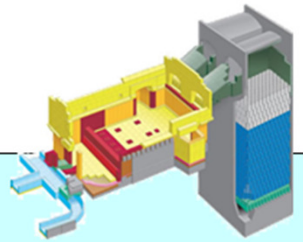
Limiti:
- Consumi elevati (la temperatura di recupero dell'aria risente dei limiti tecnologici dei metalli)

Recupero di calore:
- Aria comburente 500 – 800 °C
- Recupero calore fumi: ≈ 40%

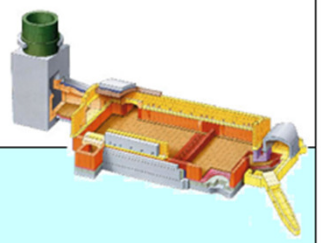


Bilancio termico dei sistemi rigenerativi e recuperativi

Furnace	Regenerative			
Input heat	*kcal/kg*	*MJ/ton*	*Gcal/h*	*%*
Fuel	990	4143,70	9,48	94
Electrical power	54	225,43	0,52	5
Air	10	40,49	0,09	1
Total input heat	***1053***	***4409,61***	***10,09***	***100***
Output heat	*kcal/kg*	*GJ/ton*	*Gcal/h*	*%*
Glass	447	1872,95	4,29	42
Chemical reactions	105	437,97	1,00	10
H2O evaporation	21	86,02	0,20	2
Waste gas and air leak	314	1313,59	3,01	30
Holes and waste gas leak	10	43,76	0,10	1
Thermal loss	157	655,31	1,50	15
Total output heat	***1053***	***4409,61***	***10,09***	***100***
Furnace data				
Pull [t/day]	**230**			
Pull [kg/h]	9583			
Fuel [Sm3/h]	**1157**			
Electrical power [kW]	**600**			
H2O %	3,0			
Cullet %	**30**			
Specific consumption [kcal/kg]	***1043 ± 3%***			
Cost [k€/Year]	***3565 ± 3%***			

