

# Nuove maniche troncoconiche CHEMEX per la riduzione del volume di alimentazione

a cura di: M. Pesci, L. Colombo

Gli attuali scenari mondiali, che hanno causato aumenti di costo delle materie prime, spingono la fonderia moderna alla sempre più attenta riduzione di metallo colato e la conseguente ottimizzazione dei sistemi di alimentazione. Non solo, l'importante aspetto ambientale legato al consumo di energia sarà il motore della ricerca tecnica dei prossimi anni, portando sempre di più la fonderia alla ricerca di soluzioni audaci, al fine di minimizzare il consumo di risorse, passando anche attraverso l'aumento spinto delle rese placca.

Con l'obiettivo di aiutare le fonderie in questo compito, CHEMEX ha messo a punto innovativi sistemi di alimentazione in grado di sostituire le classiche tecnologie di maniche troncoconiche. Questa nuova tecnologia di maniche troncoconiche T-type è ora diventata attuale; poiché il nuovo design, combinato alle ricette esotermiche esenti fluoro di CHEMEX, permette di ridurre il metallo di alimentazione a parità di modulo termico, garantendo comunque tutti i vantaggi di assenza di degenerazione grafitica, massima resistenza meccanica in formatura e precisione dimensionale. In questo studio si vuole mettere in evidenza come le maniche esotermiche troncoconiche di nuova concezione permettano di ridurre fortemente il volume di alimentazione, pur mantenendo la stessa richiesta di modulo termico necessaria al progettista dell'ufficio tecnico per garantire la sanità delle fusioni.

Con questo lavoro è stato possibile verificare la massimizzazione dell'efficienza di alimentazione attraverso la valutazione dei risultati in applicazioni reali in alcune fonderie, dove è stata osservata un'ottimizzazione del sistema di alimentazione fino ad una riduzione del 60% di metallo della materozza, con il conseguente risparmio energetico nonché di costi dell'intero progetto.

## INTRODUZIONE

Molto spesso la redditività di una fonderia dipende dall'aver una buona resa placca e scarti ridotti. Per raggiungere questo obiettivo, è necessario utilizzare un buon programma di progettazione e simulazione, in grado di calcolare valori di modulo termico precisi, per progettare correttamente il sistema di alimentazione. Infatti, l'utilizzo della sola esperienza passata spesso porta alla definizione di alimentatori molto più grandi del necessario; questo sovradimensionamento abbatte drasticamente la resa placca aumentando i costi di fusione e rilavorazione associati [1].

L'aspetto di massimizzare le rese placca è sempre stato un aspetto importante in fonderia, ma visti gli attuali scenari globali con le conseguenti ripercussioni su costi energetici e materie prime, il tema è diventato ancor più

**Matteo Pesci, Luca Colombo**

HA Italia S.p.A.

matteo.pesci@ha-italia.com

luca.colombo@ha-italia.com

centrale e non più trascurabile.

Nei prossimi paragrafi si tratteranno brevemente gli aspetti energetici e di materie prime del contesto attuale che spingono le fonderie moderne alla ricerca di soluzioni di ottimizzazione sempre più estrema.

**La scelta degli alimentatori per getti**

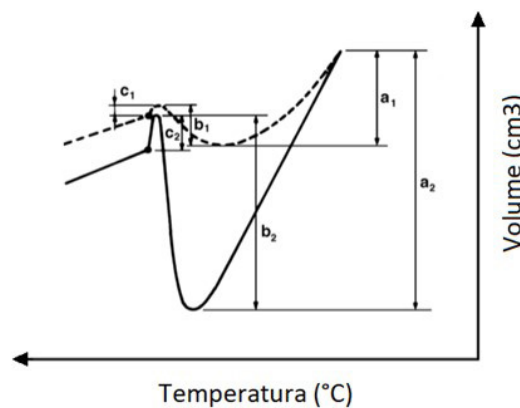
Durante il raffreddamento e la solidificazione, il volume del materiale si riduce (Fig. 1). Dalla temperatura di colata alla temperatura ambiente si incontrano tre ritiri differenti:

- 1. Ritiro liquido: durante il raffreddamento tra la temperatura di colata e quella di inizio solidificazione (TL);
- 2. Ritiro in fase di solidificazione: durante il

raffreddamento tra la TL e fine solidificazione (TS);

3. Ritiro in fase solida: durante il raffreddamento in fase solida tra TS e temperatura ambiente (ritiro prettamente lineare).

