



ASSOFOND
Federazione Nazionale Fonderie

**SPECIALE
XXXIII CONGRESSO**

industria fusoria

N. 1 • 2017

La rivista delle Fonderie di Metalli Ferrosi e Non Ferrosi

IMPEGNO & PASSIONE
DAL 1962 LA NOSTRA FORMULA
PER IL VOSTRO SUCCESSO!

F.LLI MAZZON



F.LLI MAZZON S.p.A. - Via Vicenza, 72 - 36015 Schio (VI) - ITALY - Ph. +39.0445.678000 - Fax +39.0445.678001 - www.mazzon.eu - info@mazzon.eu



FARMETAL SA

MATERIE PRIME

ESCLUSIVISTA PER IL MERCATO ITALIANO DI:

- SFEROIDALE NAMAKWA SANDS ALTO E BASSO SILICIO
- SEMI SFEROIDALE KZN

FARMETAL SA

Viale Carlo Cattaneo, 3 - 6900 LUGANO (CH)

Tel. 0041 (0) 91 910 47 90 - Fax. 0041 (0) 91 910 47 99 - info@farmetal.com

TECNOLOGIA FUSORIA
OLTRE IL FUTURO

SIETE PRONTI

per la forma perfetta?



APPUNTAMENTO AL METEF
Verona/Italia, Giugno 21-24, 2017
Padiglione 6, Stand A21



EXACTCAST™ mini maniche create per le vostre esigenze individuali

Un pacchetto di alimentatori progettato in modo ottimale nei volumi e nei moduli, migliorando il rendimento e la resa della fonderia attraverso la simulazione della colata, tutto perfettamente proporzionato secondo le proprie esigenze.

Un esperto ASK Chemicals è a vostra disposizione:

Phone: +39 02 84894289

E-mail: info.italy@ask-chemicals.com

www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow

ASKCHEMICALS
We advance your casting





Prodotti per fonderia

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI A FREDDO

GIOCA® NB	Resine furaniche e fenolfuraniche con tenori di azoto decrescenti fino a 0.
GIOCASET® NB	Resine furaniche e fenolfuraniche con tenori di azoto decrescenti fino a 0,5%, non classificate tossiche secondo la classificazione di pericolosità dell'alcool furfurilico attualmente in vigore.
COROFEN®	Resine fenoliche indurenti a freddo.
ALCAFEN®	Resine fenoliche-alcaline indurenti a freddo.
RAPIDUR®	Sistemi uretanici no-bake a base fenolica o poliolica con o senza solventi aromatici e VOC.
RESIL/CATASIL®	Sistemi leganti inorganici.
KOLD SET TKR	Sistemi alchidico uretanici indurenti a freddo.
INDURITORI	Acidi solfonici, esteri, ecc.

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI PER GASAGGIO

GIOCA® CB	Sistemi uretanici cold-box, catalizzati con ammine terziarie vaporizzate.
GIOCASET® CB	Sistemi uretanici cold-box, esenti da solventi aromatici e VOC, catalizzati con ammine terziarie vaporizzate.
ALCAFEN® CB	Resine fenoliche alcaline catalizzate con esteri vaporizzati.
EPOSET®	Sistemi epossiacrilici catalizzati con SO ₂ .
RESIL	Sistemi inorganici indurenti a freddo con CO ₂ .

SISTEMI AGGLOMERANTI INDURENTI A CALDO

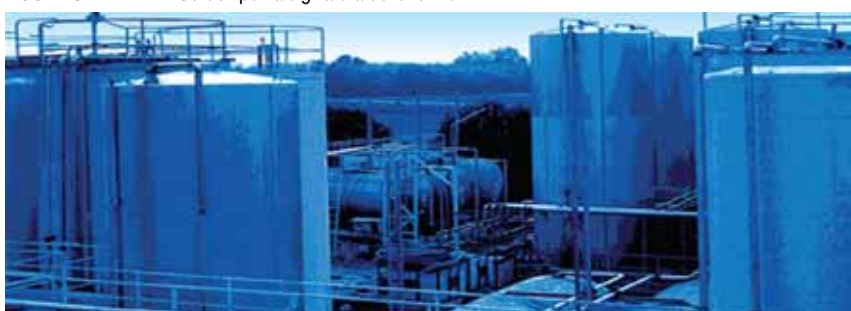
GIOCA® HB	Resine furaniche, fenoliche e fenolfuraniche per il processo hot-box.
GIOCA® WB	Resine furaniche per il processo warm-box.
GIOCA® TS	Resine fenoliche e furaniche per il processo thermoshock.
GIOCA® SM	Resine fenoliche liquide per il processo shell-moulding.
RESIL/CATASIL®	Sistemi inorganici indurenti con aria calda.

INTONACI REFRAATTARI PER ANIME E FORME

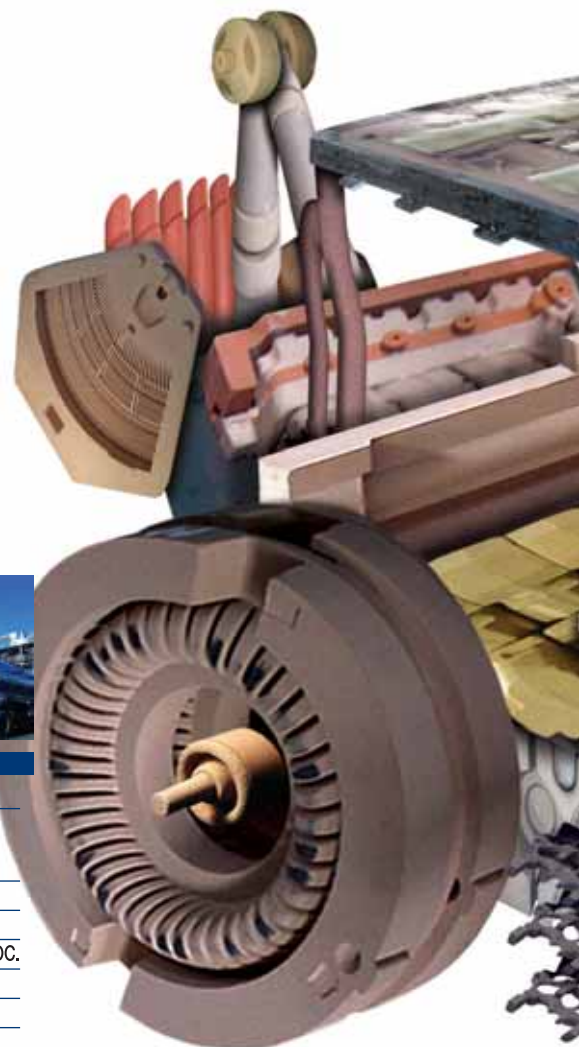
IDROLAC®	Intonaci a base di grafite o silicato di zirconio in veicolo acquoso.
PIROLAC®	Intonaci a base di grafite o silicato di zirconio in veicolo alcoolico.
PIROSOL®	Diluenti a base alcool per intonaci in veicolo alcoolico.

PRODOTTI AUSILIARI

ISOTOL®	Pulitori e distaccanti per modelli e casse d'anima.
COLLA UNIVERSALE	Colla inorganica autoindurente.
CORDOLI	Cordoli per la sigillatura delle forme.



Stoccaggio. Lo stoccaggio è costituito da 146 serbatoi per materie prime e prodotti finiti, per una capacità totale di 4.200.000 litri.



Cavenaghi SpA

Via Varese 19, 20020 Lainate (Milano)
tel. +39 029370241, fax +39 029370855
info@cavenaghi.it, cavenaghi@pec.it
www.cavenaghi.it



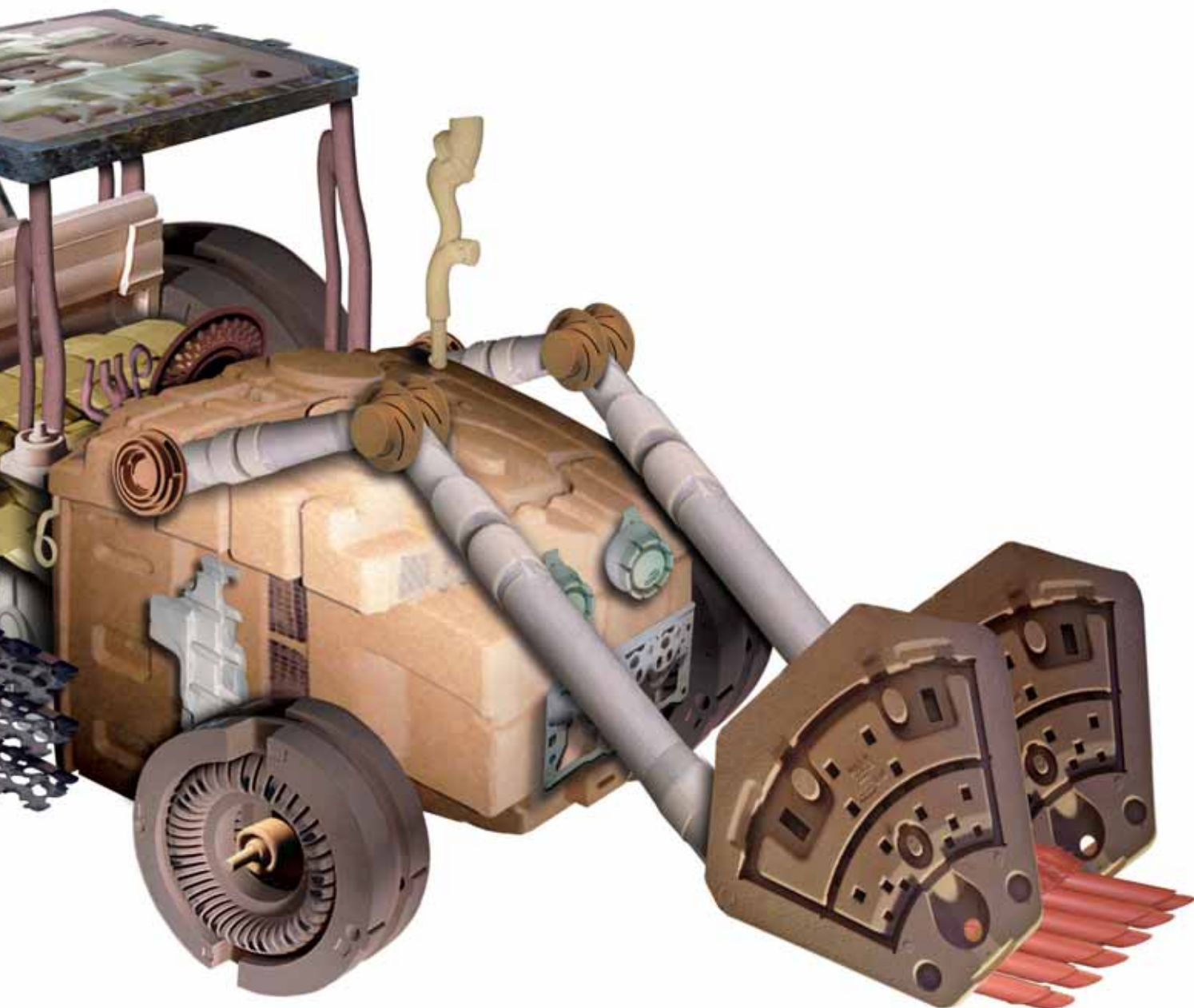
UNI EN ISO 9001:2008
UNI EN ISO 14001:2015



SISTEMI DI GESTIONE
CERTIFICATI



CERTIQUALITY
È MEMBRO DELLA
FEDERAZIONE CISQ



ANIMAGENESI 



Cavenaghi

Sistemi agglomeranti per fonderia



47th FARO MEETING

6/7 APRILE 2017 :: IMOLA ::

LOCATION PARTNER

TAZZARIGROUP



AUTOMOTIVE BRIEFING

European Automotive Materials.
Lo stato dell'arte, trend e cambiamenti in atto nel settore, sfide tra materiali e Focus Messico.



OPEN INNOVATION

La collaborazione tra aziende giovani e mature, per dare impulso all'innovazione. Case History: sviluppo di nuovi materiali, azienda predittiva.



ECONOMIC BRIEFING - MACRO CONTEXT

Europa - America - Asia - Cina.
Nuove prospettive, polso del mercato e trend dei settori.



COMMODITY BRIEFING

Dibattito tra operatori dei diversi settori. Analisti ed esperti del mercato commodity, per fare il punto sul comparto delle materie prime.

ESCLUSIVO NETWORKING TIME

VISITA ALLE LINEE PRODUTTIVE DEL GRUPPO TAZZARI DOVE NASCE TAZZARI ZERO, LA CITY CAR 100% ELETTRICA

+ TEST DRIVE



Impianti per Animisterie e Fonderie

Carattere Forte!

- Impianti e macchine per animisterie (Shell Moulding, Cold e Hot Box, Inorganico)
- Impianti automatici di formatura
- Macchine per formatura gusci ed incollatrici
- Sterratore automatico per anime
- Impianti per la colata, trasporto e trattamento del metallo



MEMBER OF AMAFOND

Euromac srl

36035 Marano Vic. (VI) Italy _ Via dell'Industria, 62
Tel +39 0445 637629 _ Fax +39 0445 639057
info@euromac-srl.it _ www.euromac-srl.it

EUROMAC
Foundry Plants & Core Making Equipment

Incrementate il Cost-Saving nella produzione di Ghisa Sferoidale con il nuovo Elkem TOPSEED® Conditioner

La recente introduzione del Topseed® sta cambiando la prospettiva con cui i nostri Clienti guardano al processo di trattamento con leghe FeSiMg.

L'impiego di Elkem Topseed® Conditioner determina:

- **Più alti rendimenti di magnesio**
- **Aumento della nucleazione del metallo trattato**
- **Riduzione dell'evanescenza del magnesio**
- **Miglioramento della scoria e della pulizia del metallo**
- **Minore produzione di fumi**

Elkem Topseed® garantisce una reazione particolarmente controllata, senza fuoriuscite di ghisa, con minori emissioni di fumi ed una migliorata resa in magnesio, contribuendo alla riduzione dei costi generali di produzione. Il team di tecnici Elkem è a disposizione per definire con Voi un processo che possa incrementare il rendimento della lega FeSiMg ed il cost-saving rispetto ai tradizionali processi di trattamento per la sferoidizzazione.

Queste ottimizzazioni, inoltre, potranno limitare le perdite di temperatura, consentire travasi più veloci in siviera, massimizzare lo scambio di magnesio all'interno del metallo liquido e migliorare significativamente oltre alla resa di magnesio anche la microstruttura della ghisa. Recenti test in fonderia hanno confermato la possibilità di ridurre le aggiunte di FeSiMg fino al 15-20% grazie all'aumento della resa della lega stessa.

Chiedete al Vostro rappresentante Elkem di fiducia come potere ridurre i costi di produzione complessivi utilizzando la vasta gamma di leghe FeSiMg e di Inoculanti Elkem in combinazione con TOPSEED® conditioner.

Elkem S.r.l
Via G. Frua, 16
20146 MILANO
Tel. +39 02 48513270
Fax. +39 02 4817360
www.elkem.com/en/foundry



Innovative Metal
Treatment Solutions



ECONOMICO

50 ° Census della produzione mondiale di getti	10
Previsioni 2017: la maggior parte dei mercati esibiscono modesti tassi di crescita	14
Viaggio studio/missione imprenditoriale in India	20
Benchmark energetici delle Fonderie	22
Metef 2017: sempre più ricco e qualificato il panorama espositivo	26
Arriva la scuola di colata in bassa pressione, il nuovo progetto di CSMT e AQM	28
Cacciatori di innovazione	32
Savelli Technologies e Küttner Schwingtechnik completano la piattaforma globale della Fonderia del Gruppo Küttner nei campi della formatura in terra a verde e della tecnologia vibrante	34

XXXIII CONGRESSO DI FONDERIA

I fattori che portano alla formazione di risucchi nelle ghise grigie e sferoidali. Una rivisitazione completa del problema	38
"Failures" nei refrattari. Analisi, cause e rimedi	50
Formaldeide, Fenolo ed Alcool Furfurilico: come progettare una resina furanica ecologica?	56
La nuova tecnologia NETCore ® - "bordo di rottura zero" per i grandi getti	62
Prevenzione del difetto white film con l'impiego dell'innovativo impregnante Durosol® Hüttenes-Albertus	68
Valutazione dell'avanzamento del processo di austempering mediante prove di trazione	78
Studio sulla formazione di grani spuri durante la solidificazione direzionale di componenti in superlega base Nichel	86
Costo totale di possesso di forni fusori per alluminio: evidenze empiriche nel settore della pressocolata	94
Componenti strutturali: dal getto grezzo al pezzo finito nell'isola di pressocolata	100

INDICE

Inserzionisti	104
---------------------	-----

Pubblicazione bimestrale tecnico-economico ufficiale per gli atti dell'Associazione Nazionale delle Fonderie

Autorizzazione Tribunale di Milano n. 307 del 19.4.1990

Direttore Responsabile

Silvano Squaratti

Direzione e redazione

Federazione Nazionale Fonderie
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282
www.assofond.it - info@assofond.it

Gestione editoriale e pubblicità

S.A.S. - Società Assofond Servizi s.r.l.
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282

Amministrazione e abbonamenti

S.A.S. - Società Assofond Servizi s.r.l.
20090 Trezzano S/Naviglio (MI)
Via Copernico 54
Tel. 02/48400967 - Fax 02/48401282

Abbonamenti per l'Italia,
anno 2017 105,00 €

Abbonamento per l'estero,
anno 2017 180,00 €

Una copia 12,91 € - estero 20,66 €

Numeri arretrati il doppio

Spedizioni in A.P. - 70% - Filiale di Milano

Progetto Grafico e Stampa

Nastro & Nastro s.r.l.
21010 Germignaga (Va) - Via Stehli, 15
Tel. 0332/531463
www.nastroenastro.it

È vietata la riproduzione degli articoli e illustrazioni di Industria Fusoria senza autorizzazione e senza citare la fonte. La collaborazione alla Rivista è subordinata insindacabilmente al giudizio della Redazione. Le idee espresse dagli Autori non impegnano né la Rivista né Assofond e la responsabilità di quanto viene pubblicato rimane agli Autori stessi. La pubblicità che appare non supera il 50% della superficie totale del periodico.



Nella precisione e nell'affidabilità
di un'isola robotizzata si riflettono
anni di esperienza.

Umana.

SALDATURA

**FONDERIA &
PRESSOFUSIONE**

SBAVATURA

PALLETTIZZAZIONE

MANIPOLAZIONE

ASSERVIMENTO



STODIROS.IT



tesseract.it



ts **tiesse**
robot S.P.A.

Kawasaki Robot

ROBOT SYSTEM, HUMAN EXPERIENCE.

TESI, *al vostro servizio*



SOIRELMETAL®
FERROLEGHE E INOCULANTI
FILO ANIMATO
GRAFITI SPECIALI
CARBURO DI CALCIO
FILTRI CERAMICI

MANICHE ESOTERMICHE
PROGRAMMI DI SIMULAZIONE
MINERALI DI ZIRCONIO E TITANIO
ELETTRODI DI GRAFITE
POLVERI METALLICHE



PRODOTTI E IDEE

TESI SpA • Via Manzoni, 20 • 20900 Monza (MB)
Tel. +39 039 237501 • Fax +39 039 2302995 • info@tesi-spa.it • www.tesi-spa.it

50° Census della produzione mondiale di getti

Stagnazione per la produzione mondiale di getti

La produzione mondiale di getti nel 2015 è cresciuta di mezzo punto percentuale rispetto al precedente anno, producendo una crescita media annua nell'arco di tre anni inferiore al 4%.

Nel 2015, secondo il 50° censimento mondiale condotto annualmente da Modern Casting, la produzione mondiale di getti ha raggiunto un livello pari a 104.1 milioni di tonnellate appena sopra i 103.7 milioni di tonnellate prodotte nel 2014. Il volume totale di getti è cresciuto del 2.37% nel 2014 rispetto al 2013 e del +0.4% nel 2015. Questo è il sesto anno di crescita dopo la recessione globale del 2008-2009.

L'attuale censimento include 37 nazioni appartenenti ai 4 continenti. Dei 30 Paesi per i quali sono disponibili i dati relativi al 2014 e 2015, meno della metà (14) hanno riportato una moderata crescita produttiva. All'interno del ranking dei top 10, solo 4 hanno registrato un incremento della produzione. La forte espansione produttiva registrata dal Messico (+55%), potrebbe essere riconducibile ad una sottostima dei dati relativi alla produzione censiti negli anni passati. I due leader mondiali della produzione di getti, Cina e USA nel 2015 hanno registrato una leggera contrazione rispettivamente pari a -1.3% (45.6 milioni di tonnellate) e -0.8% (10.39 milioni di tonnellate).

L'Associazione Indiana delle Fonderie ha dichiarato per lo stesso periodo un aumento produttivo

del +7.5% che ha consentito al Paese di raggiungere 10.77 milioni di tonnellate di getti nel 2015.

Tuttavia le azioni intraprese dal Governo Indiano in ambito valutario, hanno prodotto una revisione verso il basso della crescita per l'anno 2016 da parte delle agenzie di rating. Per gli USA, invece, le attese sono espansive considerata la ripresa concretizzata in alcuni importanti settori duramente colpiti dalla recessione del 2008-2009 come l'oil&gas, mercato agricolo e costruzioni.

Secondo le statistiche di Modern Casting, la Cina continua a rappresentare il 44% del panorama mondiale dei getti, mentre gli USA e l'India insieme pesano per il 20%.

Fino a qualche anno fa, il Brasile occupava il 7° posto nel ranking mondiale, ma la flessione a doppia cifra sperimentata per due anni consecutivi (2014-2015) le è costata una recessione al nono posto.

I restanti 7 Paesi della classifica dei Top 10, sempre in termini di volumi produttivi, in ordine di importanza, secondo l'indagine Modern Casting, risultano essere: al quarto posto il Giappone con 5.4 milioni di tonnellate, al quinto la Germania con 5.3 milioni, al sesto la Russia 4.2 milioni, al settimo la Corea con 2.6 milioni di tonnellate, all'ot-

tavo il Messico con 2.56 milioni di tonnellate, al nono il Brasile con 2.32 milioni di tonnellate ed al decimo posto l'Italia con 2.03 milioni di tonnellate. Tra i più importanti movimenti che hanno interessato la classifica si rileva l'ingresso del Messico, come accennato lo slittamento del Brasile al nono posto e del nostro Paese al decimo.

Tra i Paesi che hanno chiuso il 2015 con tassi di crescita particolarmente significativi, sempre sul fronte delle tonnellate prodotte, figurano l'India ed il Messico, ma anche una serie di Paesi più piccoli come Bosnia & Herzegovina, Portogallo, Romania, Sud Africa e Svezia hanno riportato dei tassi di incremento a doppia cifra.

Il numero complessivo di Fonderie attive nello scenario mondiale è passato da circa 48.164 unità produttive del 2010 a circa 47.000 nel 2015, mentre la produzione globale di getti negli ultimi 5 anni è cresciuta passando da 914 milioni di tonnellate a 104.1 milioni di tonnellate. Tale andamento va nella direzione di una efficiente razionalizzazione del settore produttivo.

Fonte: Traduzione liberamente tratta da Modern Casting - dicembre 2016.

Si evidenzia che Modern Casting autore della presente indagine ha operato una revisione dei dati relativi all'anno 2014 in particolare per Canada e US.

A seguito di tale processo il dato relativo alla produzione mondiale del 2014, da noi già pubblicati su industria fusoria e ripresi sulla Relazione annuale 2016, si abbassa da 105,2 milioni di tonnellate a 103,6 milioni di tonnellate.

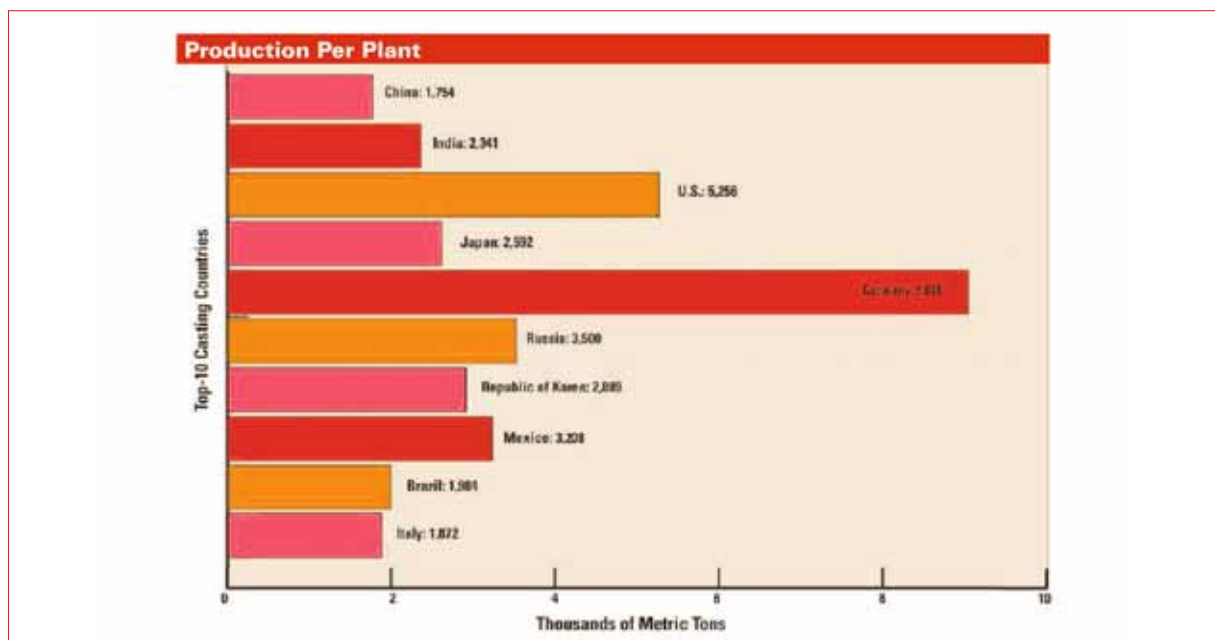
World Totals (metric tons)									
Gray Iron	Ductile Iron	Malleable Iron	Steel	Copper Base	Aluminum	Magnesium	Zinc	Other Nonferrous	Total
46,738,654	25,575,894	884,581	10,887,948	1,761,182	16,053,014	198,121	675,022	1,354,841	104,129,257

Individual Countries (metric tons)										
Country	Gray Iron	Ductile Iron	Malleable Iron	Steel	Copper Base	Aluminum	Magnesium	Zinc	Other Nonferrous	Total
Austria	40,600	95,500	-	9,500	-	140,700 ^a	-	-	-	286,300
Belgium	28,700	6,900	-	36,000	-	878 ^a	-	-	-	72,478
Bosnia & Herzegovina	20,950	11,510	-	3,700	-	12,265 ^a	-	-	-	48,425
Brazil	1,342,103	548,829	-	243,085	21,749	153,948	4,916	1,266	-	2,315,897
Canada*	330,841	-	-	90,091	14,237	216,189	-	-	-	651,358
China	20,200,000	12,600,000	600,000	5,100,000	750,000	6,100,000	-	-	250,000	45,600,000
Croatia*	33,400	10,000	100	100	183	22,075	-	30	20	65,908
Czech Republic	170,000	55,000	4,000	60,000	21,000	95,000	-	-	-	405,000
Denmark	30,800	47,100	-	-	1,055	3,086	-	-	207	82,248
Finland	14,500	32,100	-	12,500	3,903	2,240	-	86	-	65,329
France	504,400	761,200	-	62,800	18,344	316,931	-	18,083	2,533	1,684,291
Germany	2,337,600	1,520,600	30,400	196,800	79,403	1,071,975	15,235	54,661	2	5,306,676
Hungary	23,400	63,000	10	5,700	1,796	106,495	378	3,543	169	204,491
India	7,410,000	1,180,000	50,000	880,000	-	1,250,000 ^a	-	-	-	10,770,000
Italy	694,100	374,600	-	62,000	63,752	760,521	7,294	68,254	630	2,031,151
Japan	2,022,900	1,703,800	43,100	157,000	78,000	418,500	-	-	981,600 ^b	5,404,900
Korea	1,082,900	708,300	4,000	164,000	26,800	623,600	-	-	13,400	2,623,000
Mexico	815,500	375,800	-	330,790	217,200	735,300	-	85,600	-	2,560,190
Norway	11,300	21,200	-	1,200	-	7,221 ^a	-	-	-	40,921
Pakistan	100,000	10,300	-	30,700	10,200	10,300	-	-	-	161,500
Poland	485,300	162,200	11,700	49,900	6,950	334,600	-	7,540	3,860	1,062,050
Portugal	39,800	90,000	-	8,100	14,152	29,150	-	2,135	-	183,337
Romania	24,186	3,925	690	12,012	2,600	80,470	5,000	100	70	129,053
Russia*	2,982,000	-	-	756,000	-	462,000 ^a	-	-	-	4,200,000
Serbia*	24,368	10,140	-	8,991	2,092	9,760	1	96	9	55,457
Slovenia**	80,496	34,234	6,107	32,188	754	37,244	441	6,889	-	198,353
South Africa	145,000	163,200	0	90,600	7,000	24,000	-	500	-	430,300
Spain	348,200	637,400	7,500	72,600	10,876	125,652	-	8,771	711	1,211,710
Sweden	242,000	-	-	19,200	-	62,600 ^a	-	-	-	323,800
Switzerland	12,200	24,700	-	1,200	2,068	14,922	-	1,094	-	56,184
Taiwan	523,086	213,438	-	85,548	36,782	335,992	-	-	-	1,194,846
Thailand**	72,400	28,800	29,500	29,800	26,100	105,400	-	24,400	-	316,400
Turkey	675,000	630,000	15,000	150,000	20,000	325,000	-	35,000	-	1,850,000
Ukraine**	400,000	120,000	30,000	580,000	60,000	280,000	15,000	25,000	50,000	1,560,000
U.K.	139,800	198,500	1,100	48,000	8,832	110,000	3,400	7,800	1,000	518,432
U.S. Metric	3,328,124	3,115,418	51,374	1,493,743	255,354	1,622,999	146,456	324,174	50,630	10,388,272