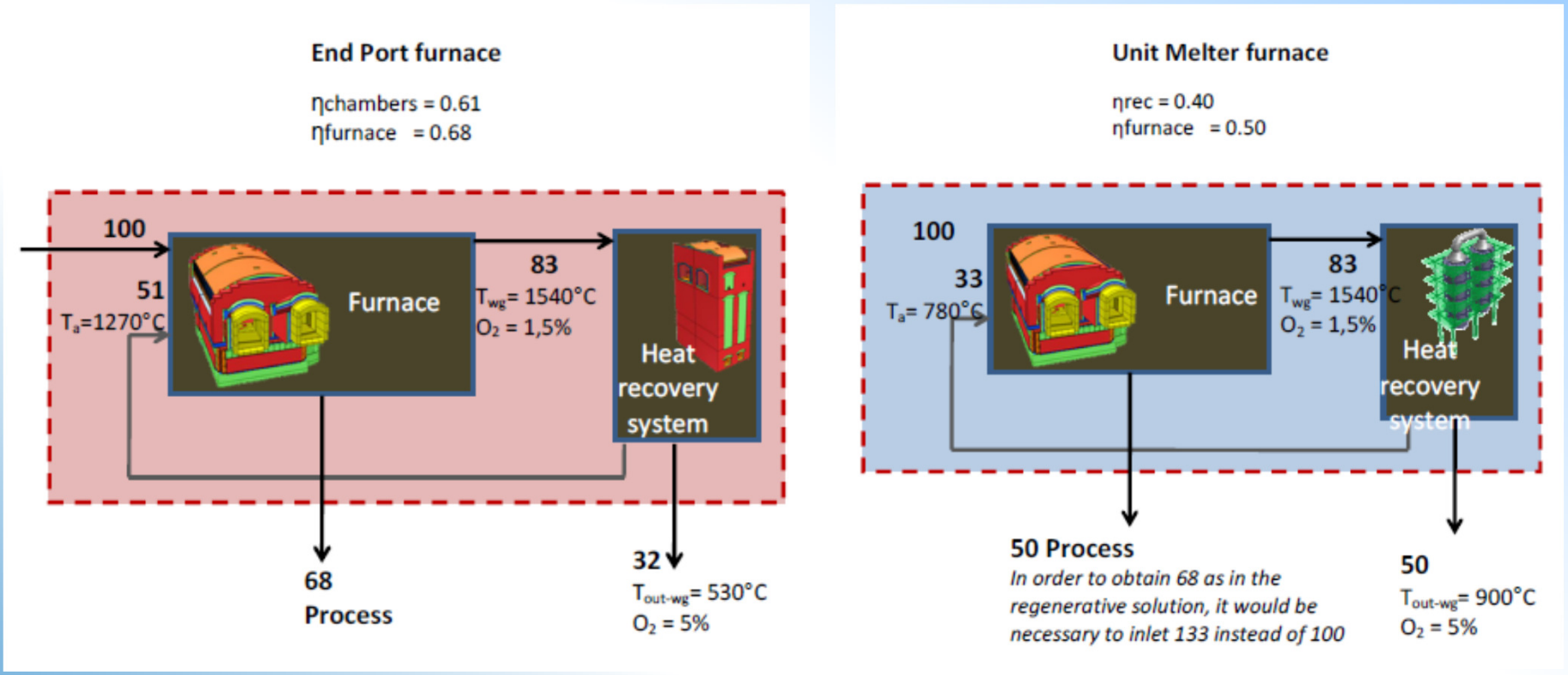


Furnace	Recuperative			
Input heat	*kcal/kg*	*MJ/ton*	*Gcal/h*	*%*
Fuel	1357	5682,85	13,01	95
Electrical power	54	225,43	0,52	4
Air	12	52,08	0,12	1
Total input heat	***1424***	***5960,35***	***13,64***	***100***
Output heat	*kcal/kg*	*GJ/ton*	*Gcal/h*	*%*
Glass	447	1872,95	4,29	31
Chemical reactions	105	437,97	1,00	7
H2O evaporation	21	86,02	0,20	1
Waste gas and air leak	649	2715,42	6,22	46
Holes and waste gas leak	6	26,67	0,06	0
Thermal loss	196	821,32	1,88	14