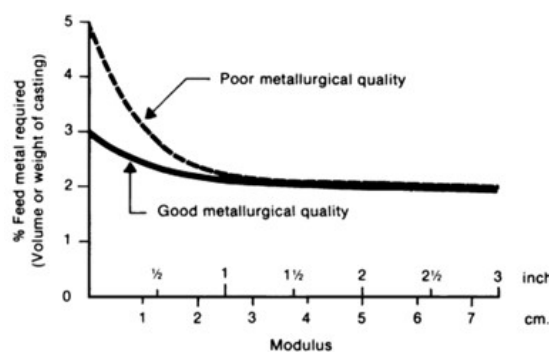
Il ritiro in fase di raffreddamento liquido e di solidificazione si compensa attraverso l'uso di materozze, cioè dei serbatoi di materiale liquido che vengono collegate alla cavità e consentono, se ben dimensionati, di fornire materiale liquido all'interno della cavità per compensare il ritiro durante la fase di solidificazione. Il materiale all'interno della materozza deve rimanere liquido per un tempo maggiore di quello del getto così da raffreddarsi dopo il getto stesso.



**Fig.1** -Variazione di volume in funzione della temperatura per due ghise differenti (1 e 2). Il liquido inizialmente si contrae nella prima fase di raffreddamento (a), quindi si espande per merito della crescita grafitica (b). Verso la fine della solidificazione, l'ultimo liquido rimasto solidifica con contrazione (c) [2].

Naturalmente il primo passo per ottenere una buona alimentazione è mantenere una buona qualità del metallo [1]: raggiungere un buono stato nucleativo, ottenere le

forme di grafite desiderate ed evitare la formazione di carburi (Fig. 2).



**Fig.2** -Influenza della qualità metallurgica sulla richiesta di alimentazione in funzione del modulo critico del getto [2].

Anche un buon mezzo di formatura è necessario per garantire la migliore alimentazione possibile. Infatti, una buona resistenza della forma aiuterà a contenere la pressione generata dall'espansione della grafite, riducendo così al minimo le dimensioni della materozza [1].

La temperatura di colata è solitamente piuttosto critica, non solo per assicurare il riempimento di tutte le sezioni di colata, ma anche per far funzionare bene il sistema di alimentazione. La quantità di ritiro liquido iniziale diminuisce con la diminuzione della temperatura di colata. Va ricordato che gli alimentatori di grande diametro, specialmente con grandi superfici superiori (come una forma a cupola) di solito non cedono perfettamente metallo; infatti, potrebbero non iniziare a cedere il metallo liquido necessario a compensare la contrazione liquida, quando la temperatura scende al di sotto di un livello critico [1].

In generale, la definizione del sistema di alimentazione procedere per i seguenti punti [2]:

1. Calcolo del modulo termico critico del getto;
2. Determinazione del modulo termico di alimentazione ( $M_{\text{feeder}} = M_{\text{casting}} \cdot 1.2$ );
3. Calcolo del peso di alimentazione (funzione della resa dell'alimentatore);
4. Definizione del numero di alimentatori;
5. Definizione del collo dell'alimentatore.

Infine, ricordiamo che l'applicazione di manicotti esotermici, mantenendo più a lungo il metallo liquido, permette di aumentare fortemente le rese placca grazie alla loro efficienza termica fino a raggiungere volumi di metallo

liquido ceduto maggiori del 50%.

### Materie prime ed energia: un nuovo volano per ottimizzare le rese placca

Nel 2021 l'economia mondiale ha fatto segnare una rapida e significativa ripresa. Ripresa che è stata bloccata dal repentino rialzo dei prezzi delle materie prime, come i metalli, e di quelli dell'energia elettrica e del gas [3]. Livelli di prezzo impazziti che difficilmente potranno ridursi a breve, considerando la guerra in atto tra Russia e Ucraina.