* 2014 Results ** 2013 Results ^a All Nonferrous ^b All Diecasting

Metalcasting Plants by Nation & Trends						
Country	Iron	Steel	Nonferrous	2015 Total	2005 Total	2010 Total
Austria	23	4	35	62	45	46
Belgium	11	5	6	22	36	29
Bosnia and Herzegovina	6	4	4	14	-	13
Brazil	449	169	549	1,167	1,264	1,354
Canada*	42	30	111	183	150	175
China	14,000	4,000	8,000	26,000	26,000	26,000
Croatia*	27	5	27	59	44	42
Czech Republic	63	27	41	131	194	184
Denmark	8		7	15	21	17
Finland	12	7	14	33	37	36
France	86	35	292	413	505	454
Germany	199	49	340	588	630	614
Hungary	16	11	87	114	211	133
India	-	-	-	4,600	4,500	4,500
Italy	149	25	911	1,085	1,077	1,100
Japan	817	75	1,193	2,085	1,708	1,612
Korea	525	144	239	908	847	881
Mexico	-	-	-	798	640	681
Norway	5	3	6	14	21	19
Pakistan	1,400	30	100	1,530		2,050
Poland	180	36	240	456	454	461
Portugal	23	8	57	88	98	81
Romania	38	31	60	120	168	157
Russia	-	-	-	1,200	1,900	1,350
Serbia*	12	8	18	38	-	42
Slovakia**	12	7	32	51	51	51
Slovenia	11	3	50	64	53	58
South Africa	41	44	85	170	256	199
Spain	45	30	53	128	159	139
Sweden	30	10	60	100	135	117
Switzerland	14	2	29	45	51	72
Taiwan*	-	-	-	0	915	848
Thailand*	280	40	260	580	476	-
Turkey	481	66	350	897	1,291	1,126
Ukraine*	270	280	290	840	1,070	1,070
United Kingdom	217	-	205	422	480	444
United States	634	355	989	1,978	2,380	2,060
TOTAL	20,126	5,543	14,740	46,986	47,867	48,164

*2014 Data **2011 Data



Casting Shipments (value in U.S. dollars)

Country	Gray Iron	Ductile Iron	Malleable Iron	Steel	All Nonferrous	2015 Total	2014 Total	% Change
Austria	417,816,000 ^a	-	-	-	1,059,830,000	1,477,646,000	1,417,911,000	4.2
Brazil	3,241,179,000	1,581,176,000	-	887,262,000	1,187,681,000	6,897,298,000	8,390,707,000	-17.8
China	-	-	-	-	-	67,670,400,000	82,924,000,000	-18.4
Finland	29,828,700	75,867,500	-	91,410,600	65,003,100	262,109,900	300,951,000	-13
France	2,762,630,000 ^a	-	-	-	2,998,910,000	5,761,540,000	5,911,260,000	-2.5
Germany	6,185,770,000 ^a	-	-	1,282,610,000	6,140,550,000	13,608,930,000	9,955,294,000	36.7
Hungary	235,209,000 ^a	-	-	-	395,578,000	630,787,000	630,000,000	0.1
Italy	2,715,590,000 ^a	-	-	-	4,768,320,000	7,483,910,000	7,123,600,000	5.1
Korea	920,400,000	892,500,000	6,480,000	396,000,000	6,402,400,000	8,617,780,000	-	-
Norway	13,898,700	56,663,900	-	10,691,300	67,355,200	148,609,100	243,300,000	-38.9
Portugal	66,179,100	157,804,000	-	57,198,500	311,651,000	592,832,600	494,289,000	19.9
Spain	1,598,350,000 ^a	-	-	392,371,000	911,968,000	2,902,689,000	2,749,920,000	5.6
Turkey	771,912,000	919,452,000	62,544,100	368,850,000	1,849,590,000	3,972,348,100	4,880,000,000	-18.6
United States	4,215,990,000	4,987,260,000	102,320,000	7,228,320,000	12,488,140,000	29,022,030,000	30,946,280,000	-6.2

^a All Ferrous ^b All Iron

Production Shipment Trends (metric tons)

Country	2015 Total	2014 Total	+/-% 2015 vs. 2014	2010 Total	+/-% 2015 vs. 2010
Austria	286,300	317,954	-10	305,857	-6.4
Belgium	72,478	77,242	-6.2	96,999	-25.3
Bosnia & Herzegovina	48,425	32,310	49.9	18,818	157.3
Brazil	2,315,897	2,737,200	-15.4	3,240,978	-28.5
Canada*	651,358	724,757	-10.1	588,474	10.7
China	45,600,000	46,200,000	-1.3	39,600,000	15.2
Croatia*	65,908	65,908	-	53,797	22.5
Czech Republic	405,000	416,206	-2.7	344,377	17.6
Denmark	82,248	82,857	-0.7	87,604	-6.1
Finland	65,329	70,320	-7.1	97,536	-33
France	1,684,291	1,729,405	-2.6	1,956,966	-13.9
Germany	5,306,676	5,246,557	1.1	4,794,179	10.7
Hungary	204,491	194,516	5.1	154,688	32.2
India	10,770,000	10,021,000	7.5	9,053,200	19
Italy	2,031,151	2,024,851	0.3	1,970,662	3.1
Japan	5,404,900	5,538,037	-2.4	4,757,999	13.6
Korea	2,623,000	2,630,900	-0.3	2,233,600	17.4
Mexico	2,560,190	1,651,679	55	1,651,679	55
Norway	40,921	46,630	-12.2	64,703	-36.8
Pakistan	161,500	232,500	-30.5	360,000	-55.1
Poland	1,062,050	1,058,300	0.4	928,150	14.4
Portugal	183,337	156,455	17.2	144,908	26.5
Romania	129,053	108,368	19.1	101,427	27.2
Russia*	4,200,000	4,200,000	-	4,200,000	-
Serbia*	55,457	55,457	-	70,388	-21.2
Slovenia**	198,353	198,353	-	141,391	40.3
South Africa	430,300	380,300	13.1	538,944	-20.2
Spain	1,211,710	1,141,741	6.1	1,143,038	6
Sweden	323,800	261,078	24	266,600	21.5
Switzerland*	56,184	65,617	-14.4	78,595	-28.5
Taiwan	1,194,846	1,319,221	-9.4	1,300,769	-8.1
Thailand**	316,400	316,400	-	-	-
Turkey	1,850,000	1,750,000	5.7	1,291,700	43.2
Ukraine**	1,560,000	1,560,000	-	1,000,000	56
U.K.	518,432	502,332	3.2	501,400	3.4
U.S. Metric	10,388,272	10,470,939	-0.8	8,238,233	26.1
TOTAL	104,074,164	103,656,390	0.4	80,343,266	29.5

* 2014 Results
** 2013 Results

Previsioni 2017: la maggior parte dei mercati esibiscono modesti tassi di crescita

Dopo un 2015 che ha visto la produzione di getti in calo, si prospettano lievi incrementi fino al 2019

Come consuetudine L'American Foundry Society ha replicato, anche per quest'anno, l'analisi previsionale sull'industria di Fonderia americana. Stando alle indicazioni emerse, le vendite di getti in America raggiungeranno circa 32,3 Miliardi di dollari nel 2019 confermando la lieve ripresa dell'industria dopo la drammatica parentesi recessiva iniziata nel 2008 ed esauritasi nella prima parte del 2010.

Nel 2009 l'industria di Fonderia americana ha sperimentato il tracollo delle proprie vendite precipitate a 21,6 miliardi di dollari. Nel 2010 è iniziata la ripresa con un primo rimbalzo del 18% rispetto al precedente anno ed un livello pari a 25,46 miliardi di dollari. Il rilancio del settore è proseguito nel 2012, quando le vendite hanno raggiunto 31,19 miliardi di dollari.

Le vendite si sono appiattite negli ultimi 2 anni, ma dovrebbero tornare sopra i 31 miliardi di euro entro il 2017.

L'analisi di AFS prospetta una crescita, che interessa quasi tutte le tipologie di getti, stimata tra l'1% e il 4% sino al 2019; le

attese sono per un tasso di crescita annuo sopra al 2,5% sino al 2025.

L'industria di Fonderia in America è costituita da 1.956 imprese (2.380 nel 2005). Il significativo ridimensionamento del tessuto produttivo è attribuibile a diverse motivazioni tra le quali figurano principalmente: la recessione, lo sviluppo tecnologico del comparto, la concorrenza internazionale e le più stringenti normative.

La capacità produttiva annua del comparto è valutata 15,3 milioni di tonnellate, mentre il tasso degli impianti è stato stimato in circa il 75% per il 2017.

Stando agli esiti del "50 Census of World Casting Production" pubblicati sulla rivista Modern Casting di dicembre 2016, la Cina è rimasta il leader mondiale, con un volume complessivo di getti di 45,6 milioni di tonnellate, seguono gli Stati Uniti con 10,4 milioni di tonnellate, mentre l'India si è confermata terzo produttore con 10,8 milioni di tonnellate. Al 4° posto si posiziona il Giappone (5,4 milioni di tonnellate); al 5° Germania (5,3

milioni di tonnellate); al 6° Russia (4,2 milioni di tonnellate); al 7° Brasile (2,3 milioni di tonnellate); al 8° Corea (2,63 milioni di tonnellate); al 9° Italia (2,2 milioni di tonnellate); al 10° Turchia (1,85 milioni di tonnellate).

Di seguito riportiamo le tabelle tratte dall'articolo originale "Most Markets to see Small" pubblicato sul numero di gennaio 2017 di Modern Casting del cui testo è stata presentata una sintesi in precedenza. Le tabelle che proponiamo costituiscono le proiezioni fino al 2025 delle spedizioni americane di getti suddivise per tipologia di metallo e mercato di destinazione.

AFS (America Foundry Society), autore dell'articolo, informa che i dati riportati nelle tavole in questione sono stati elaborati mediante l'utilizzo di modelli econometrici previsionali e sono da considerarsi esclusivamente come valori stimati, pertanto AFS non può essere ritenuta responsabile circa la loro accuratezza.

Fonte: Traduzione liberamente tratta da Modern Casting - Gennaio 2017.

MERCATO GETTI DI GHISA GRIGIA

Utility Construction		Other Industrial Machinery - NAICS 333249	
NAICS (North American Industry Classification System) 2371		Crescita annua a breve termine '16-'19	0,2%
Crescita annua a breve termine '16-'19	-6%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-1,9%	Speed Changer, Industrial High-Speed Drive and Gear - NAICS 333612	
Highway, Street and Bridge Construction		Crescita annua a breve termine '16-'19	5,7%
NAICS 23731		Crescita annua a lungo termine '16-'25	2,0%
Crescita annua a breve termine '16-'19	-1,5%	Other Engine Equipment - NAICS 333618	
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-0,4%	Crescita annua a breve termine '16-'19	4,3%
Metal Valve - NAICS 33291		Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,5%
Crescita annua a breve termine '16-'19	-1%	Pump and Pumping Equipment	
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,2%	NAICS 33391	
Machine Tool Manufacturing		Crescita annua a breve termine '16-'19	15,2%
NAIC 333515		Crescita annua a lungo termine '16-'25	5,2%
Crescita annua a breve termine '16-'19	2,0%	Automobile and Light Duty Motor Vehicle	
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,8%	NAICS 33611	
Agricultural Implement Manufacturing		Crescita annua a breve termine '16-'19	-0,4%
NAICS 33311		Crescita annua a lungo termine '16-'25	0%
Crescita annua a breve termine '16-'19	4,1%	TOTALE	
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,5%	Crescita annua a breve termine '16-'19	2,5%
Construction Machinery - NAICS 333120		Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,9%
Crescita annua a breve termine '16-'19	15%	Previsioni vendite per il 2017 4.687.120.000 \$	
Crescita annua a lungo termine '16-'25	5,1%		

MERCATO GETTI DI GHISA DUTTILE

Iron Pipe, Fittings, Ingot Molds		Pump and compressor Manufacturing	
NAICS 331511		NAICS 33391	
Crescita annua a breve termine '16-'19	6,6%	Crescita annua a breve termine '16-'19	5,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	2,2%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,7%
Metal Valve - NAICS 33291		Other Engine Equipment - NAICS 333618	
Crescita annua a breve termine '16-'19	-1,5%	Crescita annua a breve termine '16-'19	3,7%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-0,5%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,3%
Agricultural Implement Manufacturing		Automobile and Light Duty Motor Vehicle - NAICS 33611	
NAICS 33311		Crescita annua a breve termine '16-'19	0,4%
Crescita annua a breve termine '16-'19	3,5%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,2%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,2%	Heavy Duty Truck - NAICS 33612	
Construction Machinery - NAICS 333120		Crescita annua a breve termine '16-'19	-1,2%
Crescita annua a breve termine '16-'19	14,2%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	-0,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	4,8%	TOTALE	
Oil and Gas Field Machinery - NAICS 333132		Crescita annua a breve termine '16-'19	4%
Crescita annua a breve termine '16-'19	34,3%	Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	14,5%	Previsioni vendite per il 2017 5.192.100.000 \$	

MERCATO GETTI DI ACCIAIO (non include le Fonderie di precisione)

Metal Valve - NAICS 33291

Crescita annua a breve termine '16-'19	-3,9%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-0,8%

Construction Machinery Equipment NAICS 333120

Crescita annua a breve termine '16-'19	5,8%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	2,6%

Mining Machinery and Equipment - NAICS 333131

Crescita annua a breve termine '16-'19	14,9%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	5,7%

Oil and Gas Fiel Equipment - NAICS 333132

Crescita annua a breve termine '16-'19	18,6%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	6,9%

Industrial and Commercial Fan and Blower NAICS 333412

Crescita annua a breve termine '16-'19	-4,5%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-1,1%

Engine, Turbine and Power Transmission Equipment - NAICS 3336

Crescita annua a breve termine '16-'19	2,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,3%

Industrial Process Furnace and Oven NAICS 333994

Crescita annua a breve termine '16-'19	6,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	2,6%

Railroad Rolling Stock NAICS 3365

Crescita annua a breve termine '16-'19	-2,6%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	-0,4%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19	1,2%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,9%

Previsioni vendite per il 2017 3.312.820.000 \$

MERCATO GETTI DI PRECISIONE

Sporting and Athletic Goods Manufacturing NAICS 339920

Crescita annua a breve termine '16-'19	2,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,1%

Industrial Valve - NAICS 332911

Crescita annua a breve termine '16-'19	2,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,1%

Small Arm Manufacturing - NAICS 332994

Crescita annua a breve termine '16-'19	0%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,3%

Engine, Turbine and Power Transmission Equipment - NAICS 3336

Crescita annua a breve termine '16-'19	2,3%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,1%

Transportation Equipment Manufacturing NAICS 336

Crescita annua a breve termine '16-'19	3,8%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	1,6%

Hand and Engine, Tool Manufacturing NAICS 33216

Crescita annua a breve termine '16-'19	0%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,3%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19	1,9%
Crescita annua a lungo termine '16-'25	0,9%

Previsioni vendite per il 2017 4.020.390.000 \$

MERCATO GETTI DI ALLUMINIO

HAVC and Commercial Refrigeration Equipment - NAICS 33341

Crescita annua a breve termine '16-'19 3,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,6%

Engine, Turbine and Power Transmission Equipment - NAICS 3336

Crescita annua a breve termine '16-'19 6,8%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,7%

Navigational, Measuring and Control Instruments - NAICS 3345

Crescita annua a breve termine '16-'19 4,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,8%

Household Appliance - NAICS 3352

Crescita annua a breve termine '16-'19 3,7%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,7%

Transportation Equipment - NAICS 336

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,0%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 0,6%

Motor Vehicles - NAICS 3361

Crescita annua a breve termine '16-'19 1,8%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,1%

Aerospace Products and Part - NAICS 3364

Crescita annua a breve termine '16-'19 1,2%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 0,8%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,6%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,3%

Previsioni vendite per il 2017 9.400.680.000 \$

MERCATO GETTI DI ZINCO E DI LEGHE A BASE PIOMBO

Electrical Equipment Manufacturing NAICS 33531

Crescita annua a breve termine '16-'19 1,7%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 0,7%

Noncurrent-Carrying Wiring Device NAICS 335932

Crescita annua a breve termine '16-'19 3,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,3%

Transportation Equipment - NAICS 336

Crescita annua a breve termine '16-'19 -1,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 -0,2%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19 1,3%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 0,6%

Previsioni vendite per il 2017 947.680.000 \$

MERCATO GETTI DI LEGHE A BASE RAME

Hardware - NAICS 332510

Crescita annua a breve termine '16-'19 -0,3%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 0,7%

Industrial Valve - NAICS 332911

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,2%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,3%

Plumbing Fixture Fitting and Trim NAICS 3329113

Crescita annua a breve termine '16-'19 -2,6%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 -0,4%

Speed Changer, Industrial High-Speed Drive and Gear - NAICS 333612

Crescita annua a breve termine '16-'19 6,2%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,7%

Pump and Pump Compressor - NAICS 33391

Crescita annua a breve termine '16-'19 4,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,1%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 1,3%

Previsioni vendite per il 2017 1.410.950.000 \$

MERCATO GETTI DI MAGNESIO

Hand and Edge Tool Manufacturing NAICS 332216

Crescita annua a breve termine '16-'19 3,3%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,6%

Sporting and Athletic Goods NAICS 339920

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,4%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,3%

Transportation Equipment - NAICS 336

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,6%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,4%

TOTALE

Crescita annua a breve termine '16-'19 2,7%
Crescita annua a lungo termine '16-'25 2,4

Previsioni vendite per il 2017 1.292.460.000 \$

Venerdì 22 settembre 2017

SAVE THE DATE

ASSEMBLEA
generale ordinaria
delle Fonderie Associate

- ▶ Ore 9.00 ASSEMBLEA PRIVATA
- ▶ Ore 10.00 ASSEMBLEA PUBBLICA
- ▶ Ore 13.00 Light lunch
- ▶ Pomeriggio Visita dei reparti produttivi
- ▶ Aperitivo

FONDERIA DI TORBOLE
Via Travagliato, 18 - Torbole Casaglia (BS)

✓ STAND ESPOSITIVI PER L'INTERA GIORNATA
✓ VISITA DEI REPARTI PRODUTTIVI

Ghise e Metalli



SIDERMETAL

SIDERMETAL SPA unipersonale via Europa N° 50 - 25040 Camignone di Passirano (BS) Italia
Tel. 030 654579 - Fax 030 654194 - email: infosider@sidermetal.it - web: www.sidermetal.it
Qualità certificata **ISO 9001:2008**

Viaggio di studio/missione imprenditoriale in India

Metti insieme un gruppo di fonditori, l'interesse per nuove esperienze, la volontà di confrontarsi, stringere relazioni e conoscere altre realtà produttive: ecco gli ingredienti che hanno connotato lo *study tour* organizzato da Assofond, all'interno del programma delle attività dedicate ai soci, dal 3 al 12 febbraio.

L'itinerario del viaggio ha toccato Calcutta, Coimbatore e Pune, con un'agenda fitta di visite a siti produttivi, con lunghi spostamenti in pullman e tanti voli interni.

Al nostro arrivo di sabato mattina, dall'aeroporto di Kolkata (Calcutta) siamo andati direttamente alla manifestazione fieristica internazionale IFEX, dove Franco Zanardi era speaker ufficiale in qualità di vicepresidente Assofond. A seguire, siamo stati ospiti a pranzo dai rappresentanti delle istituzioni locali, e dall'Associazione delle fonderie del West Bengala, presente il nostro console, che ci ha poi gentilmente ospitato a cena nella sua abitazione privata la domenica sera. Le poche uniche ore dedicate alla visita della città sono state spese nel tardo pomeriggio di domenica a Calcutta, e hanno lasciato senza dubbio un segno profondo in tutti. La giornata di



domenica, invece, era stata impegnata nella visita di una fonderia aperta appositamente per noi in due siti produttivi differenti (e distanti...).

Le giornate successive ci hanno totalmente impegnato con la visita di altre 12 fonderie e due impianti di assemblaggio autoveicoli, quelli di Tata e Mahindra; gli spostamenti in pullman fra gli stabilimenti, gli alberghi e gli aeroporti, ci hanno comunque permesso di "assaporare" l'India, pur con la perenne lotta per il volume dell'aria condizionata e nel mezzo di un traffico inimmaginabile, da cui siamo sempre miracolosamente usciti indenni (cosa sulla quale non avremmo scom-

messo e che diciamo solo ora con un vero respiro di sollievo)

Difficile riassumere tutto quello che abbiamo appreso durante il nostro "viaggio studio", ma tenteremo esponendo sinteticamente per punti le evidenze su cui tutti noi partecipanti* concordavamo:

1. L'industria fusoria indiana (almeno nel significativo campione visitato e/o incontrato) richiede a gran voce il *know-how*, e l'esperienza delle nostre aziende sia per colmare in parte il gap di qualità dei loro prodotti sia per ottenere nuovi volumi.
2. Soffrono anche loro la "globalizzazione" registrando una significativa sovracapacità produttiva.



Di certo ognuno di noi ha apprezzato la possibilità di condividere le proprie impressioni in un clima oltre che di esperienza e professionalità, di amicizia goliardica, che ha in parte trasformato il ritmo faticoso del viaggio (e il cibo indiano!) in una intensa e particolare esperienza, in qualche modo anche divertente.

Come accaduto con i viaggi precedenti, i saluti finali contenevano

3. La gentilezza, cortesia e ospitalità sono state ovunque ai massimi livelli, se possibile superando anche l'esperienza con i giapponesi, certamente più noti per i loro modi e costumi.
4. Difficile apprezzare totalmente, salvo che per un paio di fonderie, la veridicità delle informazioni e dei numeri che, dietro nostra richiesta, ci sono stati forniti. Ma torneremo su questi in successivi articoli più di dettaglio.
5. C'è, come ci aspettavamo, un'estrema distanza tra le nostre fonderie e le loro sul fronte dell'attenzione per l'ambiente, per la sicurezza, enunciata solo formalmente, e per le condizioni di lavoro, in moltissimi casi per noi disumane e inaccettabili. Questo nonostante tutte le fonderie si fregiassero delle certificazioni ISO 14000 e 18000 per ambiente e sicurezza... e quanti nostri clienti "esigenti" fra i loro clienti, del resto a noi già noto!
6. L'etica professionale e la con-



correnza al nostro paese: molte le analisi e discussioni fra di noi durante le ore in pullman, valutando civiltà pregressa, colonizzazione e influenze occidentali, religioni, usi e costumi, e ancora globalizzazione. Argomenti difficilissimi, che toccano di ciascuno il raziocinio, la coscienza e il cuore contemporaneamente ed in rapporti diversi.

già quale nuova destinazione per la prossima esperienza. Il mondo è grande, come è grande il mondo della fonderia ... l'esplorazione continua ...

Una rapida panoramica a volo di uccello, redatta rapidamente, ma che sarà seguita da altri contributi sia su queste pagine che in qualche occasione di incontro. ■

Oltre a Silvano Squaratti, direttore generale di Assofond, e a Piero Starita, past President di Amfond (Associazione italiana Fornitori Fonderie), hanno partecipato: Enzo Speziani per Lead Time, Franco e Federico Zanardi per Fonderie Zanardi, Franco Vicentini per VDP, Roberto dalla Bona per Fonderie Glisenti, Daniele Chiesa per Fondershell, Patrizia Comello e Rebecca Rossi per Fonderie di

Montorso e Fondmatic, Umberto Frigerio per Fonderia di Torbole, Pilenga Foundry e Fondstamp. Da sottolineare la presenza di due giovani come Rebecca Rossi e Umberto Frigerio, indicativa di un passaggio generazionale che è in corso anche nel settore delle fonderie, e che porterà in un vicino futuro rinnovamenti nella visione e gestione aziendale.

Benchmark energetici delle Fonderie

La cronaca del Seminario di Assofond ed Enea



Lo scorso lunedì 20 febbraio, nella suggestiva cornice dell'Agriturismo le Quattro Terre situato in Corte Franca (BS), si è svolto un Seminario, organizzato da Assofond in collaborazione con ENEA (Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile), dedicato alla presentazione dei Benchmark Energetici (Indicatori di Performance Energetici di Riferimento) per il settore delle Fonderie provenienti dalla elaborazione dei dati contenuti nelle prime Diagnosi Energetiche.

Premessa sulle Diagnosi Energetiche e sullo scopo dei Benchmark

Come noto il Decreto Legislativo n. 102 del 4 luglio 2014, attuazione della Direttiva Europea 2012/27/UE, ha introdotto, a partire dal mese di dicembre del 2015, l'obbligo della esecuzione di una Diagnosi Energetica finalizzata alla misura ed analisi dei consumi della impresa allo scopo di identificare le aree funzionali, i processi o gli impianti che possono essere oggetto di interventi utili ai fini del miglioramento delle performance energetiche.

Tale obbligo è stato assolto da molte imprese del settore delle Fonderie il cui processo, soprattutto in relazione alla fase di fusione, è notoriamente energivoro.

Ma come è possibile identificare i possibili interventi di miglioramento? La identificazione del-



le aree funzionali, dei processi o degli impianti che possono essere oggetto di intervento è possibile attraverso il confronto dei relativi consumi energetici, rilevati ad esempio nel corso della Diagnosi Energetica, con i corrispondenti valori di riferi-

mento (Benchmark o Indicatori di Performance di Riferimento): se il consumo della specifica area funzionale, processo o impianto oggetto di analisi è superiore al consumo di riferimento ci si trova di fronte ad una opportunità di miglioramento.

La attività di Assofond a supporto delle imprese del settore

Per supportare le imprese del settore in questo percorso, Assofond ha lavorato con ENEA, che ricordiamo è l'autorità cui il D.Lgs 102/2014 ha assegnata la responsabilità di verifica della conformità delle Diagnosi Energetiche, alla creazione dei necessari strumenti.

All'inizio del 2016 è stata pubblicata una Linea Guida per una efficace esecuzione della Diagnosi Energetica nel settore delle Fonderie (disponibile nel sito di ENEA) e, successivamente, sono stati raccolti ed elaborati i dati contenuti nelle Diagnosi trasmesse ad ENEA al fine di costruire i consumi di riferimento. Il risultato della raccolta ed elaborazione dei dati contenuti nelle Diagnosi Energetiche è stato l'oggetto del Seminario del 20 Febbraio.



La cronaca della giornata

Il Seminario, la cui platea (circa 70 persone) era composta sia dai rappresentanti del mondo delle Fonderie che dai rappresentanti delle società che forniscono servizi per supportare le imprese nella gestione efficiente della energia (ESCO), è stato aperto da **Gualtiero Corelli (Assofond)** che ha introdotta la giornata illustrandone lo scopo ed i contenuti.

Benchmark Energetici delle Fonderie
I risultati della elaborazione delle prime Diagnosi Energetiche

ENEA
Ente Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

ASSOFOND
Associazione Nazionale Fonderie

IN CONCLUSIONE

La diagnosi energetica non è un punto di arrivo, bensì un punto di partenza, per conoscere al meglio gli impieghi energetici della propria azienda, per valutare gli impatti delle misure di efficienza energetica e per implementare quegli interventi che consentiranno alle imprese di essere più competitive.

Oggi abbiamo realizzato un primo passo di un percorso che, con la collaborazione delle Imprese, potrà mettere a disposizione delle Fonderie un valido strumento gestionale in grado di migliorare la competitività del nostro Settore.

... RAZIONALIZZARE L'ENERGIA SI PUÒ ... SI DEVE!