Total output heat	***1424***	***5960,35***	***13,64***	***100***
Furnace data				
Pull [t/day]	**230**			
Pull [kg/h]	9583			
Fuel [Sm3/h]	**1586**			
Electrical power [kW]	**600**			
H2O %	3,0			
Cullet %	**30**			
Specific consumption [kcal/kg]	***1411 ± 3%***			
Cost [k€/Year]	***4695 ± 3%***			



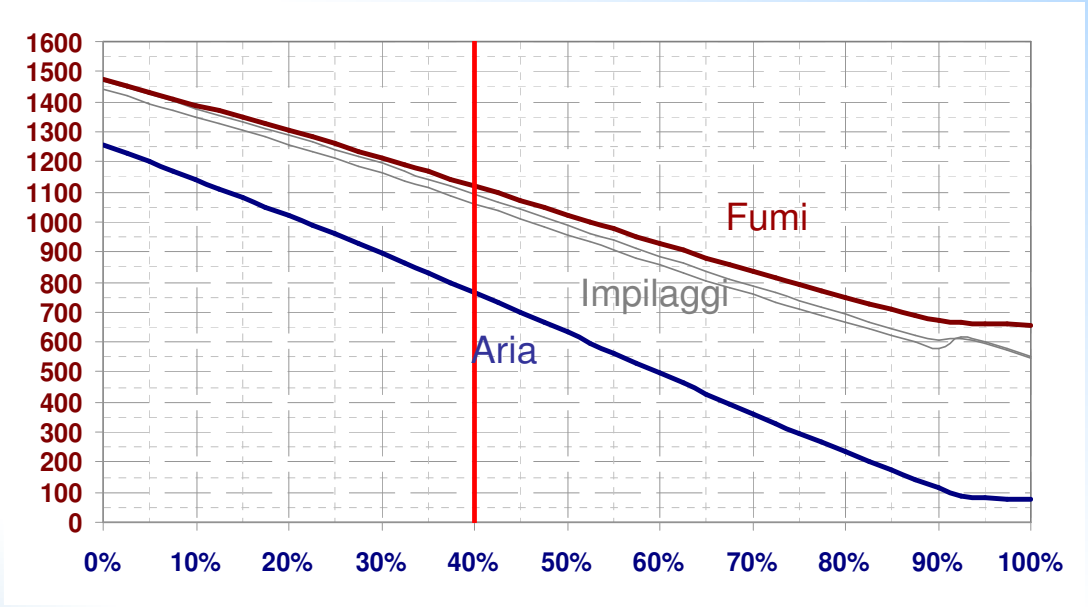
Per produrre lo stesso tipo di vetro, a parità di cavato, un forno rigenerativo ha un consumo intorno al 30 – 35% superiore rispetto a un recuperativo.