Risulta quindi ancor più fondamentale applicare tutti gli sforzi possibili anche in fase di progettazione dei getti, al fine di contenere gli sprechi energetici ed il consumo di materie prime.

### Effetto Materie Prime

Il caro materie prime ha segnato un durissimo contraccolpo sui costi di approvvigionamento di tutti i fattori produttivi. Solo nel 2021 gli incrementi sono stati intorno al +60% per le ghise in pani e i rottami di acciaio e dal +50% al +110% per le varie tipologie di ferroleghie [4]. Dall'analisi dei dati più recenti, confrontando i prezzi delle materie prime nell'anno 2020 e nel 2022, è possibile notare variazioni anche a tre cifre percentuali (Tab. 1). Portando ad un'immediata ripercussione sulla produzione del metallo liquido ed i successivi trattamenti di elaborazione ed affinazione.

**Tab.1** - Variazione % 2022 vs 2020 (gen-giu) delle materie prime ferrose e materiali atti alla trasformazione (fonte dati: ASSOFOND – Assemblea nazionale 29.06.2022).

Materia Prima	Variazione 2022vs2020
Rottame	+88%
Ghisa in pani - Affinazione	+108%
Ghisa in pani - Sferoidale	+128%
Coke fonderia	+124%
FeSi	+238%
FeMn	+95%
FeCr	+93%
FeMo	+120%
Cu	+67%
Sn	+157%
Grafite	+55%
FeSiMg	+131%

**Effetto Energia**

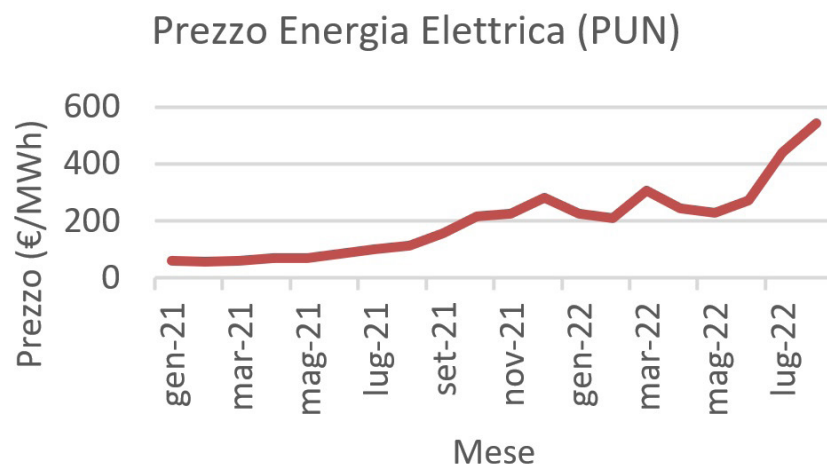
I temi energetici hanno registrato negli ultimi mesi una crescente attenzione in relazione alle forti tensioni sui prezzi di energia elettrica e gas che si sono registrate. Impennate che hanno costretto molte fonderie a sospendere la produzione, anticipando e/o prorogando i fermi impianti [5].

Un quadro che oggi, in relazione a una situazione geopolitica di tensione che coinvolge i paesi tradizionalmente esportatori di gas naturale, vede l'Europa in generale e il nostro paese in particolare, vivere una profonda crisi energetica. Crisi ulteriormente aggravata da componenti speculative che incidono, a vario titolo, negli incrementi di prezzo dell'energia elettrica [5].

Il quadro fin qui descritto rende ancora più rilevante il tema dell'energia e della sua razionalizzazione per le fon-

derie, chiamate a mettere in campo tutto quanto possibile per contenere i consumi energetici. Ricordando soprattutto che i reparti più energivori riguardano la fusione del metallo e la formatura, reparti che assorbono circa l'80% dei consumi delle attività principali [5].