Con il contributo di: EnergyTeam ENERGY SAVING SOGESCA aspo Corte Franca (BS) 20 Febbraio 2017

Gualtiero Corelli ha ricostruito il percorso di Assofond iniziato all'inizio del 2015 con la istituzione di un Servizio di Diagnosi Energetica riservato alle imprese associate ed eseguito con la collaborazione di due partner tecnici (SOGESCA ed Universal Sun). L'esperienza acquisita sul campo, ha consentito di definire una metodologia di esecuzione della Diagnosi Energetica specifica per le Fonderie che è stata successivamente pubblicata, all'inizio del 2016, in una Linea Guida per la Esecuzione della Diagnosi Energetica in Fonderia che, condivisa e validata da ENEA, costituisce oggi il riferimento ufficiale per gli addetti ai lavori. Il percorso è proseguito, in collaborazione con ENEA, con la costruzione degli Indicatori di Performance Energetica di Riferimento (Benchmark) che, insieme alla citata Linea Guida, completano il pacchetto degli strumenti necessari al processo di analisi e miglioramento delle performance energetiche.

Il successivo intervento di **Maurizio Prando (Assofond)** è stato dedicato alla presentazione dei criteri e dei metodi impiegati

per la costruzione degli Indicatori di Riferimento. Dopo una premessa, nel corso della quale sono state fornite le definizioni di Indicatore di Performance Energetica ed Indicatore di Performance Energetica di Riferimento, Maurizio Prando ha descritto il Processo di Costruzione degli Indicatori di Performance evidenziandone le potenzialità, legate all'ampio numero di dati disponibili, ed i limiti legati, questi ultimi, alla eterogeneità dei processi impiegati dalle imprese ed alla ridotta omogeneità dei dati disponibili dovuta all'impiego di un criterio di raccolta dei dati non comune. Sono stati quindi descritti i metodi statistici applicati per la aggregazione dei dati.

Completata l'introduzione dedicata ai metodi di costruzione degli indicatori sono stati presentati i risultati. **L'Ing. Atzori Dario**, che ha collaborato prima con ENEA e poi con Assofond alla realizzazione del progetto, ha presentati tutti gli Indicatori costruiti per le Fonderie produttrici di Getti in Ghisa, in Acciaio ed in Alluminio. L'Ing. Atzori ha presentati gli Indicatori di Per-

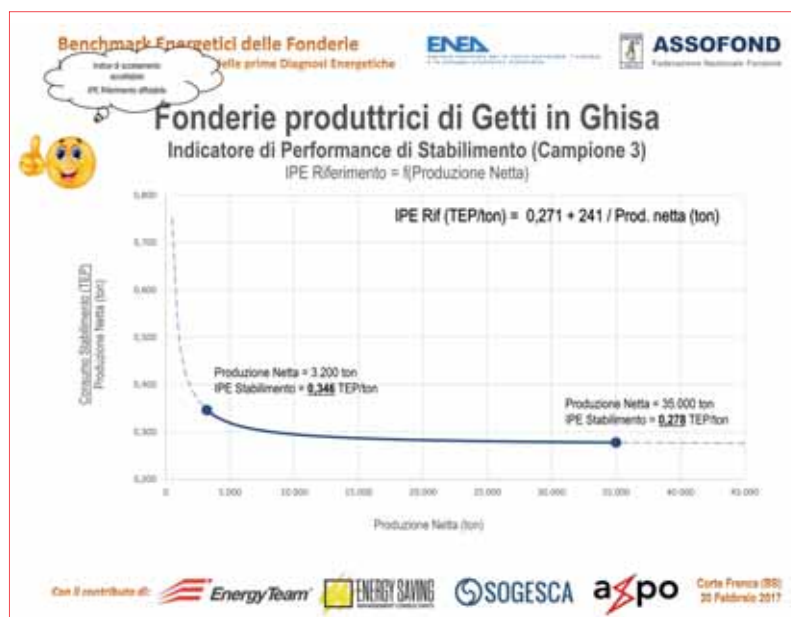


la presentazione di Edoardo Pigna che ha portata la esperienza di Federacciai, altra associazione di categoria molto vicina alle fonderie, che sta lavorando ad un progetto similare. Torneremo sull'argomento con articoli più dettagliati e specifici che saranno pubblicati nei prossimi numeri della rivista. Assofond ringrazia tutti i relatori, gli sponsor e tutti coloro che hanno contribuito alla buona riuscita della giornata. Ricordiamo, infine, che nel sito Fonderia Italiana (www.castingitaly.com) sono disponibili i video e le presentazioni dei relatori (già anticipate a tutti i partecipanti al Seminario ed a tutte le Fonderie associate). ■

formance dello stabilimento, quelli dei principali forni fusori (elettrico ad induzione, cubilotto, rotativo a gas, a bacino ed a torre), sistemi di formatura (sabbia/resina ed a verde), colata in forma permanente (isole di pressocolata), sala compressori ed impianti di aspirazione.

Infine l'Ing. Silvia Ferrari di ENEA ha commentato i risultati evidenziandone il livello di affidabilità, da non considerare sempre sufficiente, ed ha descritto le possibili applicazioni, a livello istituzionale, degli Indicatori ottenuti.

La giornata si è poi conclusa con



CON IL CONTRIBUTO DI:



ESTRUSIONE + PRESSOCOLATA + FONDERIA + LAMINAZIONE + FINITURE + LAVORAZIONI MECCANICHE + ENGINEERING & SIMULAZIONE

FOCUS SU: AUTOMOTIVE E RICICLO

metef

21 / 24 GIUGNO 2017 **VERONA**

EXPO OF CUSTOMIZED TECHNOLOGY FOR THE ALUMINIUM,
FOUNDRY CASTINGS & INNOVATIVE METALS INDUSTRY

**HOME OF
CUSTOMIZED**
L'AUTOMOTIVE IN
PERFETTA SINTONIA
CON METEF



Patrocinato da:



UBI Banca

Main sponsor



HYDRO

Diamond sponsor

www.metef.com

METEF 2017: sempre più ricco e qualificato il panorama espositivo



21 / 24 GIUGNO 2017 VERONA

EXPO OF CUSTOMIZED TECHNOLOGY FOR THE ALUMINIUM,
FOUNDRY CASTINGS & INNOVATIVE METALS INDUSTRY

Dal 21 al 24 giugno a Verona si danno appuntamento i protagonisti mondiali dell'industria dell'alluminio e dei materiali innovativi, per il business matching che coinvolgerà oltre 400 espositori con un terzo di presenza estera. Già al completo importanti aree come il padiglione della pressocolata e quelle dedicate alla fonderia e all'automazione industriale, con la possibilità di testare in presa diretta le tecnologie più avanzate del settore.

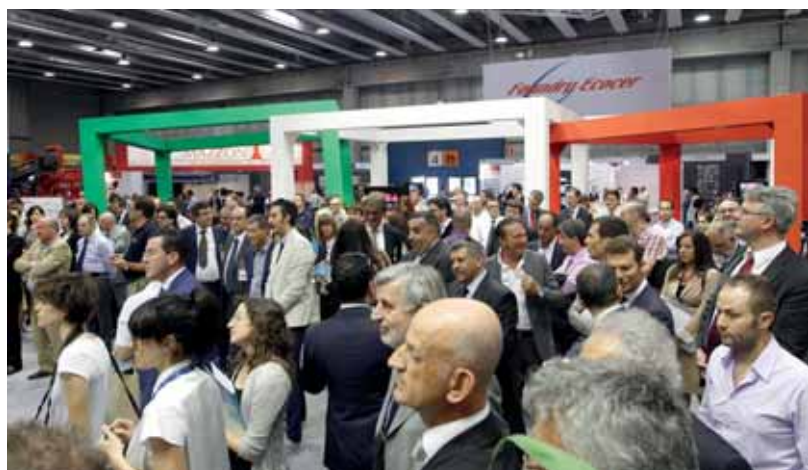
L'undicesima edizione di METEF, in programma a VeronaFiere dal 21 al 24 giugno 2017, rappresenta l'evento di riferimento a livello mondiale per l'industria dell'alluminio, dei metalli innovativi e delle attrezzature e soluzioni per il settore della fonderia, che trova nel comparto dell'automotive e dei trasporti in genere l'elemento trainante per l'intero indotto industriale. Il countdown organizzativo già evidenzia i dati che accreditano METEF quale crocevia internazionale di riferimento per oltre 400 espositori (di cui il 30% esteri) e la previsione di una partecipazione importante di operatori professionali (oltre 10.000 nel 2014, di cui il 35% dall'estero).

«METEF ha attraversato le profonde trasformazioni strutturali del sistema economico globale e in particolare della fonderia

e dell'industria dell'alluminio. L'esposizione ha mantenuto l'allineamento con l'evoluzione del mercato aggiornando contenuti e strategie di comunicazione ai cambiamenti in atto, al fine di rappresentare al meglio gli interessi delle piccole e medie imprese

della filiera dell'alluminio, sia in Italia sia nel mondo», spiega Giovanni Mantovani, direttore generale di Veronafiere.

METEF proporrà alla platea internazionale del settore la sua caratterizzazione molto specifica,



incentrata su quattro cardini: **filiera, custom solutions, automotive, networking**. Un percorso coerente e integrato che parte dalla fonderia, passando per i processi di trasformazione con le relative fasi di lavorazione, arrivando fino al prodotto e alla soluzione di fornitura, senza dimenticare ovviamente materie prime e riciclo. Una visita virtuale alla piattaforma fieristica può raccontare che il padiglione dedicato al **settore della pressocolata**, è già al completo: sono presenti **tutti i costruttori di macchine e impianti**, con la possibilità di testare e "toccare con mano" diverse nuove tecnologie che saranno esposte per la prima volta in fiera.

Di assoluta rilevanza l'**area dedicata alle fonderie**, già protagoniste con una forte partecipazione in termini di visitatori, che quest'anno come filiera avrà anche una nutrita presenza espositiva. Così come sta prendendo corpo un importante ampliamento del **settore dell'automazione industriale**, fortemente coinvolto nel processo di ottimizzazione e razionalizzazione dei flussi produttivi della trasformazione dell'alluminio. Di spicco la presenza dei leader mondiali del comparto, vera chiave di volta dello sviluppo manifatturiero nella logica dell'**Industria 4.0**.

Tematiche sulle quali METEF potrà aprire e guidare un confronto a livello internazionale, forte delle collaborazioni attive con diverse organizzazioni e associazioni estere di riferimento - come **Nadca, Foundry Planet, Fundigex, STOP (Associazione delle fonderie polacche), Fundigex ecc** - e grazie alla partecipazione già confermata di numerose delegazioni ufficiali in rappresentanza di diversi Paesi, dall'Occidente più avanzato come Stati Uniti e Germania ai mercati emergenti come Polonia, Repubblica Ceca, Slovacchia, Paesi Balcanici, Spagna, Iran. ■

LE AREE MERCEOLOGICHE



PRESSOCOLATA

I **principali costruttori europei** di macchine per la pressocolata, di stampi e stampi trancia, i produttori di acciai per attrezzature, i produttori di lubrificanti e distaccanti, i produttori di software di progettazione e simulazione.



FONDERIA FERROSI

Impianti formatura verde non bake, macchine spara anime, impianti rigenerazione e trattamento terre, forni e refrattari, prodotti ausiliari per la formatura.



FONDERIA NON FERROSI

Gli impianti, le attrezzature e i prodotti per la fonderia a gravità, la fonderia a bassa pressione, centrifuga e continua di tutti i metalli (acciai e ghise, alluminio, zama, ottone e magnesio). Il meglio delle tecnologie proposte dai produttori leader nazionali ed internazionali.



ESTRUSIONE

METEF ospita da sempre i produttori di materie prime, i costruttori di presse d'estrusione, i costruttori di matrici, i principali produttori di macchine per la lavorazione e l'imballaggio dei profili estrusi, di sistemi automatici di magazzino, di attrezzature diverse e di tutti i prodotti al servizio dell'industria dell'estrusione internazionale.



LAMINAZIONE

Le tecnologie della laminazione, dai processi a caldo e a freddo alle operazioni di finitura, con attenzione alle applicazioni del foglio sottile nell'imballaggio e nei prodotti elettrotecnici, agli impieghi nell'edilizia, nei trasporti, nella meccanica, nell'arredo.



FINITURE E LAVORAZIONI

Trattamenti di finitura delle superfici, tecniche di giunzione e lavorazioni meccaniche: per questi settori merceologici saranno in mostra le tecniche più innovative, i processi più aggiornati, le soluzioni maggiormente ecocompatibili messe a punto dagli operatori leader a livello internazionale.



ENGINEERING E SIMULAZIONE

A METEF è possibile incontrare le aziende leader nel campo del engineering e simulazione, impegnate nelle soluzioni più innovative in termini di software CAD/CAM, ad esempio per software di simulazioni di colata e solidificazione e di ottimizzazione dei processi di produzione metallurgica.



Arriva la scuola di colata in bassa pressione, il nuovo progetto di CSMT e AQM

Dopo il successo del progetto formativo dedicato alla pressocolata con due edizioni "over booking" i due centri servizi bresciani, attivi anche nella consulenza e formazione tecnica, si preparano ad accogliere nuovi studenti che frequenteranno un percorso didattico sul processo fusorio di colata in bassa pressione.

Le forti richieste degli utilizzatori e produttori di getti colati con questa tecnologia hanno spinto a creare una scuola per le fonderie che già producono in bassa pressione, ma anche per stimolare il settore con la preparazione di collaboratori adeguatamente formati e qualificati. La domanda di getti in bassa pressione cresce sempre più, questo il tema dell'intervento di Marco Bonometti, in qualità di Presidente ed Amministratore Delegato di OMR - Officine Meccaniche Rezzatesi, durante la presentazione del piano didattico del 21 febbraio 2017, ma anche le nuove frontiere dell'automotive e delle opportunità di sviluppo per le fonderie bresciane con Saverio Gaboardi, Presidente del Cluster Lombardo della Mobilità. CSMT e AQM hanno deciso di lanciare la

prima Scuola di Bassa Pressione per rispondere alle richieste del settore automotive che sempre più richiede il processo di colata in bassa pressione.

L'obiettivo è fornire una formazione tecnica, di elevato livello e certificata, creata per rispondere alle nuove sfide del mercato. Per sviluppare e rendere competitiva la produzione delle fonderie con sistema di colata a bassa pressione è necessario avere figure in azienda che abbiano una conoscenza approfondita del processo fusorio, le leghe, il processo di colata in bassa pressione, i trat-

tamenti, le finiture superficiali e lavorazioni meccaniche, lo stampo, la qualità e la sicurezza, etc. Il piano didattico è stato elaborato con il supporto di un comitato scientifico composto da docenti ed esperti di fonderia e si compone dei seguenti moduli:

- Le leghe.
- Il processo fusorio.
- Il processo di colata in bassa pressione (b.p.).
- Le anime per b.p.
- Gli stampi, casse d'anima e utensili b.p.
- Trattamenti termici, finiture superficiali e lavorazioni meccaniche.





- Progettazione del sito produttivo.
- La qualità nel processo di b.p.
- La sicurezza nel processo di b.p.
- La salvaguardia dell'ambiente nella fonderia di b.p.
- La gestione delle risorse umane.

Il piano didattico è rivolto a dipendenti di fonderie o di aziende che lavorano, trasformano o utilizzano getti in bassa pressione o realizzati con altre tecnologie, che potenzialmente possano ricoprire ruoli di responsabilità operativa, gestionale e dell'ufficio tecnico. Neo-diplomati o neo-laureati che intendano inserirsi in modo qualificato in aziende del settore.

Al termine del percorso di studi si otterrà il Diploma di qualifica in Low Pressure Die Casting Technologist o LPDC Technologist e la figura certificata LPDC Technologist avrà una conoscenza metallurgica e una capacità pratica per gestire i cicli di lavorazione, sfruttando procedure già definite e validate oppure definendole in funzione delle specifiche dei nuovi prodotti da realizzare. Sarà in grado rendere realizza-

bile il prodotto conformemente alle richieste, impiegando al meglio le risorse e garantendo gli standard qualitativi.

La figura sarà in grado d'individuare la migliore procedura per la realizzazione del prodotto, di predisporre e di gestire in sequenza "ottimizzata" le fasi ed i cicli di lavorazione e di verificare la conformità del prodotto alle specifiche e produttività richieste. Inoltre, avrà un'adeguata conoscenza metallurgica e la capacità

di progettare e validare i processi con riferimento alle specifiche del cliente. Avrà la padronanza delle metodologie, degli strumenti e delle tecniche di lavoro della colata in bassa pressione, assicurando il rispetto dei costi, dei tempi e della qualità concordati e, soprattutto, il raggiungimento della soddisfazione del committente. Può essere inserito sia all'interno di un'azienda per curare la progettazione del prodotto, sia nelle aziende utilizzatrici, per trasferire efficacemente i bisogni e monitorare le forniture. La docenza sarà sviluppata da professionisti con lunga esperienza operativa nel settore della Colata in Bassa Pressione, metallurgisti e specialisti di AQM e docenti dell'Università di Brescia. Svariate lezioni saranno sviluppate dagli esperti di aziende specializzate nelle lavorazioni e realizzazione dei prodotti e servizi collegati al mondo del LPDC.

Le lezioni partono il **19 aprile 2017** e si terranno presso CSMT Gestione e/o AQM Srl, con cadenza settimanale prevalentemente nelle giornate di mercoledì e giovedì, saltuariamente anche il sabato. ■





PLASMIAMO LE COMPETENZE IN PRESSOCOLATA

EDIZIONE 2016 / 2017



www.torostudio.it



INIZIATIVA PATROCINATA DA:



La Scuola di Pressocolata è un percorso di alta formazione con Certificazione delle Competenze da parte di un organismo accreditato, condotto da docenti dell'Università di Brescia, professionisti ed esperti nel settore della pressocolata, metallurgisti e specialisti di AQM. Il corso prevede lezioni teoriche, didattica e dimostrazioni in fonderia, visite aziendali, project work, seminari e workshop d'approfondimento.



FIGURE PROFESSIONALI

HPDC TECHNOLOGIST

Tecnologo d'industrializzazione del processo.

HPDC PROJECT MANAGER

Tecnologo d'industrializzazione del prodotto.

HPDC PRODUCTION MANAGER

Responsabile della produzione.



SINERGIE

INFRASTRUTTURE

Centro Fusorio gestito da personale specializzato. Aule e laboratori CSMT e AQM.

ESPERIENZA

Operatori del settore esperti nella conduzione del processo di pressocolata. Consolidata esperienza nella metallurgia, nel testing, nella diagnostica e nella gestione della qualità prodotti e processi.

DIDATTICA

Docenti dell'Università di Brescia, docenti di AQM, professionisti ed aziende specializzate del settore.



STRUTTURA

DURATA

402 ore di didattica suddivise in 12/16 ore settimanali, venerdì e sabato.

LABORATORIO

40 ore di didattica e dimostrazioni in fonderia, 3 Visite aziendali.

VALUTAZIONE DELLE COMPETENZE

3 Esami intermedi, 1 Project work finale.

WWW.SCUOLADIPRESSOCOLATA.IT

SPONSOR



SUPPORTER



SUPPORTER TECNICI




MEDIA PARTNER



EVENT PARTNER





“Lei non sa che rischi ho io!”

Il nostro cliente ideale.

I profili aziendali più complessi imbarazzano chi offre servizi standard, ma stuzzicano chi, come noi, ritaglia le sue proposte esattamente sulle esigenze dei clienti.

Progettiamo, infatti, soluzioni assicurative su misura per ogni azienda, garantendo la massima cura e tempestività grazie anche alla presenza del Gruppo in tutte le maggiori città italiane.

ASSITECA

Broker internazionale dal 1982

www.assiteca.it

Cacciatori di innovazione

L'assicurazione crediti commerciali tutela dal rischio di insolvenza della propria clientela e protegge dalle perdite sui crediti

Fare impresa non è mai stato facile, lo è ancora meno di questi tempi. Sono in molti a chiedersi quando si potrà parlare di piena ripresa. Sicuramente i primi a porsi questa domanda sono gli imprenditori che non riescono a intravedere condizioni di stabilità e autentiche certezze.

In un contesto di grande instabilità, è certo che la strada della crescita passi attraverso l'innovazione.

Per le imprese che affrontano la sfida competitiva dei mercati, l'innovazione è uno strumento che significa molte cose: maggiore attenzione alla domanda, costante miglioramento dei processi produttivi e organizzativi, ricerca della qualità e, soprattutto, servizi.

È proprio sui servizi infatti che si gioca la partita, o meglio su un pacchetto di servizi in cui si misurano l'efficienza del marketing, della comunicazione e degli strumenti finanziari e assicurativi.

La gestione del credito

Non vi è dubbio che il successo di un'azienda passi anche attraverso la sua capacità di gestire il credito, a partire dalla selezione del potenziale cliente fino al momento dell'incasso.

La conoscenza del proprio mercato e delle informazioni rilevanti, soprattutto in un periodo di previsioni economiche ancora incerte, è un fattore cruciale per aumentare l'efficacia dei processi aziendali di *decision making*.

In particolare le decisioni di *credit management* possono essere agevolate da una migliore conoscenza del rischio di credito collegato al proprio portafoglio clienti e ai loro ordini.

Nonostante il 2016 si sia chiuso con un calo del 2% dell'indice di insolvenza globale elaborato da Euler Hermes, per il 2017 la Compagnia prevede un'inversione di

tendenza con una previsione di crescita di 1 punto percentuale.

La ripresa economica che non trova stabilità è fra le cause del generale clima di incertezza, scandito dalle tensioni geopolitiche e dalle quotazioni in salita delle materie prime. Con il costo del greggio in crescita, ad esempio, le aziende saranno costrette a sostenere maggiori costi di produzione.

Già nei primi 9 mesi del 2016 il default di imprese medio-grandi è aumentato a due cifre (+45%).

Nei Paesi dell'Africa le insolvenze sono cresciute del 16%, in America latina del 18%. Nell'Europa occidentale, invece, si è registrato un calo del 5% dei casi di grave morosità e si prevede che il trend possa continuare nel nuovo anno.

La situazione generale sarà comunque influenzata dal rallentamento del commercio di Russia e Brasile, dal riequilibrio della domanda in Cina e dalle politiche che Donald Trump ha intenzione di promuovere, come la deregulation del settore manifatturiero e gli interventi sui dazi.

È sempre più necessario quindi che ogni impresa da un lato si organizzi al proprio interno con



adeguati processi di gestione del credito e, dall'altro, reperisca sul mercato strumenti e soluzioni che la supportino per la gestione di tali processi.

L'assicurazione crediti commerciali

Uno di questi strumenti è certamente l'assicurazione crediti commerciali che, se già in una situazione di mercato stabile costituisce una leva commerciale per l'impresa, in situazioni di incertezza diventa fondamentale anche in un'ottica di prevenzione.

La polizza Crediti Commerciali non è infatti una semplice copertura assicurativa, ma un vero e proprio sistema integrato di servizi che ha lo scopo di tutelare l'azienda dal mancato pagamento dei crediti commerciali a breve termine, derivanti sia da rapporti di compravendita sul mercato interno, sia dall'esportazione fra imprese.

"Il ricorso all'assicurazione dei crediti commerciali rappresenta un importante sostegno alle vendite, poiché offre la possibilità di ampliare il numero dei propri clienti incrementando così la propria attività"

Oggi una delle soluzioni più ricercate è quella che prevede una polizza assicurativa che, oltre a garantire le perdite sui mancati pagamenti, permetta di avere informazioni approfondite in merito allo stato di salute del proprio portafoglio clienti (analisi del rischio per singolo cliente e per settore di riferimento) combinandolo agli andamenti settoriali e fornendo così un valido supporto per lo sviluppo delle vendite e per approcciare nuovi mercati.

In un'ottica di prevenzione e sviluppo commerciale, è infatti in-

dispensabile dotarsi di strumenti che forniscano informazioni qualificate sullo stato di salute dei clienti attuali, di quelli potenziali e dei mercati in cui operano permettendo così di definire appropriate misure di prevenzione, come la riduzione dei termini di pagamento verso determinati clienti o per determinati settori merceologici, e conseguenti azioni di vendita.

"L'assicurazione crediti commerciali protegge l'azienda dal rischio di insolvenza dei propri clienti. Non solo: la polizza crediti è un utile strumento per migliorare la gestione dei pagamenti e programmare gli investimenti"

Soprattutto per le imprese italiane che intendono approcciare mercati esteri con maggiori certezze, è necessario dotarsi di una polizza in grado di combinare la copertura assicurativa ad altri servizi accessori (*risk portfolio profiling, buyer rating, analisi settoriali sui mancati pagamenti, recupero crediti...*) e che supporti l'intero processo di *credit management*.

In questo percorso, le imprese hanno bisogno di essere supportate da esperti che le possano guidare nell'analisi e nell'identificazione sul mercato delle soluzioni che meglio possano soddisfare le loro esigenze. Diventa quindi fondamentale il sostegno e l'affiancamento del broker qua-

le consulente e mediatore tra l'azienda e il mercato assicurativo.

Il broker opera infatti con tutte le principali compagnie assicurative nell'interesse esclusivo del proprio cliente, vanta una vasta conoscenza delle soluzioni presenti sul mercato e, grazie al proprio potere contrattuale, è in grado di ottenere condizioni competitive difficilmente conseguibili dalla singola impresa.

Può quindi proporre le coperture assicurative che meglio si adattano alle esigenze dei propri clienti e si fa parte attiva nello sviluppo di soluzioni innovative e personalizzate. Si può dire che sia di fatto un "cacciatore di innovazione".

La Divisione Crediti Commerciali di Assiteca, primario broker assicurativo italiano unico quotato in Borsa Italiana, risponde a queste esigenze.

La Divisione è nata infatti per offrire una risposta efficace alle aziende, offrendo un servizio integrato che consenta un più semplice monitoraggio interno della solvibilità della clientela e garantisca il costante supporto nella gestione del rischio credito.

Ferdinando Capece Minutolo - Responsabile Divisione Crediti Commerciali - ASSITECA spa ■

I VANTAGGI DELL'ASSICURAZIONE CREDITI:

- previene il rischio di insolvenza con un'attenta selezione della clientela
- protegge l'impresa dalle perdite sui crediti
- incrementa l'attività ampliando il parco Clienti
- consente un attento monitoraggio del portafoglio Clienti
- elimina la necessità di garanzie aggiuntive
- migliora la qualità dei crediti a bilancio e, quindi, del capitale circolante
- accelera il processo di incasso e recupero del credito e riduce i fondi di svalutazione crediti

Savelli Technologies e Küttner Schwingtechnik completano la piattaforma globale della Fonderia del Gruppo Küttner nei campi della formatura in terra a verde e della tecnologia vibrante

Il Gruppo tedesco KÜTTNER ha ampliato la propria piattaforma globale per la Fonderia con l'aggiunta di due nuove società per l'equipaggiamento e la tecnologia della vibrazione e della formatura che completano perfettamente l'attività chiave di Küttner. Ogni azienda ha una competenza tradizionale e alta tecnologia nel proprio campo - con tutte le competenze necessarie per la progettazione, la fabbricazione/montaggio, installazione e messa in servizio. Le aziende saranno integrate nel campo delle vendite, sviluppo del progetto e della realizzazione, ma rimarranno indipendenti con una propria gestione. Questa espansione strategica permette a Küttner di fornire fonderie intere con processo di formatura in terra a verde, dalla fusione, preparazione della terra passando per la formatura fino alla distaffatura, raffreddamento e trasporto dei getti.

Küttner costruisce sistemi di movimentazione dei materiali per le fonderie che utilizzano attrezzature a vibrazione da vari partner per 70 anni. Nel corso degli ultimi anni Küttner, in collaborazio-



ne con il produttore austriaco di attrezzature vibranti IFE, ha costruito e installato una nuova generazione di tutte le macchine per fonderia rilevanti come il distaffatore a controllo elettronico, il raffreddatore getti e altre macchine speciali. Come risultato di questa collaborazione di successo IFE e Küttner hanno fondato Küttner Schwingtechnik, una nuova organizzazione congiunta con sede a Essen, in Germania e Waidhofen, in Austria. L'operazione Waidhofen utilizza l'infrastruttura esistente e le capacità per la progettazione e la fabbricazione su misura delle attrezzature e servizi di fonderia.