Profili energetici dei sistemi rigenerativi e recuperativi



Le prestazioni dei forni Unit Melter (recuperativi) sono fortemente penalizzate dalle alte temperature di uscita dei fumi, circa 400 °C superiori a quelle dei forni rigenerativi (End Port), e dalle temperature dell'aria comburente, circa 500 °C inferiori.

L'idea di Centauro

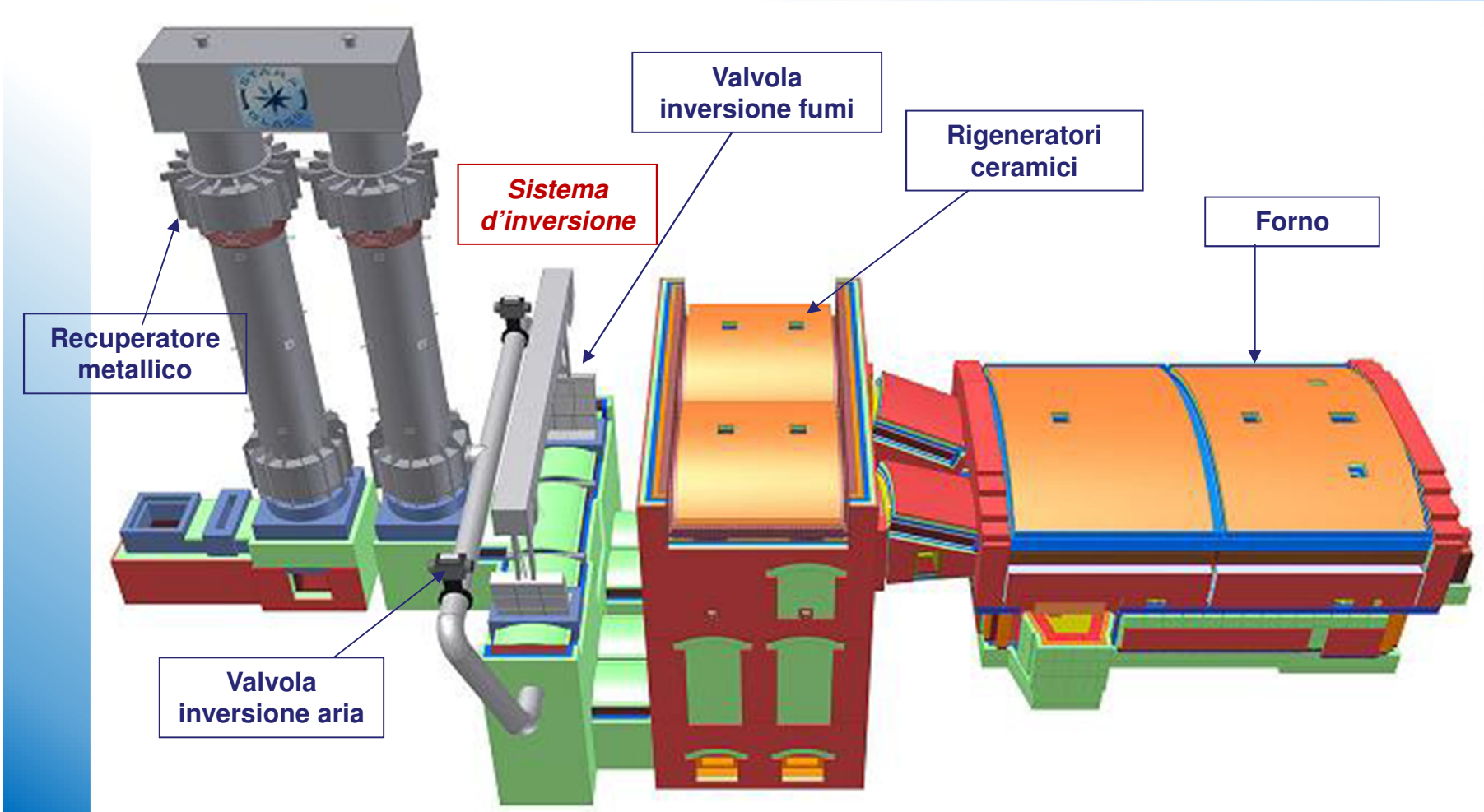