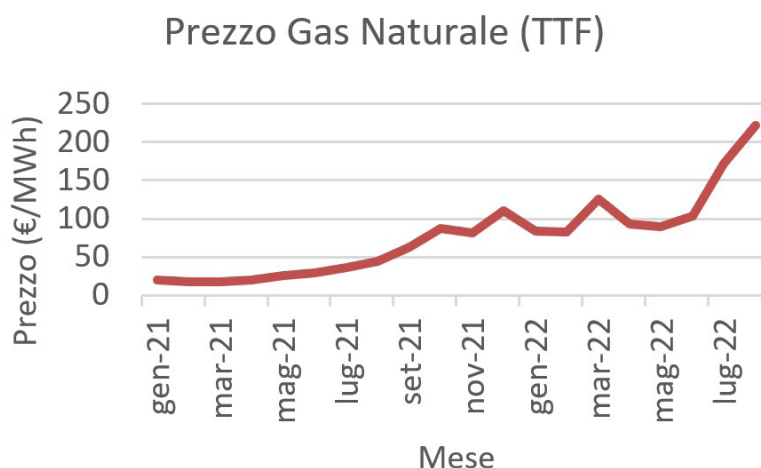
Analizzando l'andamento del Prezzo Unico Nazionale della borsa elettrica (PUN) da gennaio 2021, si può notare come a partire dal 2021 e ancor di più ad inizio 2022, il prezzo dell'energia elettrica ha raggiunto livelli eccezionalmente alti (Fig. 3). Con l'inizio delle ostilità fra Russia e Ucraina (24 febbraio 2022) i prezzi hanno ripreso ad aumentare repentinamente [3]. L'energia elettrica ha visto una corsa senza sosta a partire da maggio, dopo aver fatto segnare un primo picco preoccupante a marzo, fino ad arrivare ad un prezzo medio in agosto di 543 €/MWh.



**Fig.3** - Andamento del prezzo dell'energia elettrica (fonte dati: ARERA – Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente).

Per quanto riguarda il gas naturale, tutti gli indici di mercato mostrano una crescita repentina già a fine 2021, che si è

ulteriormente accentuata a inizio 2022, fino a raggiungere quote ancor più insostenibili nei mesi estivi (Fig. 4).



**Fig.4** - Andamento del prezzo del gas naturale (fonte dati: EEX – European Gas Spot Index).

In conclusione, l'impennata dei prezzi energetici ha portato ad un fortissimo incremento dei costi per le fonderie italiane. Costi che resteranno probabilmente elevati anche nei prossimi anni, ma che soprattutto per il 2022 si stanno rivelando insostenibili; rischiando di abbattere la competitività interna nei confronti dei concorrenti internazionali [3].

### Parte sperimentale

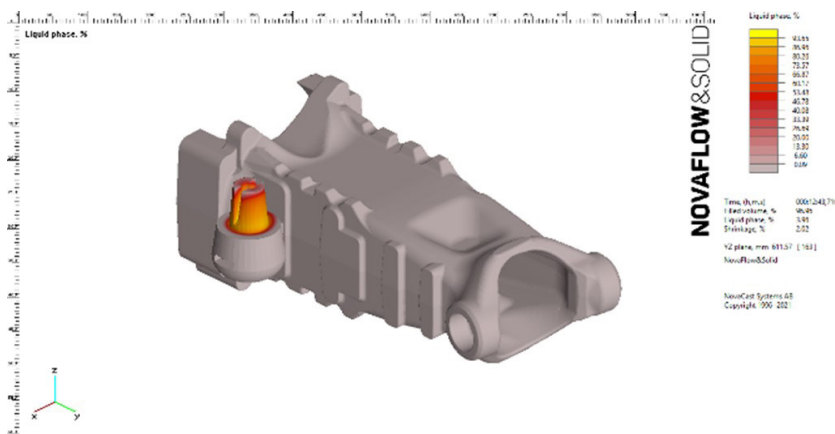
Questo progetto si basa sulla valutazione sperimentale di diversi casi studio realizzati in produzione in due fonderie italiane: Arizzi Fonderie S. Giorgio e Ironcastings. Nello specifico, le innovative maniche troncoconiche CHEMEX T-type (Fig. 5), prodotte con ricette esenti fluoro e legante cold-box ecologico, sono state confrontate con le tradizionali troncoconiche di diversi produttori.