Küttner Holding è diventata anche un'importante azionista (55%) di

Savelli Technologies che è stata fondata da Francesco Savelli e dai suoi partner Boldi, Botticini, Gilberti e Tura. Savelli Technologies S.r.l. ha assunto la migliore squadra di esperti per la progettazione, costruzione, installazione e avviamento di impianti di formatura completi. Savelli Technologies ha sede a Brescia, Italia con uffici moderni, situati in uno dei tre edifici Tre Torri e un proprio stabilimento per l'assemblaggio, ricambi e assistenza. Nel suo primo anno la Savelli Technologies è già stata premiata con ordini dalla Russia, Corea e Polonia per impianti di formatura di nuova generazione e per attrezzature per la preparazione della terra a verde. ■



SAP Partner
Open Ecosystem



**Pronto per la prossima generazione
di Fonderie e per le persone
che le gestiranno.**

Emilia Romagna

E.C.A. Consult Srl
☎ 0542.890000
www.ecaconsult.it

Lombardia

NEOS Consulting Srl
☎ 035.6224391
www.neosconsulting.it

Veneto

SINAPSI Informatica Srl
☎ 0429.782088
www.sinapsinet.it



**INVITO A PRESENTARE OFFERTA IRREVOCABILE D' ACQUISTO
ASTA DEL 20.04.2017 ore 10:00**

Il Fallimento IMF Impianti Macchine Fonderia S.r.l. invita a far pervenire manifestazioni d'interesse finalizzate all'acquisto dell'azienda **"IMF IMPIANTI MACCHINE FONDERIA S.R.L.", R.G.F. n. 4426/2016** Tribunale di Varese, o dei rami contraddistinti dai marchi "IMF" (ramo No bake), "CARLO BANFI" (ramo granigliatrici) e "FOUNDRY AUTOMATION" (ramo macchine "spara anime"), nonché delle partecipazioni dalla medesima detenuta appresso specificate.

L'invito ad offrire ha ad oggetto i seguenti **lotti**:

- 1) AZIENDA (KH, modelli e disegni, marchi IMF, CARLO BANFI, FOUNDRY AUTOMATION, wip, rimanenze, beni mobili, elenco clienti) partecipazioni e complesso immobiliare in Luino (compresi i diritti derivanti dal contratto di Leasing immobiliare n. D00138 del 16/12/2002 in essere con la società Hypo Voralberg Leasing AG / S.p.A.) - Prezzo Base 11.830.000,00;

In subordine

- 2) AZIENDA (KH, modelli e disegni, marchi IMF, CARLO BANFI, FOUNDRY AUTOMATION, wip, rimanenze, beni mobili, elenco clienti) e partecipazioni - Prezzo 3.900.000,00;

In ulteriore subordine:

3) I RAMI D'AZIENDA

- 3.1) RAMO CARLO BANFI (KH, modelli e disegni, marchio CARLO BANFI, wip, rimanenze, beni mobili, elenco clienti Carlo Banfi) - Prezzo Base € 450.000,00;
- 3.2) RAMO FOUNDRY AUTOMATION (KH, modelli e disegni, marchio FOUNDRY AUTOMATION, wip, rimanenze, beni mobili, elenco clienti Foundry Automation) - Prezzo Base € 450.000,00;
- 3.3) RAMO IMF (KH, modelli e disegni, marchio IMF, wip, rimanenze, beni mobili, elenco clienti Impianti Macchine Fonderia) - Prezzo Base € 3.000.000,00;

e

4) LE PARTECIPAZIONI

- 4.1) Partecipazione (100%) BMF France Sarl - Prezzo Base: € 100.000,00;
- 4.2) Partecipazione (100%) IMF India LTD - Prezzo Base: € 100.000,00;
- 4.3) Partecipazione (97%) IMF Services Ltd - Prezzo base: miglior offerente;
- 4.4) Partecipazione (95%) IMF North America INC. - Prezzo base: miglior offerente;
- 4.5) Partecipazione (71%) IMF Brasil LTDA - Prezzo base: € 35.000,00;
- 4.6) Partecipazione (51%) IMF Foundry Machinery (Tianjin) Co. Ltd. - Prezzo base: miglior offerente;
- 4.7) Partecipazione (51%) QIQIHAR EEE Foundry Equipment Co Ltd. - Prezzo base: € 70.000,00;

Le manifestazioni d'interesse portanti il corrispettivo che si intende offrire e ogni altro elemento qualificante l'offerta medesima dovranno pervenire in busta chiusa presso lo studio del Curatore in Varese, Via Cavour n. 42 entro le **ore 12.00 del giorno 19.04.2017**; nella busta contenente l'offerta dovrà essere allegato a titolo di cauzione assegno circolare intestato a "Fall. 4426/2016 - Curatore dr. Marco Bianchi" pari al 10% del prezzo offerto.

L'offerta è libera (fatta eccezione per il Lotto 1 per cui il prezzo minimo non potrà essere inferiore ad € 11.830.000,00).

Per le modalità di partecipazione e le condizioni di vendita si invita a prendere visione del regolamento pubblicato sul sito internet **www.astefallimentivarese.net** o sul sito **http://fair.va.camcom.it**

L'apertura delle buste è fissata per il **giorno 20.04.2017 ore 10:00** presso lo studio del Curatore.

Per maggiori informazioni rivolgersi allo studio del Curatore dr. Marco Bianchi al numero telefonico **0332/232176** o all'indirizzo mail **mbianchi@bianchicartabia.it**



Insieme a voi determinati nella crescita e nell'innovazione
al servizio della qualità che richiedete

F.LLI MAZZON

F.LLI MAZZON S.p.A.

Via Vicenza, 72 - 36015 Schio (VI) ITALY - Ph. +39.0.445.678000 - Fax +39.0.445.678001 - info@mazzon.eu - www.mazzon.eu
Contatto diretto: commerciale@mazzon.eu



I fattori che portano alla formazione di risucchi nelle ghise grigie e sferoidali. Una rivisitazione completa del problema

Introduzione

E' noto che le ghise grigie (gg) hanno una capacità di autoalimentazione superiori alle ghise sferoidali (gs). Tuttavia esse sono soggette occasionalmente a fenomeni anomali di ritiro in cui le fonderie occasionalmente incapano specie in associazione alla colata automatica.

Per quanto riguarda le gs la formazione di risucchi anche occasionali ha più cause non sempre ben riconosciute come quella della temperatura. Questi incidenti naturalmente sono all'origine di costi e ritardi non più accettabili.

Lo scopo di questo lavoro è quello di eseguire una rivisitazione delle cause basate su quanto la letteratura tecnica ci ha finora fornito ma che sembrano non essere di dominio delle nuove leve ora responsabili sia della metallurgia che degli uffici tecnici anche quando dispongono di strumenti avanzati di lavoro.

Esiste quindi un deficit di conoscenze che va colmato. Le cause suddette sono invece confermate dall'esperienza dell'autore nel suo lavoro corrente di supporto tecnico con l'impiego di strumenti come l'analisi termica e la simulazione.

I diversi casi verranno corredata-

ti con esempi presi dalla realtà produttiva.

I meccanismi della solidificazione di ghise grafitiche

CASO DELLE GHISE GRIGIE

Queste leghe presentano una crescita a strati (Fig. 1) con uno sviluppo cooperativo (o coordinato) dell'eutettico. In queste condizioni l'espansione associata alla precipitazione della grafite si scarica direttamente sul liquido favorendo una compensazione ideale del ritiro austenitico evitando anche la sovrappressione che porterebbe ad un effetto di cedimento di forma.

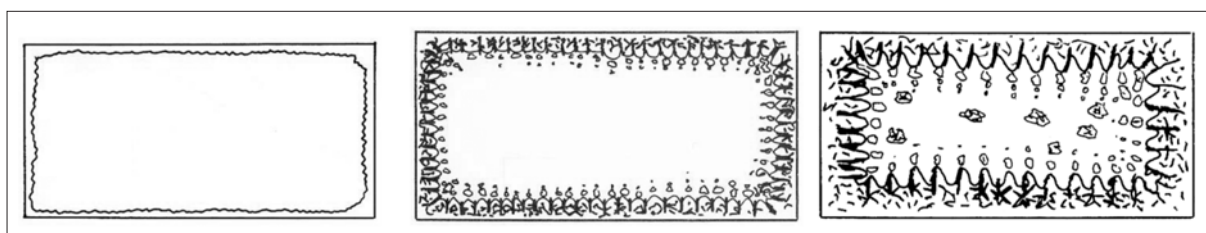
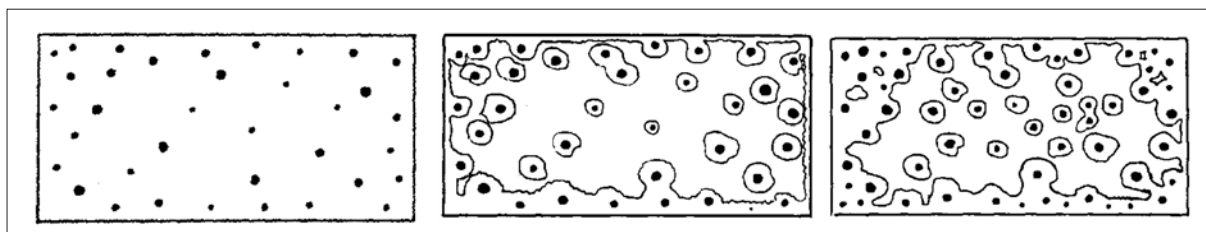
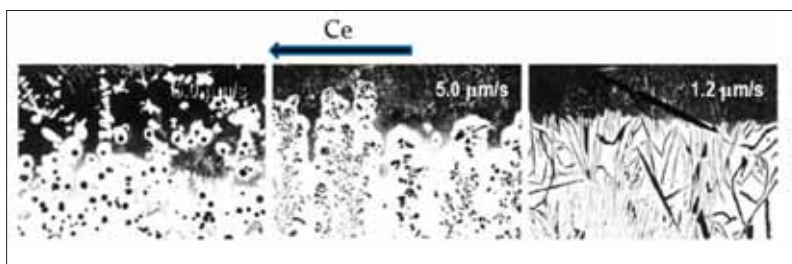


Fig. 1 - Schema del meccanismo di solidificazione nelle ghise grigie.



■ Fig. 2 - Schema del meccanismo di solidificazione nelle ghise sferoidali.



■ Fig. 3 - I meccanismi di crescita cambia con l'aumento del tenore di cerio.

CASO DELLE GHISE SFEROIDALI

Le ghise sferoidali per contro presentano un eutettico divorziato (austenite ed i noduli di grafite non sono coordinati nel loro sviluppo) ed per di più il liquido possiede una minore conducibilità (Fig. 2). Ciò si traduce in una crescita pastosa (a strati più spessi) che non consente uno smaltimento dell'espansione grafite sul liquido ma che può riversarsi sulle pareti generando l'effetto cedimento di forma. L'alto contenuto di carbonio certamente non può che potenziare il rischio.

Un lavoro sperimentale recente ha fatto vedere come cambia la modalità di solidificazione della ghisa base lamellare con l'aggiunta progressiva di cerio in un ambito di crescita unidirezionale (Fig. 3). La velocità di crescita della lamellare si è rivelata molto lenta a confronto delle strutture intermedie comprese quelle a grafite compatta.

Negli anni 80 un lavoro sperimentale preparatorio alla creazione di un software di simulazione (Solstar) generò delle

immagini che confermavano questi andamenti (Fig. 4). Venne utilizzata la tecnica dello svuotamento progressivo di un getto campione sia in gg che in gs. In pratica, una serie di pezzi vennero colati e lasciati raffreddare in staffa per tempi prefissati dopo i quali i pezzi vennero distaffati onde osservare la progressione della solidificazione.

E' evidente nel caso delle gg che durante la solidificazione si mantiene un contatto liquido molto prolungato fra le diverse sezioni malgrado la differenza di spessori o moduli, ciò che facilita l'alimentazione da più punti del particolare. L'esatto contrario avviene nelle gs. Come co-

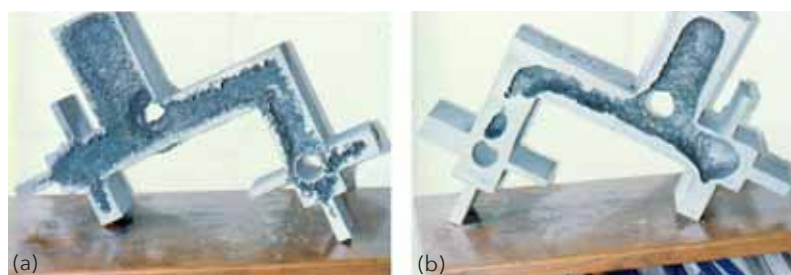
rollario si desume anche che a differenza di quanto avviene per le gg, l'accrescimento nelle gs sembra seguire con maggiore proprietà la regola dei moduli di solidificazione e quindi le regole di progettazione.

La filosofia dell'alimentazione

CASO DELLE GHISE GRIGIE

Era ed è esperienza nelle gg che maggiore il contenuto di carbonio (e di CE) e minori sono le esigenze di alimentazione, favorite naturalmente dal loro meccanismo di solidificazione. Tuttavia, la progettazione suppone di conoscere numericamente le esigenze di alimentazione in termine di modulo del collo in funzione di quello del getto.

S.Karsay in uno studio analitico degli anni 70, partendo del principio che le ghise grafite (gg e gs) dovevano essere alimentate per il periodo sufficiente di tempo (in termini di moduli) a raggiungere la



■ Fig. 4 - Progresso della solidificazione a parità tempo (5 min.) in un getto campione in (a) gg (b) gs.



Fig. 5 - (a) Scatola con %C 3,15 e %Si 1,70% (CE: 3,75%) (b,c) Getti in GG 20.

temperatura di solidificazione eutettica, aveva proposto l'approccio noto oggi come "Alimentazione a pressione" che però non teneva conto dell'effetto del cedimento forma.

Tra l'altro l'approccio non faceva distinzioni fra i diversi tipi di ghisa grigia sebbene possiamo immaginarla più tagliato per le ghisa a basso CE (<3,8%) (G30 e G35) in quanto soggette ad un ritiro liquido molto evidente all'origine di ricali in caso di mancata compensazione (Fig. 5a).

L'approccio della "Materozzatura a pressione" permette in molti casi di eliminare le materozze utilizzando i sistemi di colata a tale scopo (Fig. 5b, 5c).

Le materozze dette Connor con sezioni di contatto di 1,5 -2 mm ne sfruttano in un altro modo la facilità di alimentazione e ancora oggi sono molto comuni nella produzione di dischi freno (G20 e G15 HC) (Fig. 6).

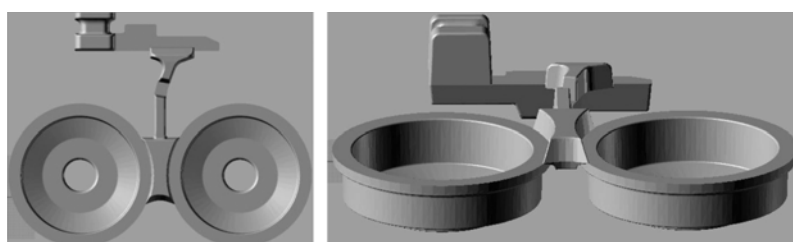


Fig. 6 - Esempio di colata Connor.

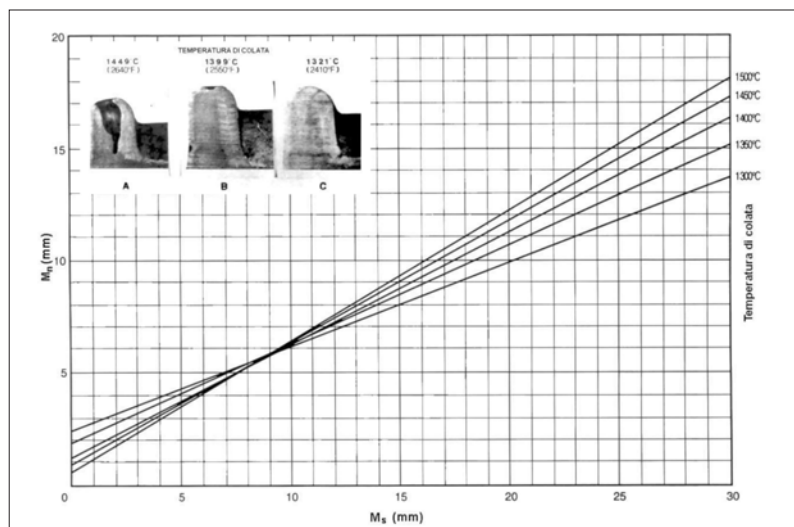


Fig.7 - Rapporto modulo collo/modulo significativo del getto in funzione della temperatura.

L'approccio Karsay

La soluzione grafica in funzione della temperatura di colata illustra il modulo del collo in rapporto al modulo significativo o maggiore del pezzo M_s (Fig. 7) da cui si ricava un valore medio nell'intervallo 0,55-0,60 almeno per moduli superiori a 1 cm.

I valori si sono rivelati sovrabbondanti e quindi molto sicuri per le gg (nella realtà pratica nelle G30 non eccede il rapporto dello 0,4). Sono invece risultati - come vedremo - insufficienti nel caso delle gs. Ma l'approccio ha costituito un buon punto di partenza.

Per concludere, il ritiro liquido di progettazione nelle G30 (le G35 sono ormai scomparse) è dell'ordine del 2-3%. max. mentre il modulo del collo come già detto è pari allo 0,4 del modulo del getto. Per le G25 il modulo del collo (o attacco) si può considerare lo 0,3 mentre che per le G20 e G15 lo 0,2. un ritiro liquido del 2% risulta più che sufficiente.



Fig. 8 - Getti in gg che presentano dei difetti di ritiro anomali.

Ritiri anomali nelle gg

Occasionalmente i getti in gg presentano dei difetti di ritiro sia esterni che interni non spiegabili con presenza nel primo caso di ricami specie nelle nicchie o negli incroci con eventuale presenza di esudazione di ghisa (Fig. 8). Il fenomeno è già stato studiato negli anni 80 dalla BCIRA (ente inglese per le ricerche sulle ghise non più attivo) ed è quindi noto da molto tempo.

I difetti furono associati ad un effetto di sovranucleazione del bagno a seguito di sia operazioni di correzione della composizione (o meglio di precondizionamento involontario nei forni elettrici) che a un eccesso di inoculazione o di entrambi (Fig. 9a).

Tale stato è evidenziabile in due modi: attraverso il conteggio di celle eutettiche opp. attraverso la determinazione del livello di sottoraffreddamento nella curva di analisi termica: un controllo, questo, più immediato (Fig. 9b). Nel primo caso si ritiene a rischio di risucchi conteggi superiori a 700 celle/cm² nel provino standard di trazione.

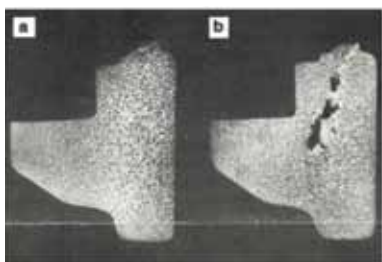


Fig. 9 - Bagni con livelli (a) nucleazione normale (b) di sovranucleazione- struttura più fine (c) curva tipica di analisi termica in una ghisa ipoeutettica.

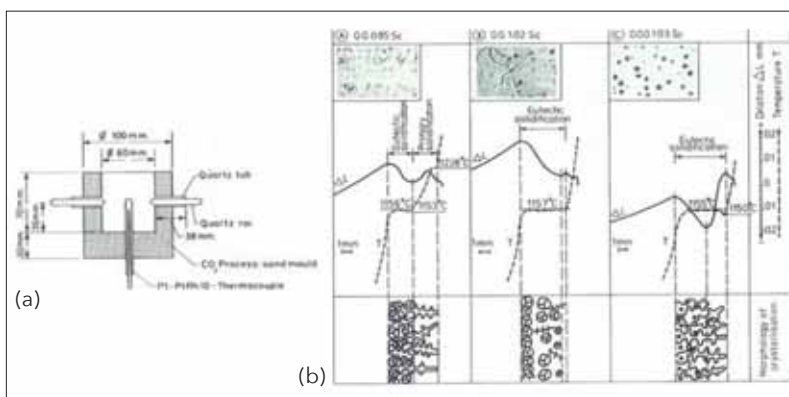


Fig. 10 (a) Provino Hummer (b) le curve composite relative ad un G30, G15 e gs (a destra).

Nel secondo caso si consiglia di non cercare di abbattere il sottoraffreddamento ($\Delta T < 2^\circ\text{C}$) che porta ad ottenere il 100% di grafite tipo A. Tra l'altro le norme chiedono solo il 90%. Un lavoro tedesco dimostrò statisticamente che la sensibilità ai ritiri era maggiore quanto più alto era il carbonio equivalente ciò che può apparire come un'apparente contraddizione ma che non lo è affatto giacché queste sono quelle più facilmente inoculabili.

La spiegazione che si avanza in questi casi è che la sovranucleazione modifica la modalità di crescita e la avvicina a quella

delle ghise sferoidali nel senso di favorire una crescita più pastosa quindi senza la possibilità di scaricare l'espansione sul liquido rimanente generando di conseguenza dei ritiri sia primari che secondari.

CASO DELLE GHISE SFEROIDALI NELLE FORME A VERDE

L'effetto cedimento di forma è un fenomeno noto da sempre nelle gs a causa anche della qualità della formatura a verde oggi certamente molto migliorata. Tuttavia per molto tempo non si è riusciti a valutare il suo ruolo agli scopi della progettazione dei sistemi di alimentazione.

LE ESPERIENZE HUMMER

Finalmente negli anni 90 R.Hummer sviluppò un provino in cui era possibile elaborare delle curve di analisi termica in contemporanea a quelle di espansione/ritiro lungo l'intervallo della solidificazione (Fig. 10).

Successivamente e per conferma produsse dei getti campioni (cubi di ca. 100mm di lato) alimentati per tempi crescenti giocando con colli di alimentazione a sezione progressiva (Fig. 11). Egli dimostrò che nel caso delle gs nelle forme a verde il ritiro in condizioni normali si protrae per ca. il 50% del tempo di solidifica-

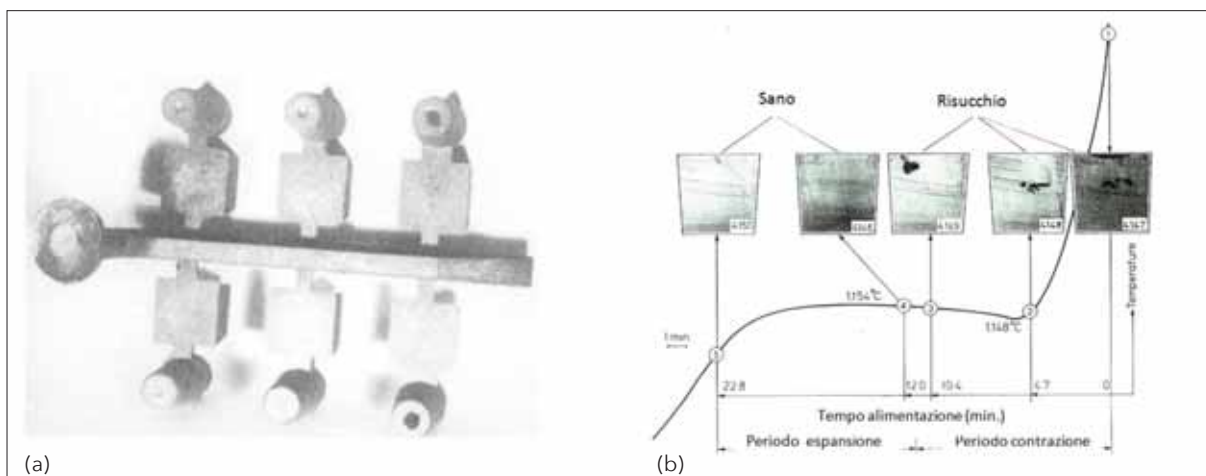


Fig. 11 - (a) I getti campioni con colli crescenti (b) risucchi e tempi di alimentazione (DX).

zioni del getto che in termini di moduli significa

$$\sqrt{0,5} = 0,7$$

Quindi il modulo del collo rappresenta il 70% del modulo del getto nel caso della formatura a verde. Il valore differisce non di poco rispetto a quello dedotto da Karsay (60% max.) che infatti non assicurava una costanza di risultati, salvo il caso di condizioni di produzione di ottimo livello.

La Fig.12 illustra un caso nella fabbricazione senza materozze di alberi a camme per autovetture Fiat prodotte a milioni sfruttando il sistema di colata presso lo stabilimento di Carmagnola non più esistente.

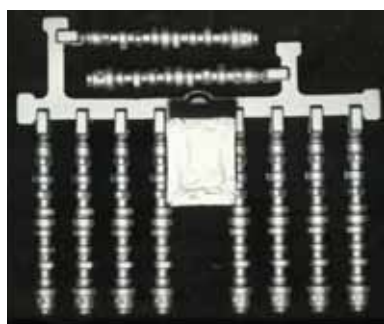


Fig. 12

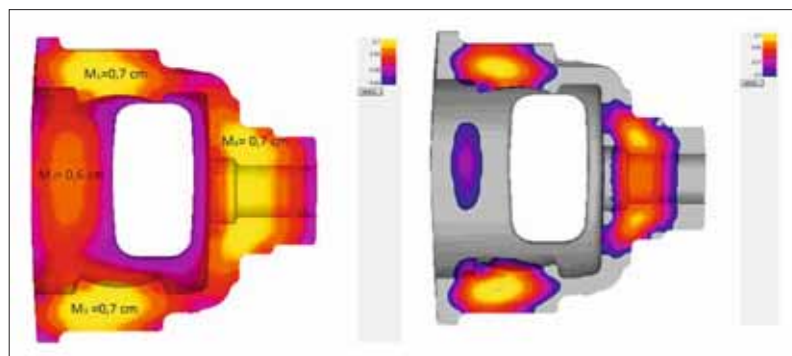


Fig. 13 - (a) I moduli nel pezzo - (b) Moduli > 0,5 cm (SOLIDCast).

Una regola che si può desumere in questi casi è che la materozza opp. montante può alimentare indirettamente qualunque sezione del pezzo a patto che nessuna sezione nel percorso abbia un modulo inferiore a quello definito poco fa (Fig. 13). Tuttavia questa regola è valida per moduli inf. a 1,5 cm. Per valori maggiori l'alimentazione indiretta non funziona più ed è giocoforza necessario attaccarsi alla sezione più calda.

Nell'esempio di Fig. 13 - noti i moduli importanti del pezzo - si verifica l'eventuale collegamento termico fra di loro Mn: 0,5 cm (0,7x0,7 cm) che non esiste (DX). Quindi le 3 aree richiedono alimentazione separata.

Influenza della qualità metallurgica

L'analisi termica attraverso l'elaborazione della curva di solidificazione di raffreddamento in assenza di tellurio ci consente di valutare la qualità metallurgica (o capacità di autoalimentazione) del bagno in base a 4 parametri: il sottoraffreddamento, la recalescenza, la temperatura di fine solidificazione e l'angolo di chiusura a essa associato. Esperienza mostra che gli andamenti possono essere vari (Fig. 14). Tuttavia quella desiderabile è più vicina alla curva a sinistra dove i valori di sottoraffreddamento e recalescenza sono minimi. Inoltre la curva appare ben bilan-

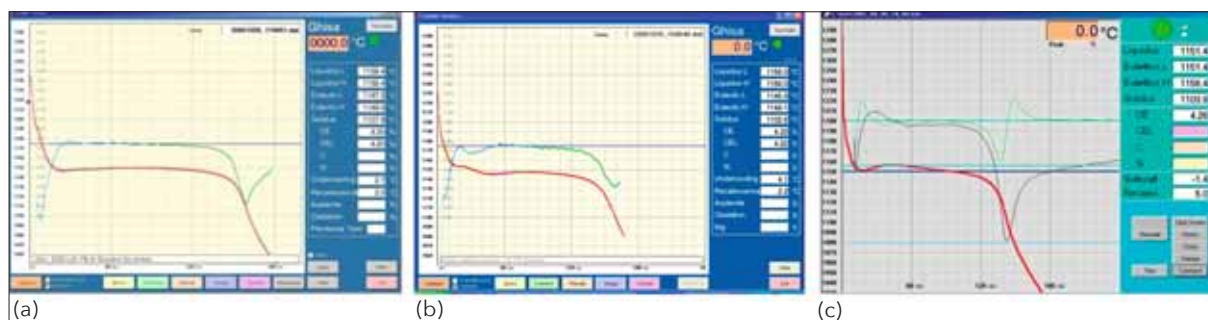


Fig. 14 - Alcuni dei diversi andamenti delle curve di raffreddamento trovati nella pratica (a) curva desiderabile (b) curva con Liquidus anomalo (c) curva con recalescenza prematura molto marcata.

ciata (vedi prima derivata) e la chiusura è buona. Le altre curve sono migliorabili attraverso una modifica della pratica metallurgica se si vogliono assicurare una maggiore costanza di risultati.

Le porosità e l'angolo di chiusura

L'angolo di chiusura della curva alla fine del processo è un indicatore della tendenza alla formazione di porosità o anche di microcavità che possiamo chiamare "Terziario" per differenziarlo da quello secondario dovuto al cedimento forma e quindi può affettare anche ai getti di grossi spessori prodotti in forme rigide. L'inoculazione finale con il prodotto giusto ha un ruolo molto marcato sia nel favorire la chiusura della curva che nel contrasto delle difettosità di questo origine.