Tipici profili termici sull'altezza di una camera di rigenerazione

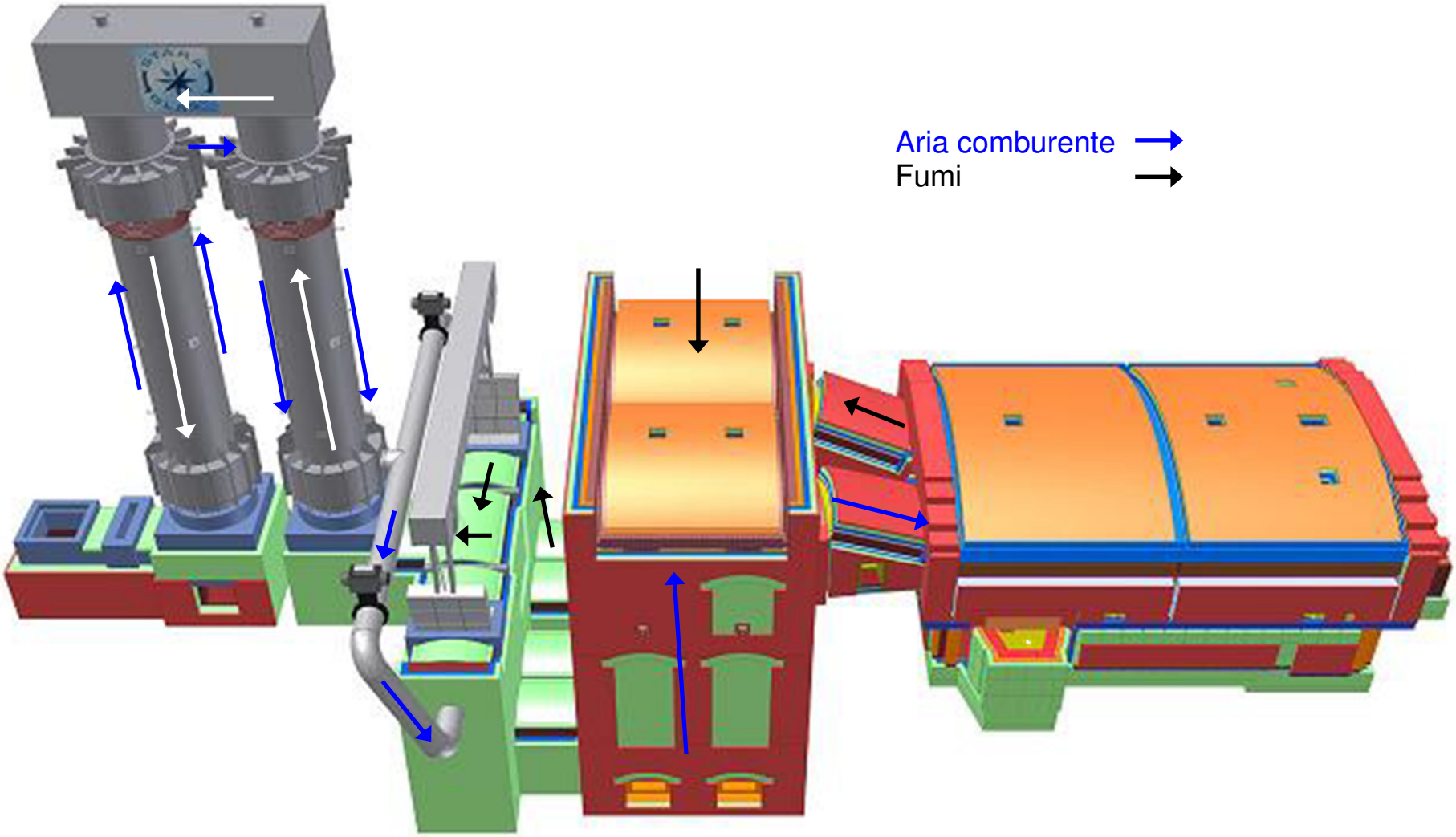
Analizzando l'andamento della **temperatura dell'aria e dei gas esausti in una camera di rigenerazione**, si può vedere come, per gran parte dell'altezza **(circa il 60%), si operi ad una temperatura dell'aria preriscaldata inferiore agli 800 °C**.