**Fig.5** - Manica troncoconica T-type sviluppata da CHEMEX con ricette esenti fluoro e legante cold-box ecologico.

In tutti i casi, prima di realizzare il campionamento reale in produzione, è stato verificato il comportamento del

riempimento e della solidificazione tramite simulatore NovaFlow&Solid 6.5r4 (Fig. 6).



**Fig.6** -Verifica iniziale tramite simulazione di riempimento e solidificazione (NovaFlow&Solid 6.5r4) del caso studio prodotto in Ironcastings.

Entrambe le fonderie hanno monitorato il proprio processo fusorio tramite l'utilizzo di software di analisi termica, seguendo i propri parametri di processo definiti nelle schede di produzione per ciascun caso studio.

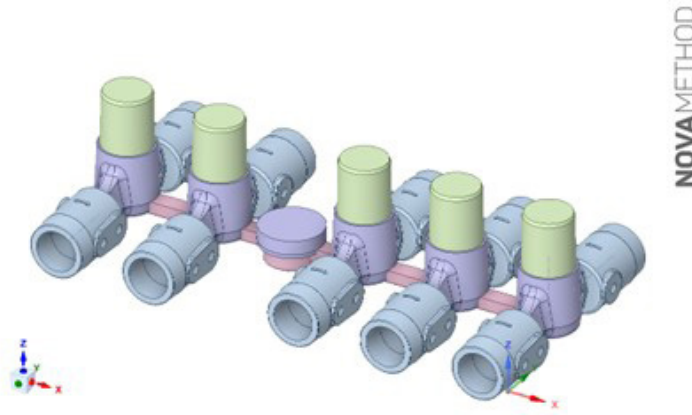
Tutti i getti e le materozze, oggetto delle varie prove sperimentali, sono state sezionate dopo pulitura.

**Case Study Arizzi Fonderie**

Il progetto ha previsto lo studio di diverse soluzioni. Nello specifico la fonderia ha studiato due casi differenti con due diverse soluzioni di alimentazione.

Nel primo caso studio, la progettazione prevedeva la

presenza di dieci getti in staffa, ogni coppia alimentata con una manica troncoconica di tipo 6/9 (Fig. 7). Per la prova tecnologica è stato deciso di sostituire ogni classica manica troncoconiche 6/9 con una CHEMEX EK 50/80 T (Tab. 2).



**Fig.7** - Configurazione della prima prova con maniche CHEMEX EK 50/80 T.

Nel secondo caso studio, la progettazione prevedeva la presenza di dieci getti in staffa, alimentati con una serie di alimentatori esotermici, tra cui quattro maniche troncoconiche: due di tipo 6/9 e due di tipo 10/13. Per la

prova tecnologica è stato scelto di sostituire le due 10/13 con maniche CHEMEX EK 80/140 T (Tab. 2). Tutti i dati tecnici delle diverse comparazioni sono riportati in Tab. 2.

**Tab.2** - Maniche troncoconiche utilizzate per lo studio in Arizzi Fonderie S. Giorgio nei due diversi casi studio.

Manicotto	M (cm)	V (cm³)
EK 50/80 T	1,7	105
K_6/9	1,7	178
EK 80/140 T	2,8	377
K_10/13	2,8	783

Tutte le prove sono state condotte seguendo gli standard di processo definiti dalla fonderia.

**Case Study Ironcastings**

In questo caso studio, la progettazione prevedeva la presenza di due getti in staffa, ciascuno alimentato con una serie di alimentatori esotermici, tra cui tre maniche troncoconiche: due di tipo 7/10 e una di tipo 6/9. Per la prova

tecnologica è stato scelto di sostituire una delle due 7/10 con una manica CHEMEX EK 60/90 T (Tab. 3). In parallelo nella stessa staffa, il secondo getto è rimasto con la configurazione tradizionale per un confronto diretto.