STORIA CASO N.1

Si tratta di un particolare di oltre 100 kg di peso prodotto in forme a verde. Dopo la messa a punto e per un certo periodo non presentava alcun difetto di sanità. Tuttavia un giorno questo cominciò a manifestarsi in modo evidente (Fig. 15a). Furono fatti tentativi con maniche di altro tipo ma senza successo. Per ultimo si decise di adoperare una materozza in sabbia di diam. 180Φ che naturalmente non risolse (Fig. 15b).

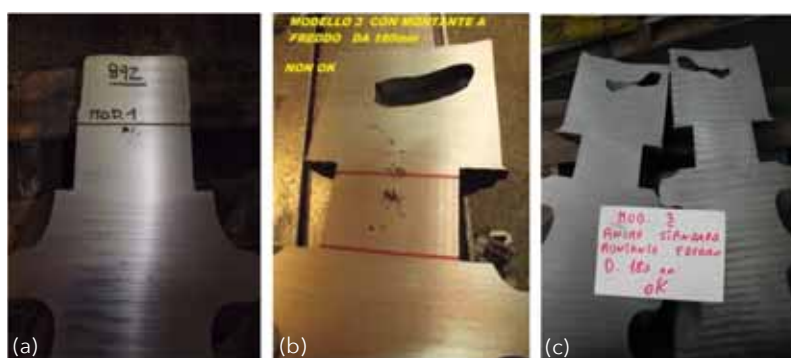


Fig. 15 - Il particolare in studio nelle 3 fasi di intervento.

Si decise ora di agire sulla metallurgia introducendo un richiamo di inoculazione in staffa con una pastiglia di 300 gr di un prodotto al cerio-bismuto (tipo SMW 605) che eliminò il difetto (Fig. 15c). Appare evidente dalla forma della cavità che il prodotto anche in piccola dose (0,1% max.) è riuscito a modificare l'andamento del ritiro.

L'effetto sulla curva viene invece illustrato in Fig.16 dove si mette a confronto sullo stesso bagno un prodotto tradizionale per l'inoculazione sul flusso ed il prodotto anzidetto. In Fig.16a a parità di aggiunta l'angolo VPS è di 40° che si può ritenere buono. In Fig.16b l'aggiunta di SMW 605 ha portato alla generazione di un angolo addirittura di 29°. Siccome il software in merito associa questo angolo al livello di sferoidizzazione, questo viene valutato come nullo nel secondo caso.

Influenza del magnesio e le terre rare

E' stato dimostrato che la sensibilità alla porosità aumenta con il crescere del Mg residuale. L'effetto si evidenzia nelle curve di analisi termica con un allargamento dell'angolo di chiusura al Solidus. Il residuale giusto non ha un valore assoluto ma dipende dal valore dello zolfo residuale. Infatti, la ghisa risulta completamente sferoidizzata per il rapporto: $\% \text{Mg} = \% \text{S} + 0,025\%$ a patto che lo zolfo non superi lo 0,015% (Fig. 17a). Eccessi oltre lo 0,04% non aiutano certo a ottimizzare la QM del metallo.

Le leghe sferoidizzanti contengono delle terre rare normalmente nell'ordine 0,7-2% (di cui il 50% è cerio) non solo per contrastare l'eventuale presenza di elementi di disturbo ma anche per affinare la struttura e conferi-

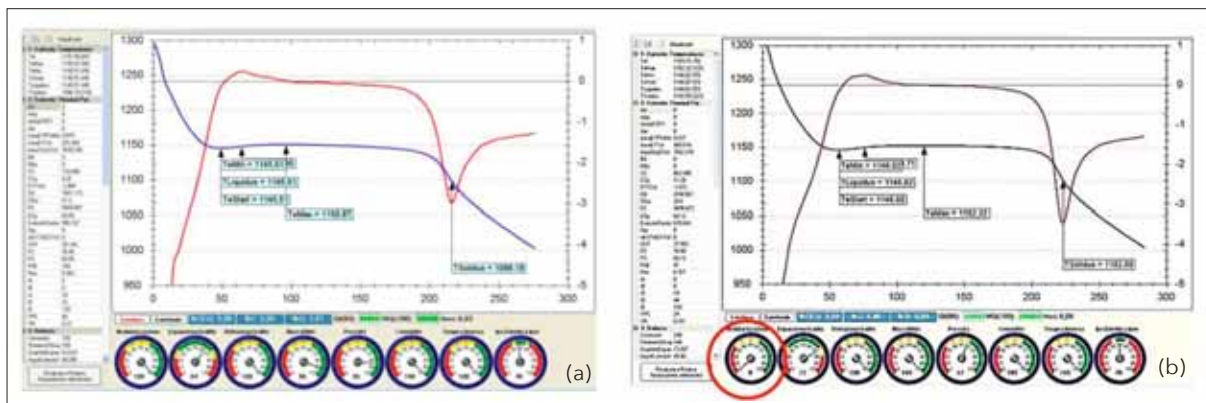


Fig. 16 - Curve relative al prodotto a base (a) Ca-Mn-Zr (b) SMW 605 al bismuto. Qui l'angolo è così chiuso da portare il software a ipotizzare che la ghisa non sia sferoidale (sotto il cerchio). Notare anche che l'angolo è legato alla velocità di raffreddamento al Solidus e si rapportano in modo inverso.

re caratteristiche di ritiro migliori (Fig. 17b). Questo è un dato asodato ed è nell'esperienza della fonderia. Le terre rare formano solfuri e ossidi che si ritiene agiscano come centri di nucleazione. Tuttavia è utile non esagerare specie con il cerio. Valori residuali superiori allo 0,010% peggiorano la tendenza ai ritiri.

Per questa ragione anche nella produzione di getti grossi è previsto un minimo di presenza di terre rare. Tuttavia un eccesso di cerio porta in questi casi alla formazione di grafite degenerata tipo Chunk o a pezzi che

però può essere contrastata con aggiunte di antimonio opp. di inoculanti con formulazione cerio-bismuto (ASK tipo SMW 605).

Influenza della temperatura

A riempimento del pezzo finito si formerà una crosta di spessore dipendente dalla temperatura di colata. Ovviamente più è bassa e maggiore è lo spessore. L'effetto di questa crosta è importante nel caso di getti a moduli bassi ($M < 1$ cm) come si evince dal grafico di Karsay di Fig. 7. Se osserviamo le

linee corrispondenti alle temperature più basse di colata, il rapporto Mcollo/Mgetto aumenta. In altre parole, le croste fungono come strozzature termiche.

STORIA CASO N.2

Una certa placca modello contenente 16 modelli era alimentata dalle due estremità con materozze calde dove si trovano le due masse termiche maggiori (moduli 0,92 cm e 0,72 cm) (Fig. 18a). Curiosamente i getti più vicini alla discesa risultavano difettosi con delle grosse cavità a cuore (Fig. 18b). Parallelamente le materozze nell'estremità piccola si

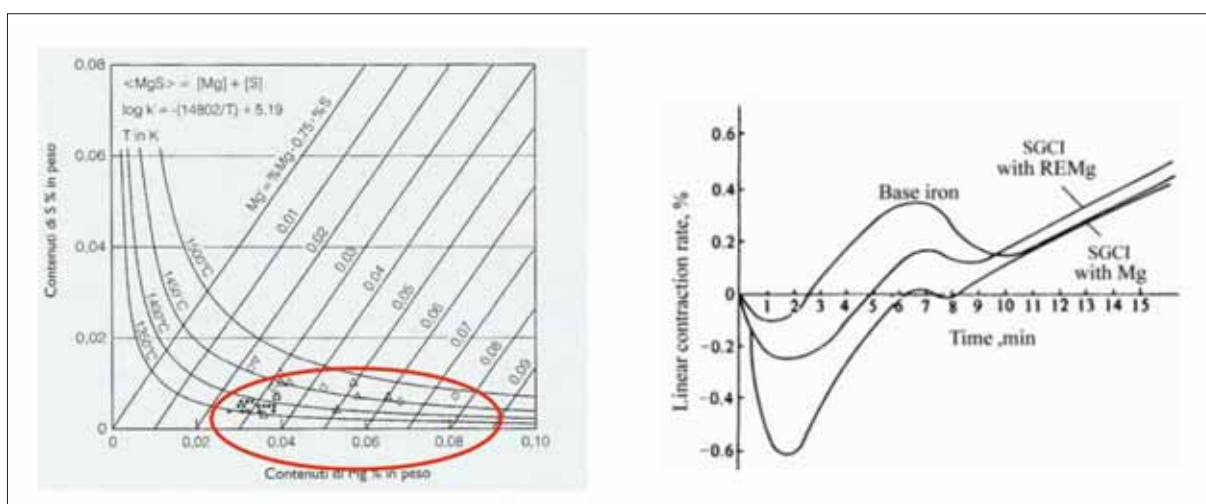
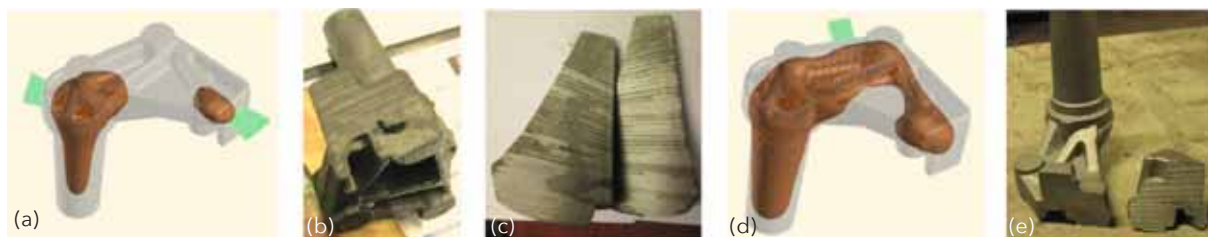


Fig. 17 - (a) Rapporto Mg-S nelle gs prodotte industrialmente (sotto il cerchio) (b) Curve di contrazione e dilatazione con l'impiego di leghe con e senza TR e raffronto con la ghisa base.



■ Fig. 18 - (a) Le 2 masse termiche del getto con gli ingressi in verde (b) il difetto (c) le materozze coniche (d) posizione dell'unico attacco (e) situazione dopo eliminazione della materozza.

presentavano immancabilmente sane. Un esempio in cui il pezzo alimenta la materozza. Il tutto suggeriva anche un'interazione tra le due materozze attraverso la sezione intermedia.

Vennero sostituite con materozze coniche ma il risultato non cambiò: queste risultavano sane (Fig. 18c). Oggettivamente la causa da ricercare era la maggiore temperatura di riempimento in questi getti. Dopo aver eseguito uno studio con il software SOLIDCast si decise di eliminare le materozze nelle estremità piccole ed i loro attacchi e spostare l'altro attacco nella zona centrale (Fig. 18d) in modo da irrobustire termicamente il collegamento termico così da applicare il principio anche ai pezzi posti distanti. I pezzi risultarono poi tutti sani (Fig. 18e).

Quindi, colare con temperature discendenti nei getti piccoli vuol

dire andare incontro a problemi di risucchio. La conclusione è quella di colare in questi casi a temperature possibilmente non inferiori a 1.420°C e curare naturalmente lo schema del sistema di colata.

L'influenza della temperatura di colata su materozze e maniche

Il ritiro liquido o primario è molto contenuto nelle gs: non supera il 2% e probabilmente si azzerava a 1.350°C. Ciò è ben evidenziato dalle minimaniche dove il ritiro netto viene evidenziato come una colonna di mercurio. Per questo motivo nella formatura a verde temperature relativamente basse (<1.380°C) sono foriere di risucchi a causa del malfunzionamento di materozze e qualche volta anche di maniche esoteriche che non si innescano per una temperatura di colata insuffi-

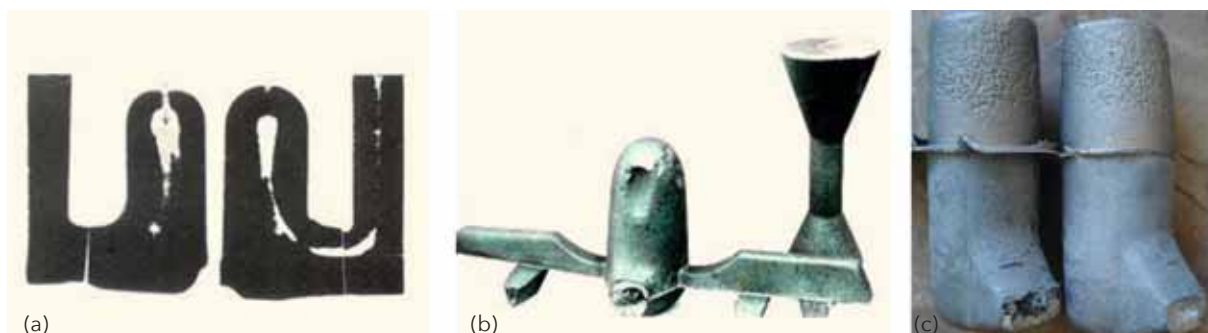
ciente. Se poi si adoperano attacchi di colata non sottili il gioco è fatto (Fig. 19).

Di qui la tendenza nelle gs di evitare le materozze tradizionali in sabbia. L'utilizzo di materozze coniche garantisce una maggiore affidabilità a patto di rispettare i canoni di progettazione. Tuttavia questi due tipi non sono affidabili nel caso di moduli maggiori a 1,5 cm. L'utilizzo di animette esoteriche Williams può essere di aiuto in certi casi (Fig. 20).

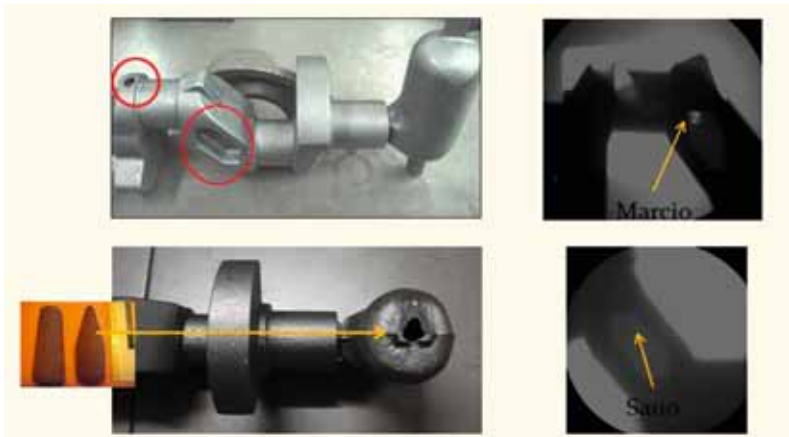
L'utilizzo dell'animetta Williams ha favorito l'innescò della materozza in sabbia consentendo l'eliminazione dei difetti sopra citati

Errato posizionamento di materozze

I montanti in genere anche se dimensionati correttamente possono dare luogo a difetti per un



■ Fig. 19 - (a) Radiografia di un gruppo materozza-getto in acciaio (b) caso di un getto in gs (c) maniche che hanno lavorato in modo irregolare malgrado le loro dimensioni



■ Fig. 20 - Il getto in alto presenta un ricalo esterno e uno interno evidenziati dalla radiosopia.

errato posizionamento, in quanto localmente possono generare dei punti caldi. Per cui questi vanno applicati vicini ai baricentri termici ma non in coincidenza di essi (Fig. 21).

Saturazione di anime e maschi in genere

Certi difetti non spiegabili possono essere relazionati alla presenza di fenomeni di saturazione termica e che si possono risolvere per questo solo con la simulazione. Nel caso di Fig.22, la porosità non risulta dalle minimaniche era da attribuirsi alla vicinanza di quella inferiore con il mozzo.

Conclusioni

I difetti di risucchio rappresentano una voce importante nell'elenco degli scarti specie nelle gs e quindi costituiscono una fonte di ritardi. Tutto questo va a detri-

mento non solo dei conti ma anche dell'immagine della fonderia.

Se consideriamo che la perdita secca per lo scarto in genere non sia inferiore a 1 euro/kg non risulta difficile valutare il costo di tale scarto, senza considerare poi eventuali costi di lavorazione addebitati nel caso di getti già consegnati.

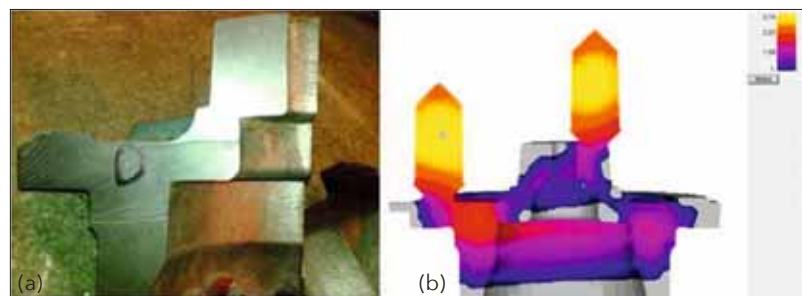
Nell'esperienza dell'autore i difetti hanno origine diverse, che riguardano sia la progettazione

delle attrezzature sia il controllo di processo, con il personale spesso ridotto all'osso. Per cui conviene rafforzare queste aree e naturalmente fornire al personale conoscenze e pratiche migliori.

E' necessaria una buona conoscenza della metallurgia come l'intendiamo oggi, che non è la mera ripetizione del diagramma Ferro-carbonio, sebbene esso rimanga come un riferimento metallurgico validissimo.

I software di simulazione hanno portato un grande beneficio nel facilitare l'analisi dei particolari. Tuttavia l'impostazione della soluzione, che rappresenta la fase complementare della soluzione, è spesso soggetta a criteri derivati più dall'esperienza non di rado elusiva che da una filosofia chiara e ferma. Quindi servirebbe organizzare dei corsi formativi in questo settore, per unificare criteri e trarre così un maggior beneficio da questi mezzi.

Julio Alva - Servizio tecnico Tesi SpA - Monza ■



■ Fig. 22 - Porosità generata dalla disposizione della manica inferiore e rilevata mediante simulazione (SOLIDCast).



■ Fig.21 - Esempi di difetti di risucchio a causa di un errato posizionamento delle alimentazioni.

Elkem Elgraph® - Ricarburanti per una migliore efficienza

E' ben noto che oggi le ghise sono prodotte rispettando sia gli standard più elevati sia i controlli più stringenti. Elkem sta espandendo le proprie strutture produttive in Norvegia per far fronte alla crescente richiesta di Elgraph®. Sono state inoltre rese ancora più stringenti le specifiche del nostro prodotto, caratterizzato dal contenuto di Carbonio più elevato e da contenuti di Zolfo, Idrogeno ed Azoto tra i più bassi in assoluto. Il nostro particolare processo produttivo, caratterizzato da temperature molto elevate, garantisce l'ottenimento di ricarburanti con le seguenti proprietà:

- Contenuto di Carbonio più elevato con alta frazione cristallina che assicura dissoluzione più rapida e maggiore riproducibilità delle aggiunte
- Ridotto consumo energetico e migliore utilizzazione della capacità produttiva grazie al contenimento dei tempi di fusione
- Valori molto bassi dei contenuti di Azoto e di Idrogeno che riducono i rischi di problemi correlati alla presenza di pinholes
- Riduzione del rischio di generare scarti di produzione
- Riduzione del numero di campionamenti per quantificare le aggiunte di correzione
- Riduzione dei problemi qualitativi in confronto a prodotti di altra origine (es. rottami da elettrodo)

Per ulteriori informazioni, Contatti il Suo rappresentante locale Elkem.

Il processo di produzione in continuo garantisce non solo la costanza della qualità ma permette anche di ottenere un prodotto dalle prestazioni molto stabili e caratterizzato dai seguenti vantaggi:

Elkem S.r.l
Via G. Frua, 16
20146 MILANO
Tel. +39 02 48513270
Fax. +39 02 4817360
www.elkem.com/en/foundry





IL SEIATSU.*plus* COMBINA LE OPZIONI DI FORMATURA IN UNA FORMATRICE

Il processo di formatura SEIATSU.*plus* è già utilizzato con successo.

SEIATSU.*plus* = miglioramento della durezza della forma in particolare nella zona del bordo della staffa.

Il SEIATSU.*plus* permette una scelta flessibile delle opzioni di formatura. È possibile combinare le opzioni in relazione al modello.

Opzioni di formatura:

- 1- con pestelli multipli
- 2- con flusso d'aria

- 3 - con pressione dal lato modello
- combinazioni possibili: 1+2; 1+3, 1+2+3

distribuzione di terra automatica

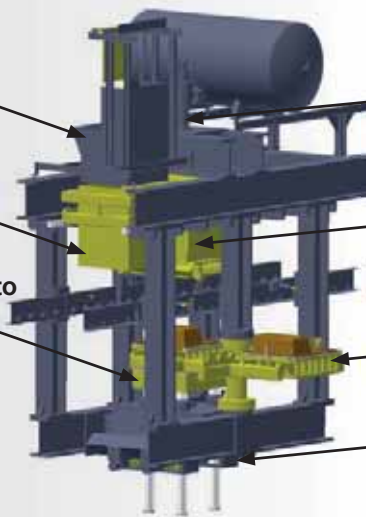
tramoggia dosatrice terra con cella di carico

tavola di sollevamento con cilindri di livellamento inferiori

valvola SEIATSU

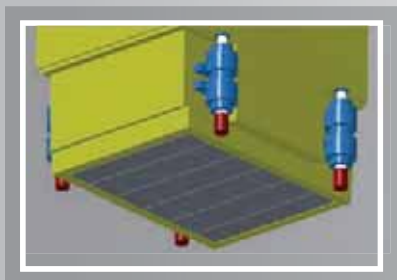
pressa a pestelli multipli con cilindri di livellamento superiori

porta placca modello con telaio di livellamento inferiore
supporto a cuneo



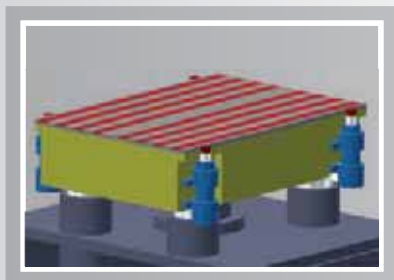
Alcuni particolari della formatrice con SEIATSU.*plus*

Cilindri di livellamento superiori



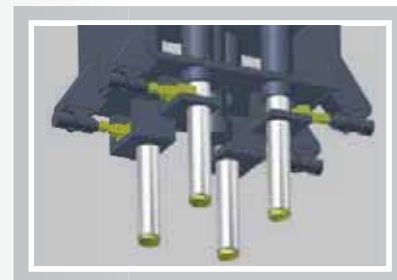
- fissati alla testa della pressa (pressa a pestelli multipli)
- azionano il telaio di livellamento superiore
- con sensore di pressione

Cilindri di livellamento inferiori



- fissati al telaio di sollevamento della formatrice
- azionano il telaio di livellamento inferiore
- con sistemi di misurazione interni
- con sensore di pressione

Supporto a cuneo



- supporto delle forze di pressione dal bloccaggio meccanico (ad accoppiamento di forma)
- nessun cedimento della tavola di sollevamento durante il processo di pressatura



COLD-BOX

PERFORMANCE ELEVATE NEL RISPETTO DELL'AMBIENTE

L'impiego del nuovo sistema Cold-Box vi aiuterà ad aumentare l'efficienza produttiva della vostra azienda in modo economico ed ecologico.

- Alta reattività
- Elevata stabilità termica
- Migliore resistenza
- Bassissime emissioni di odore
- Basso sviluppo di fumo
- Ridotta formazione di condensati

www.satef-ha.it
www.huettenes-albertus.com



“Failures” nei refrattari. Analisi, cause e rimedi

Abstract

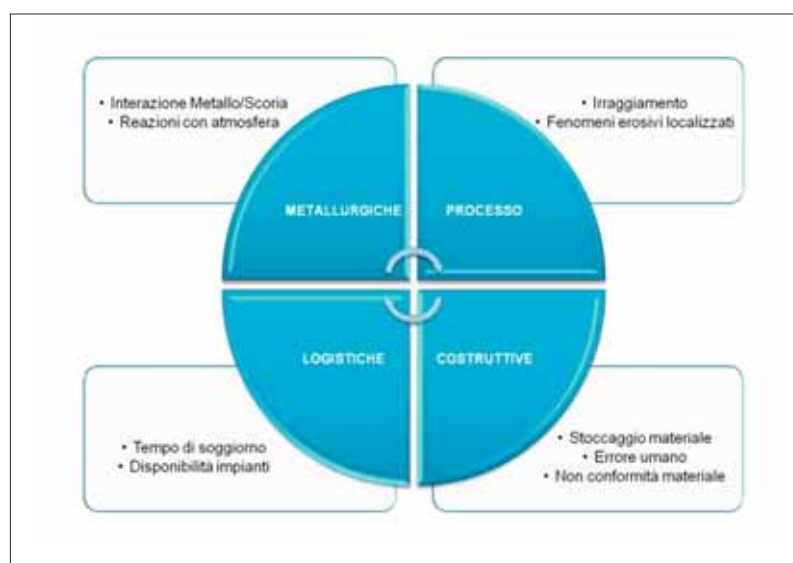
La memoria si propone di illustrare, attraverso anche la presentazione di alcuni casi studio, le problematiche relative alle “failures” (cedimenti improvvisi, malfunzionamenti, cattive rese etc.) dei prodotti refrattari utilizzati nei rivestimenti dei gruppi fusori, di colata e di trasporto in fonderia di ghisa e acciaio, che possono determinare conseguenze più serie della sola fermata anticipata.

Crediamo in questo modo di poter offrire, a produttori ed utilizzatori, un proficuo scambio di idee ed esperienze, per un confronto che serva a sempre meglio indirizzare le scelte. È evidente che si incorre in questo tipo di problematiche non solo per cause direttamente riferibili alla qualità dei refrattari impiegati ma anche a tutta una serie di possibili e complesse interazioni tra il refrattario e le pratiche operative della fonderia, le soluzioni di montaggio, la conduzione dell’impianto, il tipo di metallurgia adottata ecc.

Individuare le cause che hanno portato ad una “failure” consente di determinare le responsabilità, siano esse collocabili in fase di progetto, di fabbricazione o di esercizio e di predisporre le adeguate misure correttive; l’applicazione sistematica delle linee guida della “failure analysis” rappresenta dunque, se correttamente e regolarmente utilizzata un fattore essenziale nello sviluppo tecnologico e nella ricerca del miglior compromesso possi-

bile tra resa, costo e possibili inconvenienti.

Le moderne tecniche di indagine rappresentano uno strumento indispensabile nella determinazione delle cause di questi malfunzionamenti ma devono essere opportunamente armonizzate con l’esperienza e la collaborazione degli utilizzatori finali per meglio comprendere le delicate dinamiche che stanno alla base del risultato atteso.



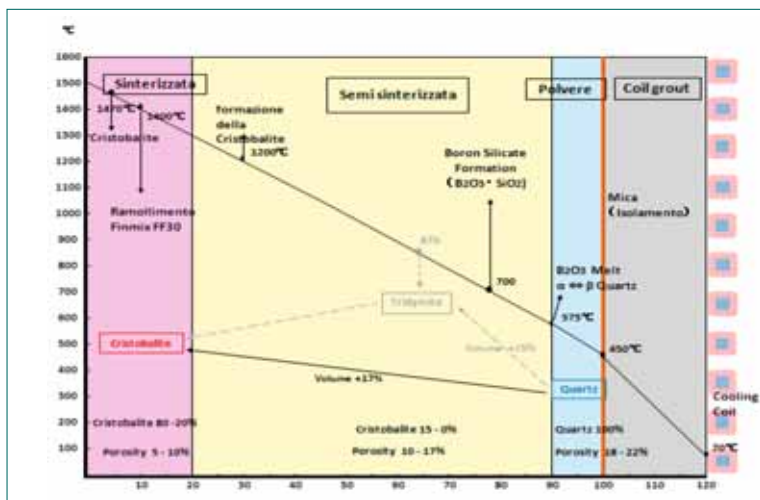


Fig. 1 - Zone di reazione del rivestimento quarzítico.

- Il refrattario è a contatto con: metalli fusi, scorie basso-fondenti, vapori, gas, polveri
- Subisce l'attacco da parte di altri ossidi

CONDIZIONI DA SODDISFARE

- Impiego del corretto materiale
- Attenta e sistematica pratica nell'installazione
- Costanza condizioni operative del processo fusorio.

Casi Studio

I casi studio si riferiscono specificatamente ad impianti fusori di tipo elettrico e contemplano situazioni originate da cause di natura metallurgica o di processo particolarmente intriganti da un punto di vista dell'indagine. Viene illustrato, anche un caso particolare di sviluppo di un materiale refrattario adatto ad impianti di combustori a letto fluido (CFB) in quanto ritenuto particolarmente interessante per un approccio non convenzionale alle sollecitazioni problema (Fig. 1).

In riscaldamento la superficie del refrattario è sottoposta a compressione mentre in raffreddamento a trazione ma è bene notare che i refrattari hanno una bassa resistenza a trazione per cui è il momento in cui è più facile generare fessure.