È quindi possibile ipotizzare che **una parte anche preponderante del sistema di scambio possa essere sostituita da uno scambiatore di tipo metallico, più semplice, meno costoso e, in particolare, più flessibile**.

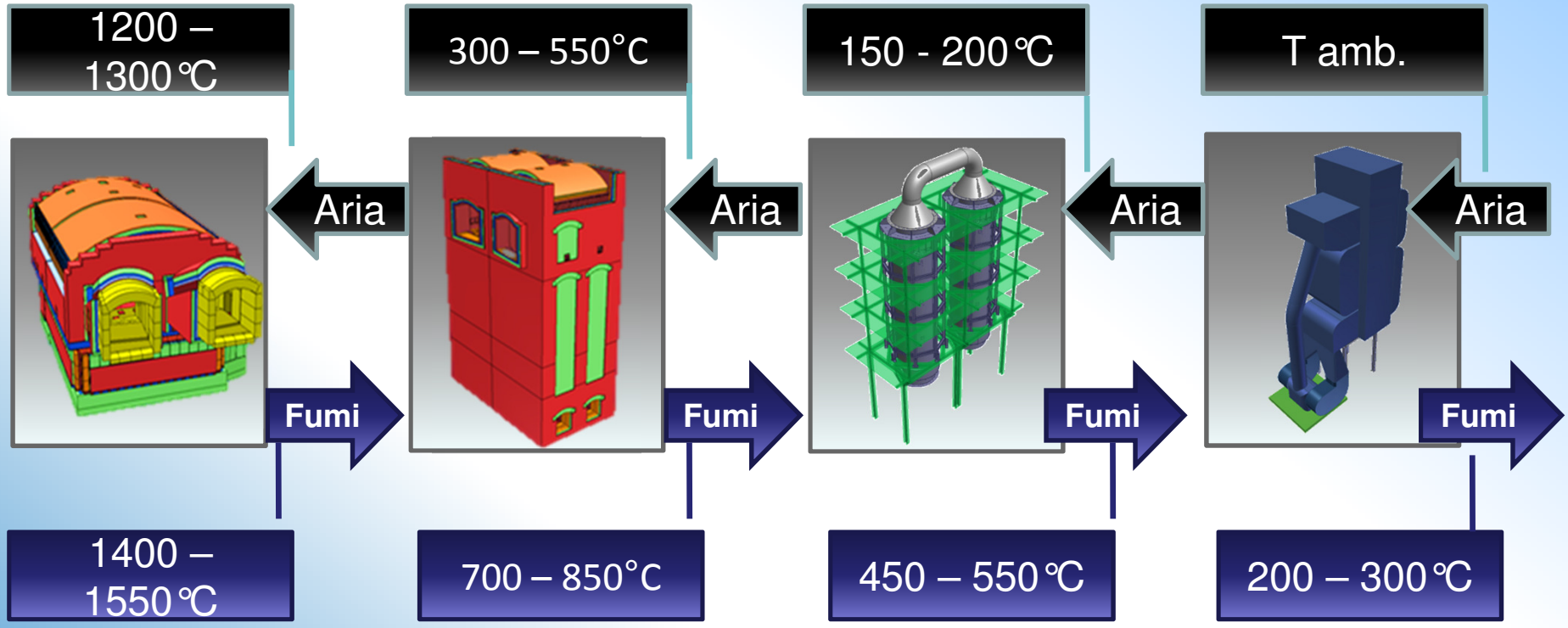
Elementi di Centauro



Flussi di aria e fumi in Centauro



Tipici profili termici di Centauro



Per ottimizzare lo scambio termico nelle zone a più bassa temperatura, è conveniente sottoporre, agli scambiatori radiativi, uno **scambiatore di tipo convettivo**, componente che garantisce un'alta efficienza alle basse temperature e una notevole duttilità progettuale, le cui fisiologiche fermate periodiche per manutenzione e pulizia, grazie ad un opportuno sistema di bypass, non compromettono il funzionamento dell'impianto, limitandosi ad abbassarne l'efficienza di pochi punti percentuali per, comunemente, pochi giorni all'anno.

Aria calda addizionale del sistema Centauro



Centauro offre un'importante opportunità per incrementare l'efficienza complessiva dello stabilimento in cui è installato.

Sovradimensionando il sistema di recupero metallico per consentire l'evoluzione di una portata d'aria superiore a quella necessaria per la combustione, e spillando l'eccesso prima dell'ingresso nella parte refrattaria, è possibile estrarre un'elevata quota dell'energia termica contenuta nei gas di scarico, riducendone la temperatura ai più bassi livelli desiderabili (tipicamente intorno ai 200°C per evitare la condensazione acida, contro i 450-550°C dei tipici forni rigenerativi o gli 800°C dei recuperativi). In questo modo, **l'energia viene recuperata sotto forma di aria calda pulita**, agevolmente estraibile all'uscita di ogni stadio di recupero metallico, che può essere utilizzata sia nel processo che nei servizi.

Nel cerchio rosso dell'immagine a fianco, il tubo di estrazione dell'eccesso d'aria all'uscita dello stadio più caldo di un sistema di recupero di tipo Centauro, fotografato durante la costruzione dell'impianto.

Centauro: l'innovazione

Centauro è un innovativo **sistema ibrido rigenerativo / recuperativo per il recupero del calore brevettato da Stara Glass**.

Centauro è un sistema di **nuova concezione**, che **utilizza tecnologie consolidate e ampiamente testate sul campo**:

- I **Recuperatori metallici** lavorano in condizioni meno severe rispetto a quelle di un tradizionale *Unit Melter.*

- I **Rigeneratori** nella parte a più alta temperatura funzionano esattamente come la parte superiore di quelli di un End Port, mentre la mancanza della parte inferiore consente la riduzione o l'eliminazione della condensa dei solfati (dipende dall'altezza delle camere) e dei noti problemi correlati.

- Le **valvole d'inversione** per alte temperature garantiscono la più alta **affidabilità nel tempo** accoppiata con alte prestazioni di tenuta a scapito delle infiltrazioni di aria nei fumi.

Centauro: gli aspetti chiave

Centauro offre **almeno** le prestazioni di un End Port correttamente dimensionato, con alcuni **vantaggi** addizionali:

- Flessibilità nel lay-out
- Riduzione della profondità dei rigeneratori
- Migliori condizioni di funzionamento dei rigeneratori (maggiore omogeneità termica / condensazione ridotta)
- Riduzione dei tempi di lavaggio durante l'inversione
- Disponibilità di un importante flusso di aria calda addizionale (energia termica gratuita)
- Flessibilità nella temperatura *di taglio* fra sistema rigenerativo e recuperativo

Centauro è un forno di nuova concezione con alte prestazioni termiche unite a vantaggi geometrici che offrono **un'importante opportunità per costruire / convertire / potenziare** un forno, minimizzando l'impatto e il costo dei relativi lavori.