**Tab.3** - Maniche troncoconiche utilizzate per lo studio in Ironcastings.

Manicotto	M (cm)	V (cm³)
EK 60/90 T	1,9	117
K_7/10	2,0	296

Tutte le prove sono state condotte seguendo gli standard di processo definiti dalla fonderia.

## Risultati

Nei prossimi paragrafi sono riassunti i risultati salienti ottenuti nelle varie prove industriali di confronto tra le maniche troncoconiche di concezione tradizionale e le maniche troncoconiche CHEMEX T-type realizzate con miscele esenti fluoro e legante cold-box ecologico.

## Case Study Arizzi Fonderie

La sezionatura dei pezzi ha evidenziata l'assenza di porosità e la corretta alimentazione. Dunque, nel primo caso a parità di integrità, con la manica CHEMEX EK 50/80 T è stato possibile un risparmio di 73cm<sup>3</sup> di metallo liquido per ciascuna manica sostituita (Tab.4). Dunque, con un potenziale di riduzione di 2,65kg per ciascuna staffa (Fig. 8).



**Fig.8** -Dettaglio degli alimentatori dopo granigliatura. In alto, i residui della classica manica 6/9. In basso, i residui della manica CHEMEX EK 50/80 T.

Nel caso dell'alimentatore con modulo maggiore è stato possibile un risparmio di 406cm<sup>3</sup> di metallo liquido per

ciascuna manica sostituita (Tab. 4). Dunque, con un potenziale di riduzione di 5,84 kg per ciascuna staffa.

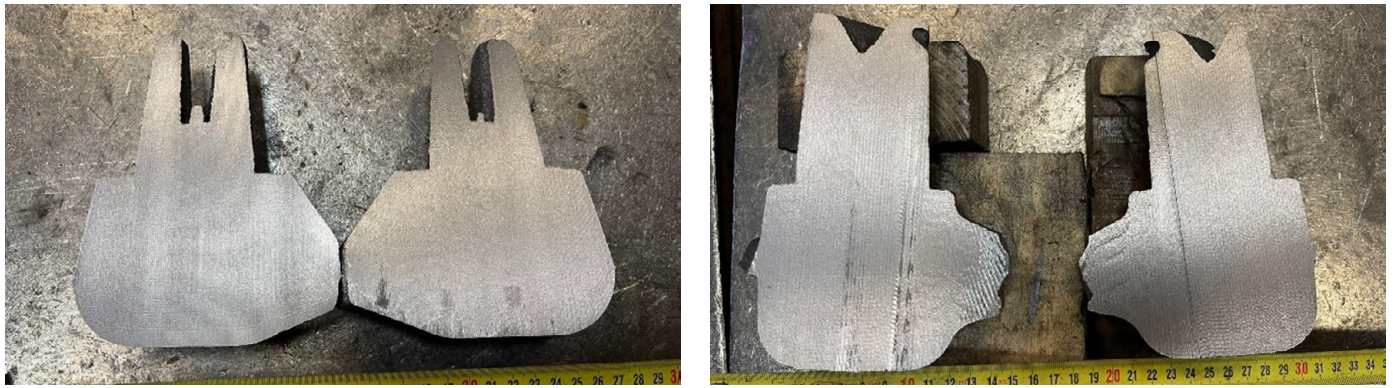
**Tab.4** - Caso studio in Arizzi Fonderie S. Giorgio: risparmio di metallo dato dalle maniche troncoconiche CHEMEX T-type, espresso in termini di volume, massa e percentuale di volume.

Manicotto	Delta V (cm <sup>3</sup> )	Delta (%)	Delta (kg)
EK 50/80 T	73	41%	0,53
K_6/9			
EK 80/140 T	406	52%	2,92
K_10/13			

## Case Study Ironcastings

La sezionatura dei pezzi ha evidenziata l'assenza di porosità e la corretta alimentazione (Fig. 9). Dunque, a parità di integrità, con la manica CHEMEX EK 60/90 T è stato possibile un risparmio di 179cm<sup>3</sup> di metallo liquido per ciascuna manica 7/10 sostituita (Tab. 5). Dunque, con un

potenziale di riduzione di 5,16kg per ciascuna staffa (Tab. 5).