Caso studio 1: Bridging in un forno elettrico per acciaio

Si riporta un caso particolarmente serio di "ponte" che ha determinato di fatto l'esplosione del

mezzo fusorio. Questa condizione si realizza quando il materiale di carica nella porzione superiore del forno non è in contatto con il metallo liquido determinandone il surriscaldamento e nel contempo il rapido consumo del rivestimento refrattario, accompagnato da sviluppo di gas etc. (Fig. 2).

- Forno Elettrico a crogiolo M.F. 700 Hz rivestito con pigiata Al_2O_3/MgO formante spinello.
- Capacità 3 t.
- Potenza Max. 1300 KW.
- Elevato Rapporto h/ø.
- Scarsa agitazione del bagno liquido dovuta alla bassa penetrazione magnetica.

- Materiale di carica: Residui (5x0.5 mm) da molatura dei prodotti della colata continua di acciaio alto legato (Cromo).
- Presenza nei trucioli di elevato tenore di corindone proveniente dalle mole utilizzate nella lavorazione.
- L'alto contenuto di cromo conferisce all'acciaio la struttura finale austenitica (amagnetica) impedendone di fatto la separazione magnetica dal corindone.

L'impianto fusorio in questione non risulta adatto al trattamento di questo tipo di materia prima o in subordine necessita di una perizia ed un *modus operandi*

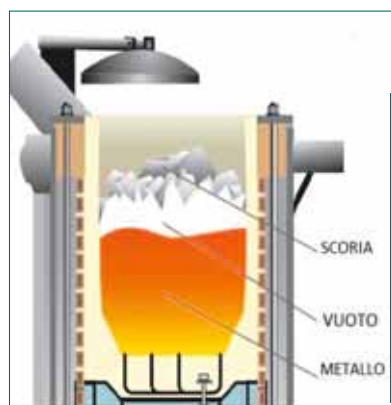
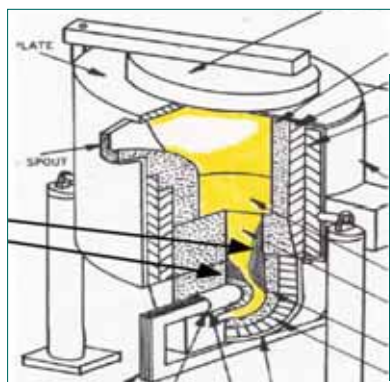


Fig. 2 - Condizioni per la formazione del Bridging.



- Formazione di un tappo di scoria/carica solida nella parte superiore del forno.
- La porzione di vuoto agisce da isolante.
- Il metallo liquido tende a surriscaldarsi.



- Il refrattario dell'induttore è una massa vibrabile secca magnesiacca.
- La campagna si è ridotta da 7 mesi a 1 mese a causa della prematura occlusione dell'induttore.

Fig. 3 - Build up della scoria nell'induttore.

nella conduzione particolarmente scrupoloso (caricamento a dose, frequenti scorifiche, trattamento con fluidificanti etc).

Caso studio 2: occlusione dell'induttore di un forno a canale

La formazione della scoria nel metallo fuso è inevitabile e la sua composizione varia con il tipo di processo fusorio. Il grado di pulizia della carica metallica e la presenza di ossidi, solfuri e altri composti derivanti dal trattamento del metallo determinano la natura chimica del tipo di scoria.

Poiché questi ossidi, solfuri e composti non metallici non sono solubili nel bagno metallico, rimangono in sospensione in forma di "emulsione". Questa

emulsione di particelle di scoria rimane stabile fintanto che il metallo è sottoposto ad agitazione magnetica. Quando le dimensioni delle particelle di scoria aumentano superando il limite di galleggiabilità, l'agitazione del bagno non è più in grado di mantenerle in sospensione e di conseguenza vanno in flottazione. Quando la scoria alto fondente entra in contatto con il rivestimento refrattario del forno che è più freddo della temperatura di fusione, si riprende (inizialmente in forma di film sottile) e aderisce al rivestimento refrattario rendendo quest'ultimo un ottimo substrato per promuovere l'ulteriore adesione di nuova scoria.

L'analisi chimica della scoria prelevata dall'induttore, effettuata con la microsonda al SEM

ha evidenziato la presenza di elementi che la rendono compatibile e assimilabile con la formazione della Oldhamite (test di fusione), formalmente un solfuro misto di Ca e Mg caratterizzato da una elevata temperatura di fusione e una energia libera di formazione particolarmente bassa (diagrammi di Ellingham). Una analisi più dettagliata del processo fusorio ha individuato come probabile causa del problema l'impiego in carica di una quota rilevante di bricchetti per siderurgia caratterizzati da un tenore intrinseco di scoria (soprattutto CaO ed MgO) del 6%. La successiva sospensione nell'impiego di tale materia prima ha permesso di ritornare a livelli normali della campagna dell'induttore.

Caso studio 3: sviluppo di un materiale per combustori a letto fluido

I materiali refrattari che trovano impiego nel rivestimento di impianti devono soddisfare due requisiti principali per poter garantire campagne significative e ridurre il numero di fermate per la manutenzione:

- 1) buona resistenza alla abrasione;
- 2) buona resistenza all'attacco chimico da parte delle sostanze alcaline.



Fig. 4 - Occlusione dell'induttore e termografia.



Fig. 5 - Particolari del ciclone.

-
- Le pareti del ciclone sono soggette ad una intensa azione abrasiva a bassa temperatura causando frequenti manutenzioni dell'impianto.
 - La scoria formatasi durante il processo di combustione risulta particolarmente aggressiva per la presenza di sostanze fortemente alcaline.

Il primo requisito è stato raggiunto attraverso la vetrificazione controllata della matrice garantendo in questo modo una maggior stabilità dell'aggregato.

Parte sperimentale

Si sono realizzati dei provini (cosiddetti Slag Pot Test) con diversi materiali e sottoposti a cottura in presenza di una certa quantità di scoria proveniente dalla combustione dei materiali impiegati nei combustori.

La logica prevede l'impiego di materiali esenti silice libera allo scopo di minimizzare la reazione con le sostanze alcaline presenti nella scoria.

In particolare i primi test condotti con un calcestruzzo convenzionale a base di allumina tabulare, cotto a 1800 °C ed in presenza di opportuni additivi non hanno sortito l'effetto desiderato.

Risultati confortanti invece si sono ottenuti impiegando un calcestruzzo basso cemento a base chamotte, in particolare se additivato con TiO₂.

Conclusioni & prospettive

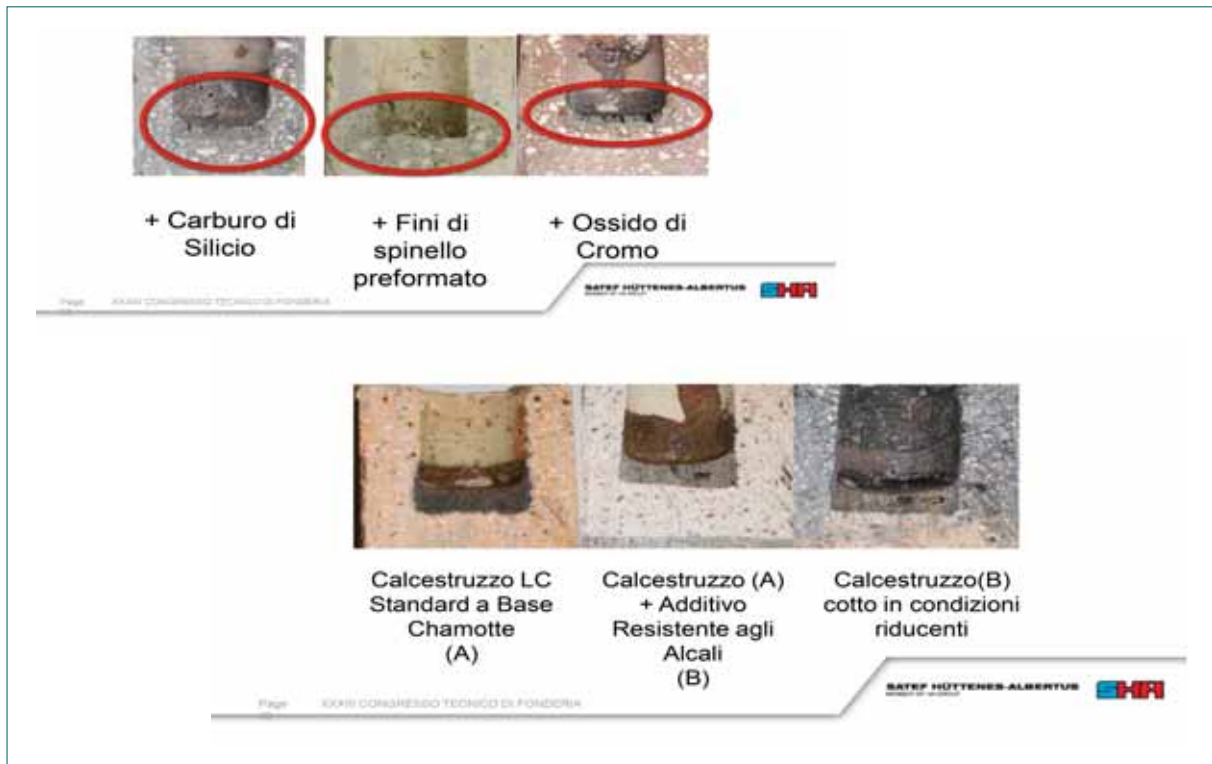
Nella fonderia di ghisa, acciaio e leghe, quando si verifica una "failure" nella produzione è pos-

sibile che il refrattario usato non sia stato posto in opera al meglio o lo stesso materiale non sia all'altezza delle necessità di processo.

Quindi è necessario disporre di un refrattario qualitativamente valido da usare al meglio delle possibilità professionali.

Durante il processo di sviluppo del materiale per CFB è emerso che le migliori soluzioni non necessariamente si trovano attraverso la pedissequa aderenza al tradizionale pensiero della tecnologia del refrattario.

Allo stesso modo è risultato evidente che le migliori soluzioni non sono necessariamente le più costose.



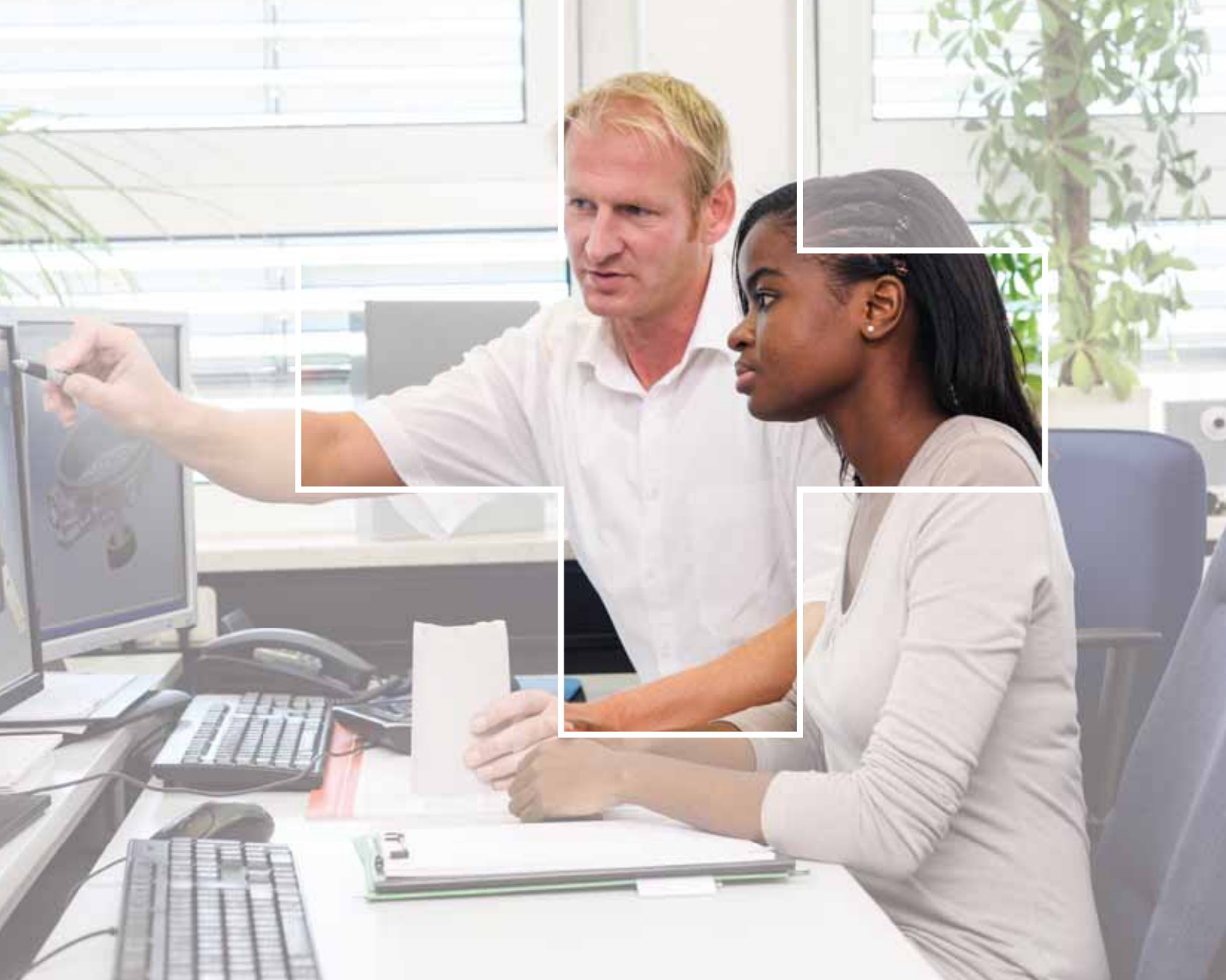
Alla domanda quindi “quale sia il refrattario migliore” ci sentiamo di rispondere, in una prospettiva darwiniana, “semplici-

cemente” quello che meglio si adatta alle condizioni termiche e ai reagenti con cui è posto in contatto.

*Dr. Luigi Guarino
Satef Hüttenes-Albertus
Vicenza ■*

BIBLIOGRAFIA

- Mechanism and control of buildup phenomenon in channel induction and pressure pouring furnaces. David C. Williams; R.L. Naro. ASI international Ltd. Flux Division. Cleveland Ohio U.S.A.
- Corrosion of Refractories. Denis A. Brosnan Clemson University SC. U.S.A.
- Developing Monolithic Refractory Materials for the Specific Conditions Found in CFB Boiler Applications. Trevor Staton and Ian Spicer Sheffield Refractories Ltd, South Yorkshire, England.
- Pocket Manual Refractory Materials: Design - Properties - Testing 3rd Edition.
- by Gerald Routschka (Editor), Hartmut Wuthnow (Editor).
- Properties of quartzite mixes used for lining large capacity induction furnaces, M. N. Kaibicheva, "Ogneupory, No.4, 31-34 (1971).
- Failure nei refrattari. Cause e rimedi. AA.VV., Associazione italiana di Metallurgia. Giornata Studio 4 Giugno 2015.



Aggiungete Valore con Foseco

Il nostro impegno è quello di realizzare il potere della collaborazione. Solo lavorando a stretto contatto con voi, siamo in grado di capire le vostre esigenze quotidiane, generando subito nuovo valore, e nel contempo mirare allo sviluppo futuro.

Questa filosofia di collaborazione permea tutto ciò che facciamo, costruire relazioni forti e produttive a lungo termine. E, di conseguenza, le soluzioni che offriamo portano nuove idee, mantenendo disponibilità di un portafoglio molto completo.

Quindi, sfruttate appieno il vostro potenziale: **Aggiungete Valore con Foseco.**

- + Collaborazione
- + Tecnologia globale - a livello locale
- + Soluzioni creative, innovative
- + Assistenza di esperti
- + Affidabilità
- + Leadership nella competenza

+39 02 9498191

fosecoitally@foseco.com

www.foseco.it



Formaldeide, Fenolo ed Alcool Furfurilico: come progettare una resina furanica ecologica?

A quasi sessant'anni dalla sua introduzione nel mondo della fonderia il sistema legante furanico a catalisi acida è tuttora ampiamente diffuso nell'ambito della formatura no-bake grazie alle continue evoluzioni delle formulazioni e i numerosi vantaggi che offre.

Infatti resistenze meccaniche e termiche sono congeniali alla produzione di tutti i getti: alluminio, ghisa acciaio, leghe di rame. Inoltre è un sistema facile da recuperare anche solo meccanicamente, non richiede il recupero termico: lavorando infatti con sabbia buona e di conseguenza con basse percentuali di resina e suo catalizzatore, è sufficiente l'aggiunta di circa il 10% di sabbia nuova perché il recupero fornisca un'ottima sabbia di formatura da riutilizzare in continuo. Vanno bene per piccoli come per grandi getti; funziona con molto caldo d'estate ed anche con molto freddo d'inverno.

Il costituente principale delle resine furaniche è l'alcool furfurilico, sostanza ottenuta per riduzione (idrogenazione) catalitica del furfurale a sua volta ottenuto dai

pentosani zuccheri ricavati dalla lavorazione di scarti dell'agricoltura quali la canna da zucchero e dai tutoli del mais (Fig. 1).

Il maggior produttore al mondo di alcool furfurilico è la Cina che ne risulta essere anche il maggior consumatore utilizzandolo nell'industria della fonderia, nella produzione di materie plastiche e dei bio combustibili (Fig. 2).

L'alcool furfurilico si presenta come un liquido trasparente che diventa giallo e successivamente bruno quando esposto alla luce e all'aria. Esso può essere utilizzato nelle formulazioni delle resine sia nella sua forma monomerica (libero) che allo stato precondensato ottenuto mediante speciali reattori di cui la F.lli Mazzon è dotata.

In entrambi gli stati l'alcool furfurilico a contatto con un cata-

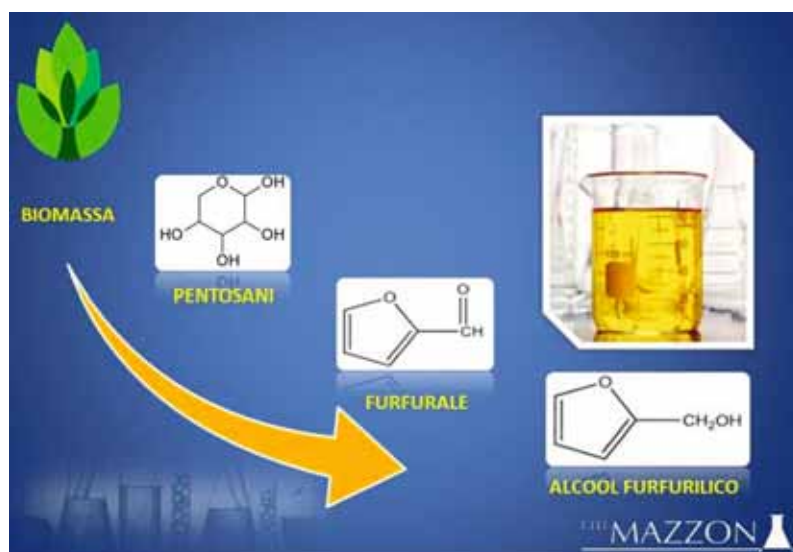


Fig. 1 - Origine dell'Alcool Furfurilico.

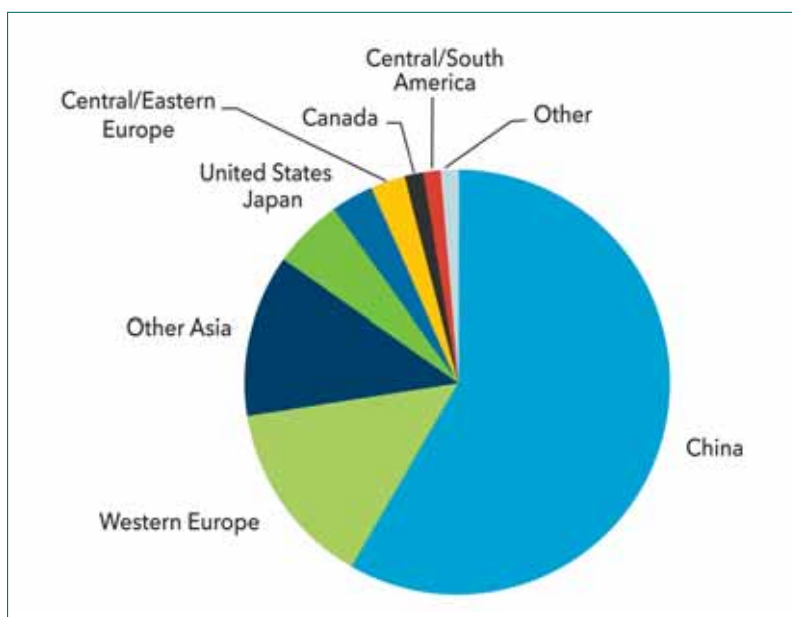


Fig. 2 - Consumo Alcool Furfurilico mondiale - 2015.

La scelta della tipologia di resina più adatta alle varie fonderie dipende da molteplici fattori quali: metallo colato, tipo di sabbia, dimensioni delle anime e delle forme, vincoli ambientali e prestazioni richieste al sistema come:

- vita di banco;
- tempo di sforno;
- velocità di sviluppo delle resistenze: sia superficiali che a cuore;
- resistenze finali;
- resistenza termica;
- l'apporto di elementi quali azoto, zolfo e fosforo.

Uno degli aspetti più critici che sia i produttori che gli utilizzato-

lizzatore acido (acidi solfonici e inorganici) causa l'inizio di una reazione di policondensazione esotermica che indurisce la resina e crea come sottoprodotto acqua (Fig. 3).

Tale reazione risulta particolarmente rapida e di difficile gestione quindi per adattare queste resine alle necessità dei vari processi di fonderia e alle diverse tipologie di leghe si sono sviluppate delle modifiche mediante aggiunte di altre sostanze e additivi in vari rapporti. Tra questi la formaldeide, il fenolo e l'urea sono sicuramente i più utilizzati (Fig. 4).

Mediante l'utilizzo dei componenti sopra citati si possono ottenere le seguenti famiglie:

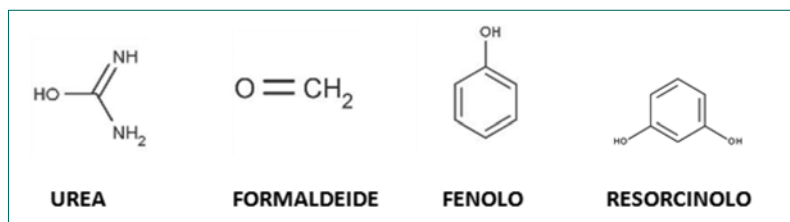


Fig. 4 - Sostanze modificanti.

- Resine Furaniche / furan resin (FA);
- Resine Furaniche / urea-formaldehyde-furfuryl alcohol (UF-FA);
- Resine phenol-formaldehyde-furfuryl alcohol (PF-FA);
- Resine urea-formaldehyde-phenol-furfuryl alcohol (UF-PF-FA);
- Resine resorcinol-furfuryl alcohol (R-FA).

ri hanno dovuto affrontare negli ultimi anni è stato il cambio di **classificazione tossicologica** delle sostanze contenute nelle resine furaniche costringendo adeguamenti urgenti per via dei nuovi obblighi legislativi che prevedono la revisione delle documentazioni di sicurezza e sempre maggiori controlli nelle diverse fasi di processo produttivo.

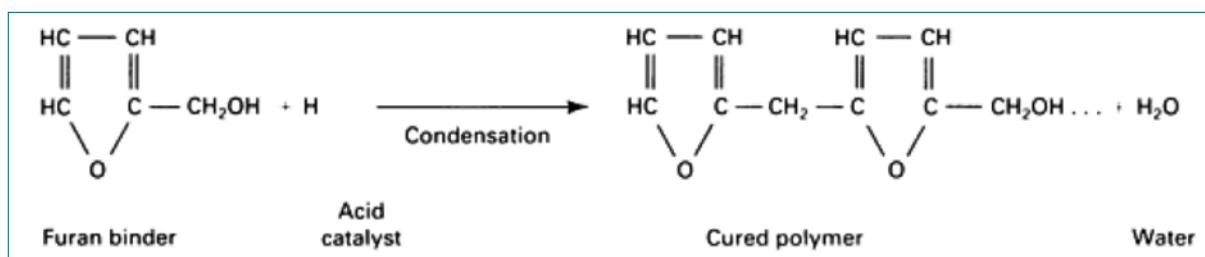


Fig. 3 - Reazione di catalisi acida delle resine furaniche.



Fig. 5 - Recenti variazioni della classificazione di pericolosità dell'Alcool Furfurilico.

L'anno corrente in particolare ha visto il mutamento di classificazione sia della formaldeide che dell'alcool furfurilico mentre il fenolo ha mantenuto la sua classificazione. Per quanto riguarda la formaldeide, una delle materie prime più importanti per l'industria chimica, a livello Europeo nel 6° ATP (adeguamento tecnico) del Regolamento CLP è stata modificata la classificazione da H351: Sospettato di provocare il cancro a H350: Può provocare il cancro.

Quindi dal 1° gennaio 2016 le miscele che la contengono, vengono classificate cancerogene se essa è presente in quantità superiore allo 0.1%.

Anche l'alcool furfurilico ha subito diversi mutamenti nella classificazione tossicologica, il più recente dei quali ha portato da una classificazione di H330 - Letale se inalato a H331 - Tossico se inalato, portando il limite per la classificazione di tossicità delle miscele da 13,5% di AF libero (monomero) a

40%. Nella Fig. 5 sono state riassunte le variazioni di classificazione avvenute negli ultimi anni.

La classificazione tossicologica attuale di alcune delle sostanze contenute nelle resine furaniche secondo le ultime modifiche avvenute nell'anno in corso sono riassunte nella tabella in Fig. 6.

Anche se l'ultima riclassificazione del furfurilico va a vantaggio delle fonderie utilizzatrici consentendo l'utilizzo di resine furaniche a più alto contenuto di alcool furfurilico libero, la F.lli Mazzon sta continuando lo sviluppo di formulazioni caratterizzate da contenuti di componenti ritenuti pericolosi per la salute dei lavoratori sempre più bassi.

Tenendo presente che circa il 96% delle emissioni in fonderia sono dovute ai composti organici, si sono analizzati i processi e i meccanismi nei quali si ha lo sviluppo di queste emissioni:

- Formatura, produzione anime, stoccaggio anime e forme: evaporazione.
- Colata, raffreddamento e distaf-

CONFRONTO PERICOLOSITÀ SOSTANZE IMPIEGATE NEI LEGANTI PER FONDERIA SECONDO REGOLAMENTO 1272/2008 (CLP) E SUCCESSIVI AGGIORNAMENTI										
CLASSIFICAZIONE CLP	TOSSICITÀ ACUTA	CORROSIONE/IRRITAZIONE DELLA PELLE		SENSIBILIZZAZIONE DELLA PELLE	IRRAZIONE BRUCIATURE OCULARE	TOSSICITÀ SPECIFICA PER ORGANI BERSAGLIO (ESPOSIZIONE SINGOLA)	MUTAGENICITÀ SULLE CELLULE GERMINALI	CANCEROGENESI		TOSSICITÀ SPECIFICA PER ORGANI BERSAGLIO (ESPOSIZIONE RIPETUTA)
	Acute Tox. 3	Skln Corr. 1B	Skln Irrit. 2	Skln Tox. 1	Epi Irrit. 2	STOT RE 3	Muta. 2	Carc. 1B	Carc. 2	STOT RE 2
PICTOGRAMMA GHS										
AVVERTENZA	PERICOLO	PERICOLO	ATTENZIONE	ATTENZIONE	ATTENZIONE	ATTENZIONE	ATTENZIONE	PERICOLO	ATTENZIONE	ATTENZIONE
ALCOOL FURFURILICO	H302+H332+H331 - Tossico se ingerito o per contatto con la pelle o inalato		H305 - Provoca irritazione cutanea (p 10 %)		H319 - Provoca gravi irritazioni oculari (p 10%)	H335 - Può irritare la via respiratoria (p 20 %)			H331 - Sospettato di provocare il cancro (p 1%)	H373 - Può provocare danni agli organi (p 10%)
FORMALDEIDE	H302+H332+H331 - Tossico se ingerito o per contatto con la pelle o inalato	H314 - Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari (p 25 %)		H317 - Può provocare una reazione allergica della pelle (p 0,2%)		H335 - Può irritare la via respiratoria (p 5%)	H341 - Sospettato di provocare alterazioni genetiche (p 1%)	H350 - Può provocare il cancro (p 0,1%)		
FENOLO	H302+H332+H331 - Tossico se ingerito o per contatto con la pelle o inalato	H314 - Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari (p 3%)					H341 - Sospettato di provocare alterazioni genetiche (p 1%)			H373 - Può provocare danni agli organi (p 10%)

Fig. 6 - Confronto pericolosità di alcune sostanze modificanti le resine furaniche.