Conversione di forni Unit Melter

I principali problemi che sorgono durante una **conversione da Unit Melter a End Port** sono tipicamente:

- Mancanza di spazi per la realizzazione
- Tempi di costruzione
- Investimenti necessari per le opere civili
- Investimenti per il forno
- Presenza di acqua nel terreno

Con **Centauro** è possibile:

- Ridurre l'altezza dei rigeneratori e quindi gli scavi
- Modulare l'altezza dei rigeneratori in base alle contingenze
- Definire la migliore posizione dei recuperatori in base al layout dell'impianto

Ottimizzazione di forni End Port

Ampliamento di forni End Port: per accrescere la produttività, è spesso precluso da vincoli di layout che richiederebbero enormi opere civili. Spesso si preferisce quindi aumentare il cavato utilizzando potenza elettrica e perciò aumentando I costi di gestione.
La flessibilità di Centauro spesso permette di trovare una **soluzione vincente**.

Forni End Port con camere a doppio passo: Centauro permette l'**eliminazione della seconda camera** e di tutti i ben noti problemi correlati.

Forni End Port con impilaggi sottodimensionati in altezza: Centauro permette di potenziare il sistema di recupero **riducendo significativamente I costi per le opere civili**.

Forni End Port con impilaggi sottodimensionati in sezione: in caso si debba aumentare la produzione senza modificare la sezione delle camere. Centauro permette di modificare la sezione degli impilaggi **riducendo la velocità dei fumi nelle camere** e **spostare una parte dello scambio termico sul sistema metallico**.

Applicazioni reali 1

Conversione di End Port con camere a doppio passo

L'impianto Bormioli Luigi di Abbiategrasso (Milano – Italia) rappresenta un esempio dei vantaggi che il sistema Centauro può offrire.
L'impianto, che produce articoli per profumeria, è **stato progettato e realizzato da Stara Glass in un fabbricato industriale che ospitava precedentemente un forno End Port con camere di rigenerazione a doppio passo**, totalmente da ricostruire.
Per il cavato richiesto dall'azienda, l**a fossa destinata ad accogliere i rigeneratori non era abbastanza profonda (-3000 mm) per consentire a scambiatori ceramici a camera singola di preriscaldare l'aria al livello desiderato e la ricostruzione tal quale era estremamente onerosa e tecnicamente non soddisfacente**.

Nell'impossibilità di effettuare ulteriori scavi, mentre l'azienda era già rassegnata agli oneri economici e alle difficoltà tecniche derivanti dall'installazione di un forno a camere multiple, i tecnici Stara Glass hanno proposto di risolvere il problema con un Centauro. Il sistema è stato progettato e ottimizzato utilizzando tutta l'altezza a disposizione per le camere ed eliminando il secondo passo, sostituendolo con un sistema di recupero metallico specificamente dimensionato.
Al forte risparmio negli investimenti per la ricostruzione si è unito quello energetico, dovuto all'alta efficienza del sistema di recupero.



Applicazioni reali 2

Conversione di Unit Melter

Il **forno di O-I S. Polo** (Treviso – Italia) rappresenta la seconda applicazione dei vantaggi offerti dal sistema Centauro.

L'impianto produce vetro colorato per contenitori, il sistema è stato costruito da Stara Glass come rifacimento completo di un forno Unit Melter esistente.
La conformazione geologica della zona rendeva impossibile la conversione del forno Unit Melter ad End Port e il Cliente era già rassegnato a mantenere gli elevati costi di gestione derivanti dall'utilizzo di un forno recuperativo.
I tecnici Stara Glass hanno proposto di risolvere il problema con l'installazione di un forno di tipo Centauro, con l'obiettivo di minimizzare l'ingenza degli scavi. Le scelte progettuali hanno permesso di **contenere lo scavo a solo -1.5 m sotto il piano macchine**.
Il forno è entrato in produzione nel Maggio 2011 e il risparmio energetico derivante dalla soluzione adottata è risultato, a parità di cavato e qualità, decisamente rilevante.
I tecnici O-I, su suggerimento degli ingegneri Stara Glass, hanno deciso di usare **l'eccesso d'aria per il riscaldamento invernale degli ambienti e, successivamente, anche per il processo produttivo**.



Informazioni e contatti:

Stara Glass S.p.A.
P.zza Rossetti, 3 A/1 - 16129 Genova - ITALIA
Tel. +39.010.57639.1 - Fax +39.010.564763

www.staraglass.com
staraglass@hydragroup.it