**Fig.9** -Residuo degli alimentatori sezionati. In alto, il residuo della manica CHEMEX EK 60/90 T. In basso, il residuo della classica manica 7/10.

**Tab.5** - Caso studio in Ironcastings: risparmio di metallo dato dalla manica troncoconica CHEMEX T-type, espresso in termini di volume, massa e percentuale di volume.

Manicotto	Delta V (cm <sup>3</sup> )	Delta (%)	Delta (kg)
EK 60/90 T	179	60%	1,29
K_7/10			

### Conclusioni e prospettive

Gli attuali scenari mondiali, che hanno causato l'aumento dei prezzi delle materie prime a partire dal 2021, nonché l'impennata dei costi energetici che stiamo vivendo in questo 2022, spingono la fonderia moderna alla sempre più attenta riduzione di metallo colato e la conseguente ottimizzazione dei sistemi di alimentazione. Non solo, l'importante aspetto ambientale legato al consumo di energia ed emissione di CO<sub>2</sub> sarà il motore della ricerca tecnica dei prossimi anni, portando sempre di più la fonderia alla ricerca di soluzioni audaci, al fine di minimizzare il consumo di risorse, passando anche attraverso l'aumento spinto delle rese placca.

In questo studio è stato messo in evidenza come le maniche esotermiche CHEMEX troncoconiche T-type di nuova concezione, permettano di ridurre fortemente il volume di alimentazione, pur mantenendo la stessa richiesta di modulo termico necessaria al progettista per garantire la sanità delle fusioni.

Le prove condotte in entrambe le fonderie hanno dato risultati decisamente positivi. Le varie applicazioni indu-

striali hanno permesso di confermare l'elevata efficienza delle maniche troncoconiche CHEMEX T-type realizzate con miscele esenti fluoro e legante cold-box ecologico. Infatti, l'applicazione delle maniche T-type ha permesso un risparmio di volume di metallo liquido dal 41% al 60% rispetto alle tradizionali maniche troncoconiche, a pari condizione di modulo termico. Con questo lavoro è stato dunque possibile verificare la massimizzazione dell'efficienza di alimentazione, osservando un netto risparmio di metallo liquido colato; con il conseguente risparmio energetico nonché il risparmio di costi produttivi di ciascun caso studio.

### Ringraziamenti

Si ringraziano per la preziosa collaborazione e il fondamentale sostegno alla realizzazione dell'intero progetto, tutto il team dei tecnici delle fonderie protagoniste di questo lavoro: Ironcastings ed Arizzi Fonderie S. Giorgio. Nello specifico, un ringraziamento particolare ad Alberto Albertini per la fiducia e la stima reciproca, nonché a Gennaro Esposito per l'assistenza e la supervisione. Un



ringraziamento speciale va anche a Paolo Salvi e Simone Magli per la tenacia nella costante ricerca del miglioramento continuo.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J. D. Mullins, «Using bottle type risers to improve casting yield,» DIS Hot Topics #1, 2002.
- [2] S. I. Karsay et al., Ductile Iron – The essentials of gating and risering system design, Rio Tinto Iron & Titanium Inc., 2000.
- [3] O. Martinelli, «I costi delle materie prime energetiche continuano a salire senza freni,» In Fonderia, n. 2, pp. 36-41, 2022.
- [4] M. Pisanu, «Rimbalzo del +19% nel 2021 per la produzione di getti ferrosi,» In Fonderia, n. 3, pp. 18-30, 2022.
- [5] G. Corelli e M. Prando, «La struttura energetica delle fonderie: il quadro offerto dalle analisi delle diagnosi energetiche,» In Fonderia, n. 1, pp. 12-22, 2022.

[TORNA ALL'INDICE >](#)