Fig. 7 - Processi di emissione dei VOC in fonderia.

matura risulta minimo. Infatti, è stato calcolato che l'evaporazione di sostanze pericolose in ambiente è dell'80% inferiore rispetto ai prodotti tradizionali. Ciò vuol dire che l'ambiente di lavoro è più salubre e che con gli usuali modesti accorgimenti ed investimenti (aspirazioni, etc.) non c'è il rischio chimico. Il costo di queste nuove resine è nella norma ed anche la gestione di impianti, polveri e rifiuti è identica come con i pro-

fatura: decomposizione termica del legante.

Per ogni famiglia di resine sono stati misurati i valori sviluppati dai VOC (volatili organici composti) e dei conseguenti valori di idrocarburi aromatici policiclici e di BTEX, cioè Benzene, Toluene, Xilene, nelle varie fasi del processo fusorio e si sono studiate le complesse reazioni di pirolisi dei composti costituenti le resine (Fig. 7).

A questo punto il laboratorio R&D Mazzon a seguito di svariate prove ha sintetizzato nei reattori di nuova generazione a nostra disposizione dei polimeri che all'interno delle nuove formulazioni consentono una etichettatura del prodotto con il solo simbolo di nocività e delle caratteristiche tecnologiche confrontabili con i pro-

Fig. 8 - Nuova resina ECOFUR 8000.

dotti tradizionali dando vita alla nuova famiglia di resine ECOFUR 8000 (Fig. 8).

L'impatto ambientale di queste nuove resine nel reparto di for-

dotti tradizionali. Adottarle diviene quindi semplice ma estremamente conveniente (Tab. 1).

Amedeo Mazzon - F.lli Mazzon SpA- Schio (VI) ■

	Emissioni in formatura	Emissioni in colata	Fenolo libero [%]	Formaldeide [%]	Alcool furfurilico libero [%]	Resistenze termo meccaniche	Rapporto vita di banco/ sforno
RESINE FURANICHE	Medie	Medie	0	0,1	90-<40	Ottimo	Ottimo
RESINE FENOLICHE	Medie	Medie	<3	0,1	0	Medio	Basso
RESINE FENOL-FURANICHE	Medie	Medie	0-3	0,1	<40	Buono	Medio
ECOFUR 8000	Basse	Basse	0	0	<40	Buono	Buono

Tab. 1 - Confronto tra alcune classi di resine no-bake.

La fonderia del futuro

KÜNKEL WAGNER fa la differenza



KÜNKEL WAGNER vi offre competenze uniche, per permettervi di ottimizzare il vostro processo produttivo e ottenere riduzioni di costo sostanziali. I nostri impianti, robusti e affidabili, hanno un'eccellente reputazione in tutto il mondo. Impianti di formatura con una concezione innovativa, impianti e macchine per la lavorazione della terra concepiti con idee pionieristiche, sistemi di colata allo stato dell'arte, oltre ad un servizio post-vendita 24/7 riconfermano il nostro know-how, che vi aiuterà ad ottenere un prodotto di qualità superiore. Il tutto da un unico fornitore, secondo il nostro motto "Weiter denken", guardiamo avanti. Contattateci con le vostre richieste.

Contatto in Italia:

Luca Gervasoni
Senior Manager International Sales
KÜNKEL WAGNER Germany GmbH
Hannoversche Str. 59, 31061 Alfeld (Leine), Germania
Mobile +39 345 415 1163
Mobile +372 5704 8899
L.gervasoni@kuenkel-wagner.com
www.kuenkel-wagner.com



WEITER DENKEN.

Riduci gli sprechi e aumenta la tua competitività

In un contesto in cui l'ottimizzazione di tutti centri di costo è necessaria per mantenere competitività soprattutto rispetto a competitors esteri, diventa cruciale e strategico estendere tale attività anche alle utilities energetiche.



GESTIONE ENERGETICA

Riduzione dei consumi per unità di prodotto

- Variabili controllabili internamente
- Ampi margini di intervento
- Consolidamento dei savings

MONITORAGGIO CONTINUO

MISURARE

Comprensione dei reali fabbisogni energetici

PROGRAMMARE

Stabilire obiettivi e processi necessari per conseguire i risultati

ANALIZZARE I DATI e RIDURRE I CONSUMI

*Verifica dei consumi non idonei ai processi produttivi
Minimizzazione sprechi - Interventi con BAT*

FARE

Implementare i processi energetici in tutte le loro fasi

VERIFICARE

Monitorare e misurare tutti i processi che impattano economicamente ed energeticamente

EFFICIENZA ENERGETICA

Pianificazione di una strategia mirata all'efficientamento energetico

AGIRE

Intraprendere azioni volte a migliorare continuamente le performance del Sistema Gestione Energia



Venite a trovarci sul nostro sito www.energyteam.it oppure contattateci allo 02 48405033

La nuova tecnologia **NETCore®** “bordo di rottura zero” per i grandi getti

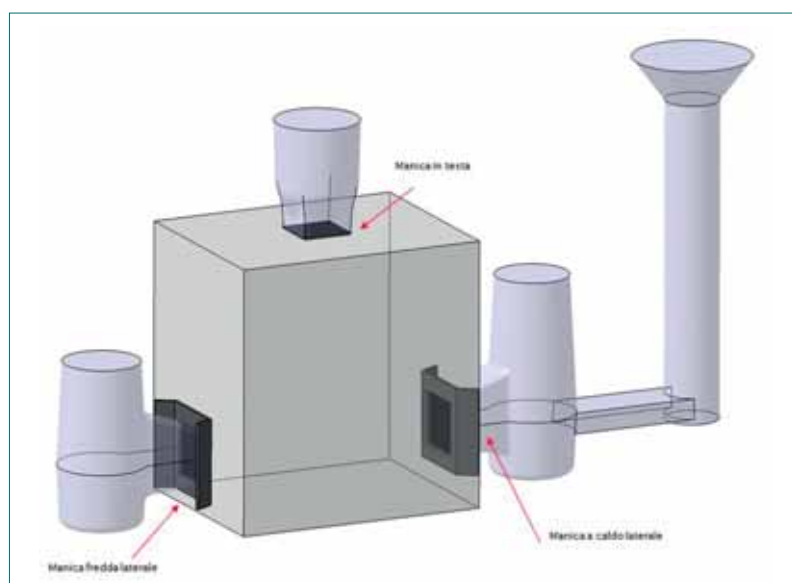
Con l'intento di migliorare il processo di realizzazione di getti in ghisa di dimensioni medie e grandi, il produttore tedesco GTP Schäfer GmbH ha recentemente introdotto un insieme di tecnologie brevettate che vanno sotto il nome di NETTechnology e che sono il frutto di due anni di sviluppo e sperimentazione. Queste tecnologie si propongono di rivoluzionare le modalità con le quali fino ad oggi si è operata la smaterozzata, riducendone drasticamente tempi, costi e pericolosità e, al contempo, migliorando sensibilmente la qualità superficiale del getto. Dopo il grande favore incontrato in Germania, queste soluzioni vengono ora proposte in Italia attraverso il distributore Tesi SpA. Ulteriori sviluppi verranno introdotti nei prossimi mesi, insieme alle equivalenti tecnologie per getti in acciaio.

Ogni fonditore conosce bene quanto fastidiosa sia l'operazione di smaterozzata di un getto di dimensioni medio/grandi. Si tratta di un insieme di operazioni che, a seconda del tipo di ghisa e della dimensione della materozza, può comportare operazioni estremamente onerose in termini di tempo e impegno di lavoro: è spesso necessaria una preventiva operazione di intaglio con la mola per creare un invito alla rottura; segue una vigorosa martellatura (a mano oppure tramite cannone); e infine si deve mettere in atto una lunga operazione di molatura per appianare la superficie del getto. Questo insieme di operazioni possono comportare anche molte ore di lavoro, a seconda della dimensione del getto, con un livello non indifferente di rischio per gli operai e con una non trascurabile possibilità di creare danni al

getto (quali, ad esempio, strappi superficiali).

Per ovviare a questi inconvenienti, la GTP Schäfer GmbH ha

sviluppato una rete di materiale metallurgicamente inerte (fibra ricoperta di ossidi) e resistente al calore, che, appositamente in-



■ Fig. 1 - Le applicazioni della tecnologia NETTechnology.

serita nel collo dell'alimentatore a contatto con la superficie del getto, permette di ottenere un indebolimento del collo dello stesso, così da ottenere due vantaggi:

- 1) L'operazione di smaterozzatura avviene solo tramite martello (a mano o tramite cannone, a seconda della dimensione del diametro del collo), non essendo più necessario operare una incisione preventiva con la mola.
- 2) Essendo la rete posizionata a livello della superficie del getto, il sovrametallo lasciato dalla smaterozzatura è ridotto a zero, così che la molatura sia minima o non necessaria, a seconda che si tratti di una parte del getto che dovrà subire lavorazioni meccaniche o meno.

Le dimensioni caratteristiche della rete e il rapporto - nella sezione di passaggio della ghisa liquida - fra spazio occupato dalla rete e spazio libero è stato determinato con tecniche di calcolo fluidodinamico in modo che il flusso di metallo liquido non venga ostacolato dalla rete. Lunghe prove sperimentali hanno permesso di confermare la neutralità della rete da un punto di vista metallurgico. A tutti gli effetti, quindi, la rete va considerata come non interagente con la metallurgia del getto.

Le soluzioni *NETTechnology* sono ad oggi disponibili in due declinazioni, adatte sia per maniche in testa (*NETCore*®), che per maniche laterali, calde o fredde (*NETFrame*®) (Fig. 1). Altre soluzioni, basate sullo stesso principio, sono in sviluppo, insieme a equivalenti soluzioni adatte a getti in acciaio.

Descriveremo ora nel dettaglio ciascuna delle due soluzioni ad oggi disponibili.

NETCore®

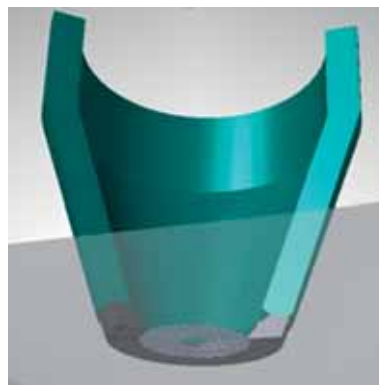
La soluzione *NETCore*® consiste in una animetta di sezionamento con due caratteristiche peculiari: 1) Il materiale di cui è costituita l'animetta è una miscela di speciali sabbie sintetiche che hanno la capacità di evitare qualsiasi fenomeno di sinterizzazione e penetrazione di metallo.

2) All'interno del collo dell'animetta è presente una rete resistente alle alte temperature, posizionata a filo del getto, tenuta in posizione con tensione calibrata grazie alla presenza di un telaio annegato nella sabbia dell'animetta. Il fatto che la rete sia a filo del getto gioca un ruolo cardine, come si vedrà nelle foto successive.

In Fig. 2 è rappresentata una animetta *NETCore*®, mentre in Fig. 3 ne è esemplificato il posizionamento a filo del getto.



■ Fig. 2 - *NETCore*®.



■ Fig. 3 - Il posizionamento di *NETCore*® e la rete a filo del getto



■ Fig. 4 - *NETCore*® - Manica da 1,3ton, collo 380mm.



■ Fig. 5 - *NETCore*® - Manica da 85kg, collo 100mm.

Le animette *NETCore*® sono disponibili in varie misure, dal diametro 60mm al diametro 480mm (ci si riferisce al diametro interno del collo dell'animetta).

Il produttore *GTP Schäfer GmbH* rende disponibili dei video esemplificativi di casi reali, dei quali mostriamo qualche fermo immagine (i video sono a disposizione del lettore, contattando la *Tesi SpA* - riferimenti in fondo all'articolo).

In Fig. 4 è mostrata l'operazione di smaterozzatura di una manica di peso 1,3 ton e collo da 380 mm, asservita a un getto da 7,2 ton in EN GJS 400-18: un solo colpo del cannone, senza alcuna preventiva incisione, è sufficiente a staccare la materozza, senza significativo sovrametallo.

In Fig. 5 è mostrata l'operazione di smaterozzatura di una manica di peso 85 kg e collo da 100mm, asservita a un getto da 2,5 ton in EN GJS 400: con 3 colpi di martello e senza preventiva incisione, la materozza si stacca senza significativo sovrametallo.

Nelle Figg. 6, 7 e 8 è mostrata l'operazione di smaterozzatura di 13 maniche che alimentano un grosso getto in GGG 40: l'o-



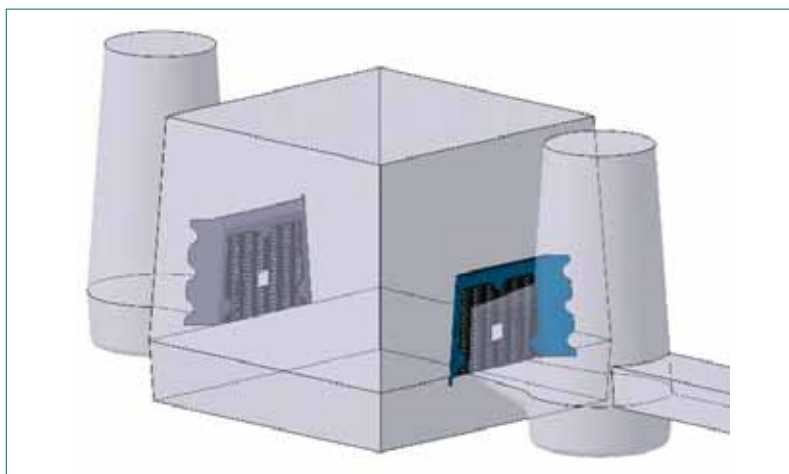
■ Fig. 6 - Getto complicato da smaterozzare.



■ Fig. 7 - Un minuto e 30sec. per smaterozzare.



■ Fig. 8 - Resa superficiale dopo distacco NETCore®.



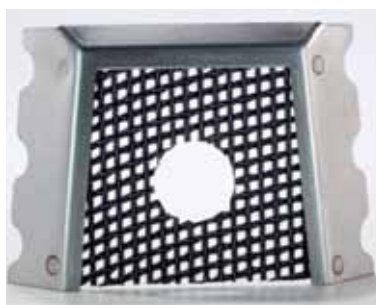
■ Fig. 10 - Il posizionamento di NETFrame®.

peratore, usando il solo martello e senza alcuna incisione preventiva, elimina tutte le maniche in circa 1 minuto e 30 secondi con una o massimo due martellate per manica.

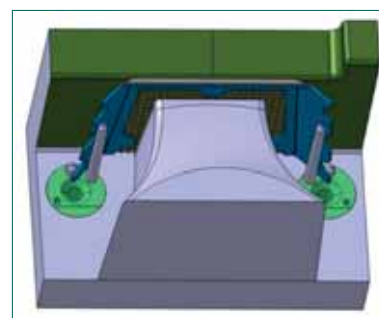
La Fig. 8, in particolare, evidenzia le perfette condizioni della superficie del getto, dove si osserva il distacco delle materozze a filo del getto e l'assenza di sinerizzazioni.

NETFrame®

La soluzione NETFrame® consiste in un telaietto di acciaio che supporta una rete dello stesso tipo del NETCore® descritto sopra, la quale rete è destinata a svolgere analoga funzione per alimentatori laterali. Il telaietto va posizionato, tramite l'interpo-



■ Fig. 9 - NETFrame®.



■ Fig. 11 - Il posizionamento di NETFrame®.

sizione di due pernetti di centratura (forniti dal produttore), all'interfaccia fra getto e alimentatore. L'operazione va svolta prima della formatura (una versione del NETFrame® adatta per impiego dopo formatura è in sviluppo).

In Fig. 9 è rappresentata una animetta NETFrame®, mentre in Fig. 10 ne è esemplificato il posizionamento fra getto e alimentatore laterale.

Lo schema di Fig. 11 mostra più in dettaglio come NETFrame® venga mantenuto in posizione durante la formatura tramite l'utilizzo dei suoi pernetti fissati al modello, mentre in Fig. 12 si può osservare il posizionamento come appare dopo formatura.

Come già nel caso del NETCore®, il produttore GTP Schäfer GmbH rende disponibili dei vi-



■ Fig. 12 - Il posizionamento di **NETFrame®** dopo formatura.

deo esemplificativi di casi reali, dei quali mostriamo qualche fermo immagine.

In Fig. 13 si può osservare un



■ Fig. 13 - **NETFrame®** - Rimozione alimentatore laterale.

getto con complicati alimentatori laterali che, tramite l'utilizzo di un normale cuneo Fischer e senza alcun intaglio preventivo, vengono rimossi nel giro di pochi secondi, lasciando la superficie del getto pulita. In Fig. 14, si può osservare la superficie dello stesso getto in corrispondenza dell'alimentatore.

In conclusione, viene oggi reso disponibile al fonditore un insieme di soluzioni che stanno rivoluzionando la tediosa operazione di smaterozzatura. Grazie alle varie declinazioni della



■ Fig. 14 - **NETFrame®** - Superficie del getto dopo rimozione alimentatore laterale.

NETTechnology di *GTP Schäfer GmbH* (altre sono in arrivo, come detto), è possibile operare rilevanti risparmi di tempo e impegno di manodopera, al contempo ottenendo getti privi di difetti e aumentando la sicurezza dell'ambiente di lavoro. Se interessati a testare questi prodotti, il produttore *GTP Schäfer GmbH*, tramite il suo rivenditore in Italia *Tesi SpA*, è disponibile a fornire non solo, come si è detto, i video di cui si sono mostrati alcuni fermo immagine, ma anche a fornire delle campionature e a discutere i dettagli di eventuali test.

Michele Magri - *Tesi SpA* - Monza ■

RIFERIMENTI

GTP Schäfer GmbH (www.gtp-schaefer.de), fondata nel 1988 a Grevenborich, vicino Colonia (Germania), è oggi il secondo produttore al mondo di materiale esotermico per fonderia, con stabilimenti in Germania e Stati Uniti. Impiega in Germania circa 130 persone su 3 linee che

funzionano 24h/24h, con un fatturato di circa 40 milioni di € (triplicato negli ultimi 10 anni). Vende in tutta Europa, negli USA e in molte nazioni extraeuropee, Cina e India incluse. In Italia, la distribuzione è affidata da oltre 15 anni a *Tesi SpA* (www.tesi-spa.it).

MAGALDI SUPERBELT®

TRASPORTATORI A NASTRO METALLICO AD ELEVATE PRESTAZIONI

IL TRASPORTATORE MAGALDI SUPERBELT® È LA SOLUZIONE IDEALE PER TUTTE LE APPLICAZIONI CHE PREVEDONO IL TRASPORTO DI MATERIALI CALDI, PESANTI ED ABRASIVI IN CONDIZIONI DIFFICILI, CON OLTRE 800 REFERENZE IN TUTTO IL MONDO.



MAGALDI ECOBELT®
TRASPORTO TERRA



MAGALDI SUPERBELT®
SMATEROZZATURA E CARICO GRANIGLIATRICE



MCC®
RAFFREDDAMENTO FUSIONI

APPLICAZIONI IN FONDERIA

- RAFFREDDAMENTO FUSIONI
- TRASPORTO FUSIONI
- SMATEROZZATURA E CERNITA
- TRASPORTO TERRA
- CARICO E SCARICO GRANIGLIATRICE
- CARICO FRANTUMATORE MATEROZZE
- TRASPORTO MOTTE
- CARICO FORNO

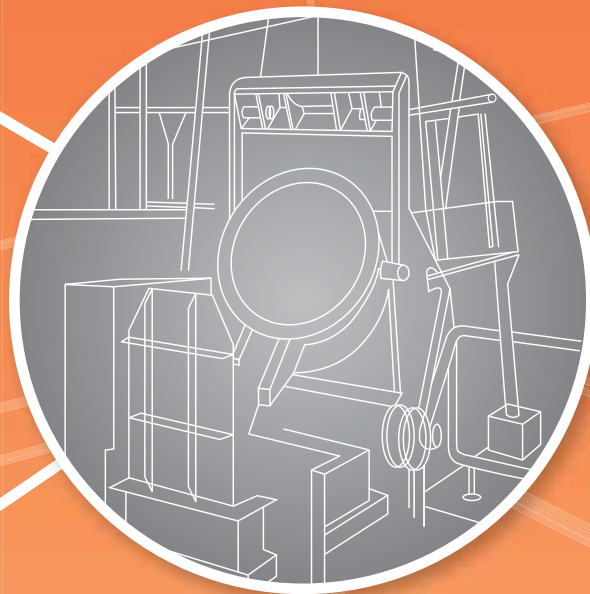
CARATTERISTICHE

- AFFIDABILITÀ
- TRASPORTO FUSIONI
- RESISTENZA ALLE ALTE TEMPERATURE
- RESISTENZA AI CARICHI PESANTI
- TRASPORTO CON INCLINAZIONE (FINO A 35°)
- OTTIMA TENUTA AI FINI
- MINIMA RUMOROSITÀ <65 dB



think

plan



execute

Il percorso più breve dai vostri bisogni,
alle nostre soluzioni.



EKW Italia S.r.l.
via del Lavoro 21, 20863
Concorezzo (MB) Italy
Tel. + 39 039 628031
Fax. + 39 039 6280322

www.ekw.it
info@ekw.it



Prevenzione del difetto white film con l'impiego dell'innovativo impregnante Durosol® Hüttenes-Albertus

Le fonderie devono quotidianamente affrontare sfide qualitative sempre più pressanti, come ad esempio l'accuratezza dimensionale o la finitura superficiale estrema. Per molti anni i tecnici hanno combattuto con il difetto *white film*, tipico delle superfici di getti in ghisa sferoidale con grossi spessori. Le superfici si presentano butterate e ricoperte di un film bianco, che può essere rimosso tramite granigliatura, lasciando comunque un'irregolarità superficiale; inoltre sottopelle si verifica spesso la degenerazione della grafite. In letteratura le principali azioni di miglioramento consigliate sono: ridurre la temperatura di colata, aumentare la permeabilità della terra di formatura, minimizzare gli elementi affini all'ossigeno. Sfortunatamente queste misure sono spesso insufficienti o di difficile implementazione all'interno dei processi produttivi. Il team R&D e Product Manager della Hüttenes-Albertus ha indagato dettagliatamente le cause di questa difettosità e, grazie ad una stretta collaborazione tra clienti e partner selezionati, è stato realizzato un innovativo impregnante a

prevenzione della formazione del difetto. Le prove condotte nelle fonderie tedesche hanno dato ottimi risultati, dimostrando l'efficacia della prevenzione data dall'applicazione di questo tipo di prodotto.

Introduzione

Le richieste sempre più spinte sulla qualità e l'interesse sempre più orientato verso il comportamento a fatica dei getti, ha portato alla ricerca di getti dalle superfici prive di difetti anche solo estetici. Tra i vari difetti superficiali ha destato molto interesse il cosiddetto *white film defect*. Questo si presenta nelle zone



■ Fig. 1 - Formazione del film bianco sulla superficie del getto [1].

termicamente sollecitate dei getti in ghisa, perciò specialmente in presenza dei grossi spessori, sottoforma di strati o depositi bianchi (Fig. 1 e Fig. 2) [1-5]. Questi sono a loro volta il risultato della reazione di riduzione del biossido di silicio SiO_2 che si verifica all'interfaccia metallo/rivestimento/forma.



■ Fig. 2 - Superficie dopo sterratura (sinistra) e dopo granigliatura (destra) [2].



■ Fig. 3 - Superficie di un getto butterato riconducibile al difetto denominato white film [2].

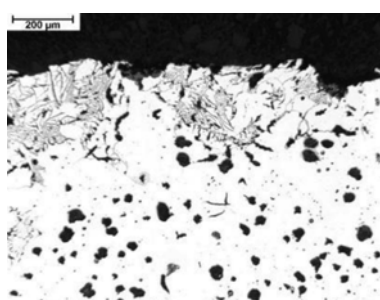
Diversi studi hanno dimostrato che i prodotti di reazione comprendono una fase fibrosa di silicio e ossigeno con inclusioni di carbonio ed ossido di silicio amorfo SiO_x [1-4].

Tale difetto è stato riscontrato sia nei getti dove forme e anime sono state preventivamente rivestite con intonaci refrattari, sia dove non è stata presa alcuna precauzione.

I depositi bianchi risultano fragili, porosi e facili da rimuovere tramite granigliatura [3]. Il difetto risulta perciò ancora più subdolo in quanto, una volta pulito il getto, la superficie appare butterata, aprendo così difficili ipotesi sul tipo e l'origine dello stesso; implicando comunque ulteriori lavorazioni di molatura, aumentando così i tempi ed i costi di lavorazione.

Oltre al danno estetico è stato riscontrato come il difetto influenzi negativamente anche la struttura grafiteca del materiale. In particolare in getti con grafite sferoidale è stata osservata una degenerazione della grafite in profondità compresa tra 0.5 e 1mm (Fig. 4) [1].

In ultima analisi è necessario sottolineare che il difetto è spesso riscontrato nella produzione di getti con tecnologia di formatura chimica (furanica e fenolica),



■ Fig. 4 - Sotto la superficie butterata spesso la grafite è degenerata [1-2].

independentemente dal tipo di ghisa prodotta (GJS e GJL) [5]. Infatti nelle prove condotte sostituendo i leganti organici con quelli inorganici (Cordis®), il difetto scompare. Purtroppo però questo tipo di tecnologia non è ancora economicamente vantaggiosa nelle applicazioni con getti di grandi dimensioni.

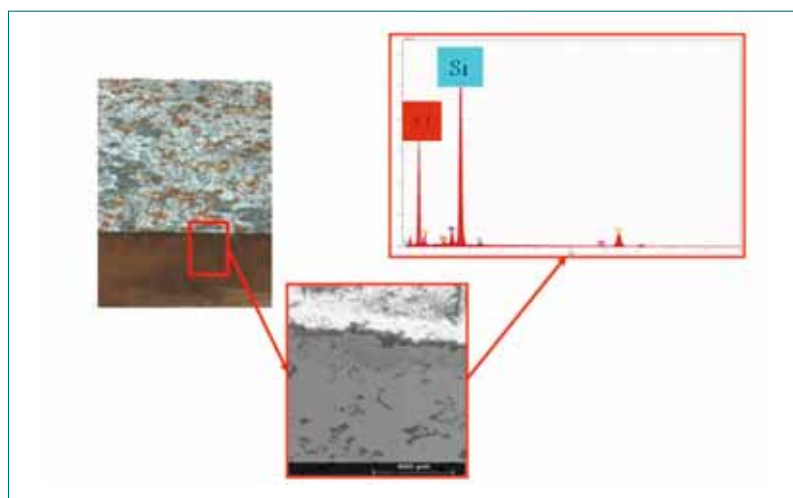
La resina legante organica si decompone per effetto dell'enorme calore durante la fusione. A quella temperatura il carbonio libero reagisce immediatamente con l'ossigeno, formando monossido di carbonio $C = O$. Essendo l'ossigeno in difetto, rimane molto carbonio disponibile alla riduzione del biossido di silicio.

Analisi dettagliate al SEM (Fig. 5) hanno dimostrato che il difetto *white film* è composto essenzialmente da: silicio, ossigeno e carbonio colloidale [2]. Inoltre è stato possibile stabilire che il difetto si origina dalla forma propagandosi nella direzione del metallo [3].

CHIMICA DEL DIFETTO

Secondo sperimentazioni condotte in laboratorio, il SiO amorfo può formarsi dalla condensazione sulla superficie dopo la vaporizzazione di silicio e biossido di silicio in condizioni di vuoto a circa 1400 °C. Il $SiO_{[g]}$ gassoso consiste in molecole biatomiche con un doppio legame $Si = O$ [3].

Secondo la letteratura, si possono individuare cinque modifiche del SiO solido, in funzione della velocità di raffreddamento o la



■ Fig. 5 - Analisi SEM del difetto [2].

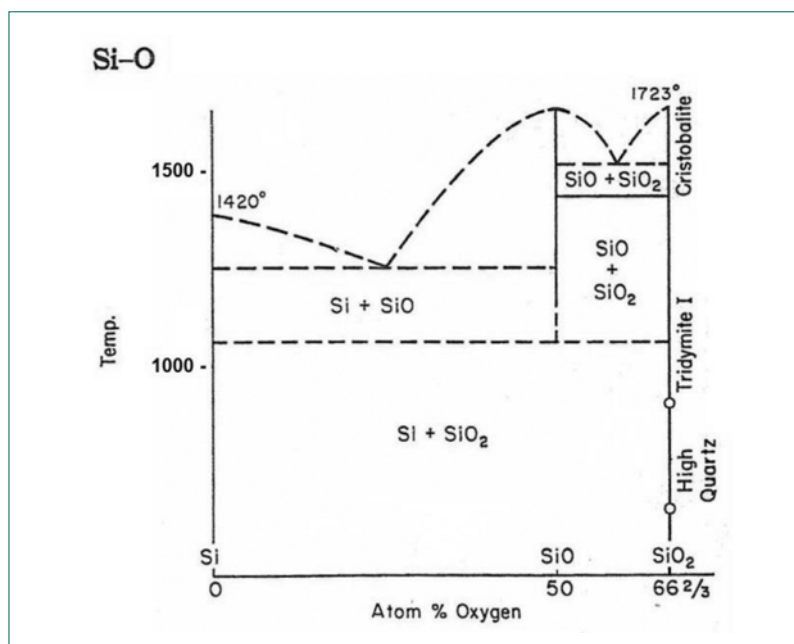


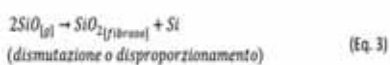
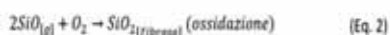
Fig. 6 - Diagramma di fase binario del sistema Si - O [6].

temperatura di condensazione successiva alla vaporizzazione [3]. Per esempio a temperature superiori ad 800 °C, si forma una polvere giallo-bruna; a temperature superiori a 1000 °C, si forma un vetro di colore giallo. Entrambe le sostanze contengono e Si e SiO₂. Sotto agli 800 °C invece, si forma una sostanza vetrosa di colore nero. A temperature ancora più basse, si forma il solido SiO dal tipico colore nero carbone. Attraverso un rapido raffreddamento in acqua si raggiunge la modifica fibrosa del solido nero. Ulteriori studi hanno dimostrato che la comparsa di SiO_x dipende dalla velocità di condensazione, dalla pressione di O₂ ed altri fattori [3].

Seguendo il diagramma di fase SiO in Fig. 6, una fase ipotetica si forma a temperature comprese tra 1180 °C e 1720 °C. Analisi successive hanno confermato l'esistenza della fase SiO attraverso la reazione di Si con eccesso di SiO₂, al punto di fusione del silicio (circa 1417 °C) [7]; successi-

vamente attraverso un confronto della misura solubilità/concentrazione di ossigeno nel silicio con calcoli teorici [8].

Sulla base della teoria, le reazioni coinvolte nella formazione del difetto *white film* possono essere così riassunte [5]:



POTENZIALI RIMEDI

A fronte di quanto appena descritto i rimedi tipicamente consigliati per ridurre l'insorgere del difetto sono [4]:

- ridurre la temperatura di colata;
- aumentare la permeabilità della forma;
- aumentare l'aggiunta di sabbia nuova;
- minimizzare gli elementi affini all'ossigeno (zolfo, carbonio, silicio, fosforo, azoto, ecc.)

- mantenere la sabbia di riciclo con una perdita alla calcinazione <1%, conducibilità <200μS/cm, azoto <0.02%, fosfati <0.5%;
- utilizzare alimentatori esotermici con composizione priva di fluoro (per evitarne l'accumulo nella sabbia rigenerata);
- ridurre il contenuto di silicio (<3%);
- minimizzare l'apporto nella formazione dei residui delle anime scarte dopo sterratura;
- ridurre la resina/catalizzatore, preferendo un PTS rispetto a quelli con acido fosforico;
- utilizzare un intonaco altamente refrattario.

Sfortunatamente queste misure sono spesso insufficienti o di difficile implementazione nei processi produttivi.

Il team R&D della Hüttenes-Albertus ha indagato dettagliatamente le cause di questa difettosità. Al termine di una stretta collaborazione tra clienti e partner selezionati è stato realizzato un innovativo impregnante, **Durosol® 9125 W20**, a prevenzione della formazione del difetto [2]. Con lo scopo di trovare una soluzione orientata al cliente per la prevenzione o soppressione di questo difetto è stato costituito un team di studio con i seguenti obiettivi:

- formulare un impregnante risolutivo adatto per la produzione;
- evitare l'aggiunta di una maggiore quantità di sabbia nuova;
- mantenere inalterato il sistema legante.

Le prove condotte con **Durosol® 9125 W20** nelle fonderie tedesche hanno dato ottimi risultati, in molti casi sorprendenti. È stato risolto definitivamente il problema, dimostrando l'efficacia della prevenzione dopo l'applicazione di questo tipo di prodotto [2].

Parte sperimentale

Presso le fonderie tedesche, Kolbus. GmbH & Co.KG, Rahden; Eisengiesserei Torgelow GmbH, Torgelow; Heidenreich & Harbeck GmbH, Mölln, sono stati realizzati sia i primi test di studio che la messa a punto finale del prodotto. Per ciascuna è stato preso in considerazione un caso differente in funzione delle specifiche applicazioni [2].

CASO 1

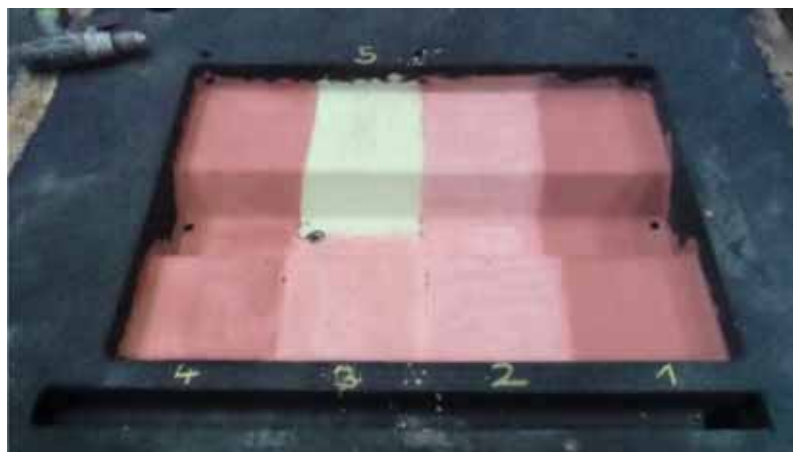
Il getto preso in esame è il raccordo in Fig. 7.

La fusione da 900 kg in ghisa EN-GJS-400-15 è solitamente prodotta con il 100% di sabbia rigenerata meccanicamente, utilizzando resina furanica e catalizzatore PTS. In condizioni standard le vernici utilizzate sono: Arkofluid® 7232 (come impregnante) e Arkofluid® 7879 (come intonaco).

In questa sperimentazione nulla è stato modificato nella realizzazione della forma, ma si è proceduto a verniciare zone diverse con prodotti differenti applicati, come si può osservare in Fig. 8.



■ Fig. 7 - Esempio di raccordo colato nella sperimentazione [2].



■ Fig. 8 - Particolare della verniciatura. In particolare si notino le cinque aree identificate [2].

In Tab. 1 sono riportate le tipologie di vernici o impregnanti utilizzati.

SETTORE	IMPREGNANTE
1	Lab sample Durosol®
2	Lab sample 2
3	Arkofluid® 7232 (STD)
4	Lab sample 3
5	Lab sample 4

■ Tab. 1 - Prodotti utilizzati per ciascun settore della forma.

CASO 2

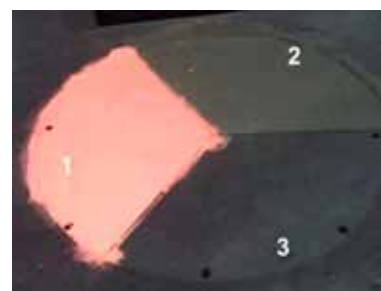
Per questo secondo caso il team di lavoro ha scelto come getto di prova una tavola rotante (Fig. 9).



■ Fig. 9 - Tavola rotante (per cortesia Fonderia di Kolbus, Rahden - DE) [1].

Il getto dal peso di 1625 kg è stato realizzato in ghisa sferoidale EN-GJS-400-15, utilizzando principalmente sabbia rigenerata dal processo di formatura con resina furanica.

La porzione superiore della fusione è stata suddivisa in tre settori (Fig. 10): nel settore 1 è stato applicato l'impregnante Durosol® 9125 W20; nel settore 2 un intonaco tradizionale a base di grafite; mentre nel settore 3 non è stato applicato alcun prodotto.



■ Fig. 10 - I tre settori della piastra rotante [1].

SETTORE	MIX SABBIA	LEGANTE	IMPREGNANTE	INTONACO
1	10% nuova	0.8%/0.23% Akt	Durosol® 9125 W20	Arkofluid® 7879
2	25% nuova	1.0%/0.50% Akt	Arkofluid® 7232	Arkofluid® 7879
3	10% nuova	0.8%/0.23% Akt	Arkofluid® 7232	Arkofluid® 7879

■ Tab. 2 - Parametri di processo nella fase di formatura del getto di prova.

Oltre a variare la tipologia di vernice, è stato deciso di variare la quantità di sabbia nuova utilizzata per la formatura dei settori. In Tab. 2 sono riportati i parametri della sperimentazione per ciascun settore.

CASO 3

Nel terzo caso è stato applicato l'impregnante **Durosol® 9125 W20** solo su metà forma nella realizzazione di un componente eolico da 20.000 kg in ghisa sferoidale.

Risultati

Le prove nelle fonderie tedesche

CASO 1

In Fig. 11 si possono osservare i

risultati fusori ottenuti nei cinque settori.

Il settore 1 e 2 confermano l'ottimo risultato fusorio e la riproducibilità del campione di laboratorio con quello di produzione. Nel settore 3 è stata utilizzata una vernice standard; il difetto è molto evidente. Il settore 4 e 5 sono campioni prove di laboratorio.

CASO 2

In Fig. 12, Fig. 13 e Fig. 14 sono riportati i risultati fusori dei tre settori della tavola rotante.

La porzione 1, trattata con il nuovo impregnante **Durosol® 9125 W20**, presenta una superficie liscia ed esente da qualsiasi tipo di difetto, senza modifiche sostanziali sulla miscela di sabbia

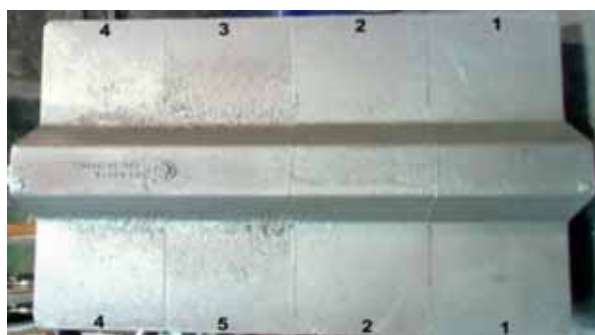
o sul tipo di resina/catalizzatore. Nella porzione 2, dove è stata aumentata la quota di sabbia nuova, si nota una superficie ancora rugosa, seppur con un miglioramento come previsto dalla teoria. La porzione 3, utilizzata come controllo di riferimento secondo il processo tipico della fonderia, mostra invece una superficie molto rovinata.

CASO 3

Il risultato fusorio di questo terzo caso su un getto per impianto eolico è visibile in Fig. 15. Come si può notare la zona di demarcazione è molto netta già ad occhio nudo.

L'ESPERIENZA ITALIANA

Anche in Italia è stato possibile verificare il funzionamento del



■ Fig. 11 - Risultati fusori del getto raccordo [2].



■ Fig. 13 - Risultato fusorio del secondo settore (cfr. Tab. 2) [1].



■ Fig. 12 - Risultato fusorio del primo settore, l'unico con l'applicazione del Durosol® 9125 W20 (cfr. Tab. 2) [1-2].



■ Fig. 14 - Risultato fusorio del terzo settore (cfr. Tab. 2) [1-2].



■ Fig. 15 - Zona di demarcazione di un getto impianto eolico [1-2].

Non è un problema rimuovere il film bianco di silice, ma se la butterazione è molto profonda, oltre lo spessore di sovrametallo, aumentano i costi di pulizia o addirittura il getto diventa scarto.

L'utilizzo del nuovo prodotto impregnante **Durosol® 9125 W20** ha portato, in tutte le fusioni testate finora, ad una completa scomparsa del difetto da *white film* anche su getti di grosse dimensioni, come ad esempio supporti per turbine eoliche da 20.000 kg.

nuovo impregnante **Durosol® 9125 W20**. La fusione, realizzata con l'intonaco tradizionale e secondo le usuali condizioni della fonderia, mostrava il difetto riportato in Fig. 16.

La superficie del getto ottenuta dopo l'applicazione dell'impregnante **Durosol® 9125 W20** appare perfettamente pulita e priva del difetto *white film* (Fig. 17).

- aumento dei costi di collaudo;
- riduzione delle proprietà meccaniche;
- scarti occasionali.

In sintesi i vantaggi possibili sono:

- scarto azzerato;
- nessun aumento dei costi per aumento della quantità di sabbia nuova da aggiungere a quella rigenerata;

Conclusioni e prospettive

Per molti anni i tecnici hanno combattuto con il difetto *white film*, tipico delle superfici di getti in ghisa sferoidale con grossi spessori. Le superfici si presentano butterate e ricoperte di un film bianco. Questo può essere rimosso tramite granigliatura, lasciando comunque un'irregolarità superficiale; inoltre sottopelle si verifica spesso la degenerazione della grafite. In conclusione tale difetto si ripercuote sul:

- mancato raggiungimento della qualità superficiale;
- aumento dei costi per rilavorazione;



■ Fig. 16 - Superficie del grezzo realizzato in una fonderia italiana: grezzo dopo granigliatura (in alto) e dopo lavorazione meccanica (in basso).



■ Fig. 17 - Superficie dello stesso grezzo di Fig. 16 dopo l'applicazione dell'impregnate Duro-sol® 9125 W20.

- nessuna modifica al sistema legante/catalizzatore;
- superfici di elevata qualità;
- miglioramento delle proprietà meccaniche del getto;
- prevenzione della degenerazione grafitica associata al difetto;
- riduzione se non azzeramento dei costi per rilavorazioni;
- aumento della produttività con eccellente qualità;
- nessun costo di acquisto attrezzature impiantistica particolare o personale aggiuntivo.

Il team di ricerca e sviluppo Hüttenes Albertus è in continuo lavoro per estendere tale successo ad un numero sempre maggiore di casi in tutto il mondo. L'industria della fonderia italiana può offrire nuovi spunti di sviluppo per una nuova genera-

zione di prodotti. Anche in questo caso è emerso come la partnership tra una realtà globale come la HÜTTENES ALBERTUS e la FONDERIA abbia portato alla definitiva risoluzione di un difetto subdolo e all'aumento della qualità dei getti.

Ringraziamenti

Si ringrazia il gruppo di studio Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, Dr. Klaus Seeger, Ing. Martin Vorrath, Dr. Christian Fourberg, Claus Joachim.

Un ringraziamento speciale va alla Dr. Ing. Ekatherina Potaturina per il supporto tecnico, l'impegno e l'ottimo lavoro svolto sul tema del difetto da *white film*.

Paolo A. Feltrin, Matteo Pesci
Satef Hüttenes-Albertus
Vicenza ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] Herausforderung angenommen: Die Lösung gegen weiße oder narbige Oberflächen; Von Claus Joachim, Martin Vorrath, Klaus Seeger, Christian Fourberg, Düsseldorf, und Oliver Buchmann, Rahden - GIESSEREI 102 04/2015.
- [2] Vermeidung des Gussfehlers „Weißer Belag“ durch Penetrationsschichten; Dr. Klaus Seeger, Martin Vorrath, Christian Fourberg, Claus Joachim - GIFA 2015.
- [3] Untersuchungen zum Gussfehler weißer Belag an schweren Eisengussteilen; Dr.-Ing. Ekaterina Potaturina - Giesserei-Praxis 9/2014.
- [4] Innovative coating to prevent white film defects; Dipl.-Ing. Martin Vorrath, HA Düsseldorf 2015.
- [5] White coating - Foundry Lexicon.
- [6] Phase diagrams for ceramist; M. Levin, C. Robbins, H. McMurdie.
- [7] Differential thermal analysis of the $Si-SiO_2$ system; L. Brewer und F. T. Greene - J. Phys. Chem. Solids 2, 1957.
- [8] Oxygen Solubility in Liquid Silicon in Equilibrium with and $SiO-SiO_2$; U. Ekhult und T. Carlberg - J. Electrochem. Soc. 136, 1989.

nuova
APS

40 anni
1976-2016



- **PROFILI RAME**
- **COSTRUZIONE BOBINE per RISCALDO A INDUZIONE**
- **RIPRISTINO BOBINE USATE**



www.nuovaaps.com – E-mail: info@nuovaaps.com
Via Arno, 8 - 21040 SUMIRAGO Fr. CAIDATE (VA) Tel.0331.909031 Fax 0331.908166



Tecnologia No-Bake
Impianti completi di formatura
Impianti di recupero e
rigenerazione termica delle sabbie

Via Gallarate, 209 - 20151 MILAN (Italy)
Tel. +39 02 38002400 - Fax +39 02 89077108
www.sogemieng.it - info@sogemieng.it



SERVIZI PER ACCIAIERIE E FONDERIE
ASPIRAZIONE POLVERI
GESTIONE E SMALTIMENTO
RIFIUTI INDUSTRIALI

BONIFICHE AMBIENTALI
PULIZIA IMPIANTI CHIMICI E DI DEPURAZIONE
SERVIZI PER LE PUBBLICHE
AMMINISTRAZIONI

F.lli Zappettini
SERVIZI AMBIENTALI



Via Cistercensi n°3
 24021 Albino (Bergamo)
 Tel. 035 770933 - info@ecozappettini.it



BS OHSAS 18001:2007
 Certificate n° QA/065/15



www.ecozappettini.it

Valutazione dell'avanzamento del processo di austempering mediante prove di trazione

Abstract

È stata studiata la capacità di un'equazione costitutiva, caratterizzata da parametri fisici, di correlare il comportamento plastico con la microstruttura di un ghisa sferoidale austemperata (ADI), allo scopo di valutare la stabilità della austenite residua durante austempering ed ottenere la microstruttura ausferritica ottimale. La finestra temporale critica per interrompere la reazione è quella in cui la trasformazione di austempering è giunta a saturazione producendo una frazione austenitica caratterizzata dalla massima possibile stabilità, prima che inizi il secondo stadio caratterizzato dalla precipitazione dei carburi ϵ' . La ghisa sferoidale ADI 1050 è stata, quindi, temprata in momenti diversi durante austempering ed i campioni così ottenuti sono stati deformati mediante prove di trazione a temperatura ambiente. I campioni testati in trazione hanno presentato un andamento dei carichi R_m e degli allungamenti a rottura e_R coerenti con la microstruttu-

ra osservata, manifestando per tempi di austempering molto elevati una significativa riduzione di duttilità attribuibile alla precipitazione della fase infragile ϵ' , come riportato in letteratura. Gli andamenti dei dati R_m e e_R in funzione dei tempi di austempering hanno però presentato un'ampia dispersione, cosicché non è stato possibile individuare univocamente la finestra ottimale della trasformazione per bloccare la trasformazione. Per questo motivo, le curve di trazione sono state interpolate con una equazione costitutiva avente parametri fisici, basati sulla descrizione e l'evoluzione della microstruttura del materiale. Questi parametri hanno presentato una minore dispersione ed un andamento regolare in funzione dei tempi di austempering, permettendo quindi di determinare la finestra critica per interrompere il processo industriale di austempering.

Parole chiave: deformazioni plastiche; ghise austemperate; equazioni costitutive; microscopia.

Introduzione

Gran parte dei processi di produzione dei materiali metallici sono caratterizzati da trasformazioni allo stato solido, mediante le quali la microstruttura del materiale evolve conferendo al materiale le proprietà desiderate. Efficaci indicazioni sull'evoluzione delle peculiarità microstrutturali possono essere ricavate dalle analisi delle curve di flusso ottenibili dalle prove di trazione ed, in particolare, dalla correlata fase d'incrudimento. I valori convenzionali ricavati da tali curve sono quelli relativi al carico di snervamento (YS) ed al carico di rottura (R_m), che però non sempre danno indicazioni chiare della microstruttura. Per questo motivo si preferisce intraprendere delle procedure di modellazione di tali curve utilizzando particolari equazioni costitutive, con lo scopo di determinare parametri che siano riconducibili direttamente agli aspetti microstrutturali del materiale deformato.

Nel campo dei materiali metallici di interesse industriale vengono

solitamente utilizzate numerose equazioni costitutive [1-4], che possono essere sostanzialmente divise in due categorie. Una prima categoria riguarda le equazioni "tipo-Hollomon" [5-7] che considerano relazioni basate su leggi di potenza, fra lo sforzo vero σ e la deformazione vera ϵ . Un altro genere di equazioni sono invece le equazioni "tipo-Voce" che consistono in relazioni esponenziali tra σ e ϵ [8-10]. Le prime sono equazioni che solitamente ben approssimano le curve di flusso anche alle piccole deformazioni, nonostante siano di carattere puramente empirico, non basate dunque su concetti fisici che direttamente o indirettamente forniscono informazioni di tipo microstrutturale. Le seconde invece, sebbene approssimino bene le curve solo alle alte deformazioni, sono riconducibili alla dinamica del moto delle dislocazioni ed alla microstruttura dei materiali.

Nel lavoro presentato viene intrapresa, con l'ausilio della suddetta modellazione, l'analisi di comportamento plastico di una ghisa austemperata (Austempered Ductile Irons - ADI), con lo scopo di analizzare l'evoluzione microstrutturale del materiale durante il processo produttivo. La ghisa in considerazione, caratterizzata da peculiari proprietà meccaniche derivanti dalla struttura ausferritica [11], viene prodotta prima mediante austenizzazione ad elevate temperature, per poi essere sottoposta al processo di austempering [12-22]. Durante quest'ultima trasformazione, dall'austenite primaria (γ) si forma una struttura bifasica (ausferrite) costituita da ferrite (α) ed austenite metastabile ricca in carbonio (γ_{HC}), alla quale si aggiungono i caratteristici noduli di grafite (in questo caso dalla frazione volumica pari a 10 ± 1 %). La frazione volumetrica di ciascuna delle fasi costi-

tuenti l'ausferrite dipende dalla composizione e della temperatura di processo, con quella di ferrite α maggiore (fino al 70%) della complementare austenite metastabile γ_{HC} . Tuttavia, per più elevati tempi di permanenza alla temperatura di austempering, γ_{HC} si decompone in ferrite α e carburi Fe-C ϵ' [19,20], con quest'ultimi che tendono a provocare l'infragilimento del materiale e quindi un indesiderato degrado delle proprietà meccaniche. Se invece il materiale viene temprato ad istanti del processo in cui la trasformazione di austempering non è ancora completa, viene osservata un'importante frazione volumetrica di martensite [14,15]. L'intervallo dei tempi di austempering per i quali si ha una struttura ausferritica ottimale (priva di martensite e carburi ϵ') viene definita la finestra di processo, ossia le condizioni ottimali di austempering.

L'obiettivo del lavoro è di mostrare come un'equazione costitutiva "tipo-Voce" basata su solide considerazioni fisiche sia più idonea, rispetto ad una di "tipo-Hollomon" molto utilizzata nel settore come quella di Ludwik [6], riguardo al raggiungimento di utili informazioni sulla microstruttura di una ghisa ADI temprata con diversi tempi di austempering, con l'obiettivo finale di individuare la finestra di processo.

Materiale e procedure sperimentali

La ADI 1050 è stata austenitizzata, portata alla temperatura di austempering e temprata a quattordici differenti e crescenti tempi di austempering (t_1, t_2, \dots, t_{14}) [23]. Da ogni condizione sono stati ottenuti provini dal tratto utile con diametro iniziale $d_0 = 12,5$ mm e lunghezza $l_0 = 50$ mm, sui quali

sono state eseguite prove di trazione conformi alla norma ASTM E8-8M a temperatura ambiente e velocità di deformazione 10^{-4} s $^{-1}$.

Dalle curve ingegneristiche S vs. e , dove $S = F/A_0$ ed $e = (l - l_0)/l_0$, sono state ricavate le curve di flusso sforzo vero-deformazione vera σ vs. ϵ dove $\sigma = S \cdot (1 + e)$ e $\epsilon = \ln(1 + e)$. Per il presente studio è stata considerata solo la parte plastica della curva di flusso, ottenuta sottraendo la parte di deformazione elastica $\epsilon_e = \sigma/E$ (E il modulo di Young sperimentale) alla deformazione generale ϵ , in modo che per la parte di deformazione plastica risulti $\epsilon_p = \epsilon - \epsilon_e$. Su queste curve le equazioni costitutive considerate sono state interpolate prima del valore per cui $d\sigma/d\epsilon_p = \sigma$, equivalente alla condizione del carico ultimo (Ultimate Tensile Strength - R_m) per cui $dS = 0$, con corrispondente deformazione a rottura e_R . Oltre questa condizione infatti la curva di flusso diventa non rappresentativa, poiché si manifesta il fenomeno della strizione.

Per la validazione della modellazione intrapresa, vengono in questa sezione mostrati i risultati dell'evoluzione microstrutturale studiati mediante osservazioni in microscopia in trasmissione (TEM), dove si è verificata la presenza di precipitati infragilenti ϵ' per lunghi tempi di austempering.

Equazioni costitutive a confronto

EQUAZIONE DI LUDWIK

Molto simile alla più nota equazione di Hollomon [5], rispetto a quest'ultima tiene conto di un termine aggiuntivo σ_0 , con il quale viene considerato il contributo della presenza di precipitati indeformabili e/o molteplici fasi

durante l'incrudimento in deformazione plastica

$$\sigma = \sigma_o + K_H \cdot \varepsilon_p^n \quad (1)$$

con K_H e n sono rispettivamente il parametro di resistenza e l'esponente d'incrudimento. Nel caso della considerata struttura ausferritica, la presenza di larghe zone martensitiche durante i primi tempi della reazione e delle interfacce α/γ_{HC} giustifica l'introduzione di σ_o e dunque dell'equazione stessa. Le costanti vengono determinate dalla pendenza del grafico $\ln(d\sigma/d\varepsilon_p)$ vs. $\ln(\varepsilon_p)$. L'interpolazione per tutte le curve di flusso è stata imposta tra il carico di prova $\sigma_{0,2\%}$ ed il valore corrispondente al suddetto carico ultimo.

EQUAZIONE DI ESTRIN

Kocks, Mecking [25-27] ed Estrin [9,28,29] proposero, per il caso di materiali metallici ad alta densità di precipitati ed interfacce, la seguente equazione (proposta originariamente da Sah [9])

$$\sigma = [\sigma_s^2 + (\sigma_o^2 - \sigma_E^2) \exp(-\varepsilon_p/\varepsilon_c)]^{1/2} \quad (2)$$

con σ_E è lo sforzo di saturazione raggiunto asintoticamente all'aumentare della deformazione. ε_c è la deformazione critica che controlla la rapidità con la quale σ_E viene avvicinato e σ_o è il valore

di sforzo estrapolato alla condizione $\varepsilon_p = 0$. Per la determinazione dei parametri dell'equazione risulta necessario studiare l'andamento dei dati sperimentali $2\sigma \cdot d\sigma/d\varepsilon_p$ vs. σ^2 . Infatti, la forma differenziale dell'Eq. (7) risulta essere

$$2\sigma \frac{d\sigma}{d\varepsilon_p} = \Theta_E - \varepsilon_c^{-1} \cdot \sigma^2 \quad (3)$$

in cui è identificabile una relazione lineare tra $2\sigma \cdot d\sigma/d\varepsilon_p$ e σ^2 , con i parametri $(\varepsilon_c^{-1} \cdot \sigma_E^2) = \Theta_E$ e ε_c^{-1} costanti durante l'aumentare della deformazione. Anche in questo caso, dunque, è possibile interpolare la curva di flusso con l'Eq. (8), se si trova una regione lineare dei dati $(2\sigma \cdot d\sigma/d\varepsilon_p)$ vs. σ . Infine, σ_o viene determinato dall'interpolazione della curva $\sigma - \varepsilon_p$.

Risultati

Da ciascuna delle curve di trazione eseguite sui 14 provini di materiale [23], ognuno già temprato dopo esser stato mantenuto a differenti tempi di austempering, è possibile ricavare i convenzionali valori R_m e e_R , con i quali solitamente si quantificano in prima istanza le peculiarità di deformazione plastica dei metalli. Verificando l'andamento dei valori trovati rispetto alle temperature

di austempering (Fig. 1), viene in qualche modo identificato un trend di dati associabile all'evoluzione microstrutturale attesa della ADI 1050, tenendo conto della possibile formazione dei precipitati ε' per lunghi tempi di austempering [19,30]. Purtroppo gli andamenti dei dati hanno presentato un'ampia dispersione, cosicché non è stato possibile individuare univocamente un intervallo critico di tempi per ottenere l'ausferrite ottimale. Da qui la necessità di procedere con la modellazione presentata.

Per ciascuno dei test di trazione, sono state applicate le eq.(1) e eq.(3) alle curve di flusso σ vs. ε , dalle quali sono stati ricavati i valori dei corrispondenti parametri caratteristici ed il loro andamento in funzione dei tempi di austempering (Fig. 2 e Fig. 3).

Si noti da Fig. 2 come gli andamenti dei parametri dell'equazione di Ludwik non mostrino un chiaro andamento riconducibile alle variazioni microstrutturali del materiale con il tempo di austempering. In generale si ha un andamento decrescente con una dispersione dei dati molto ampia soprattutto nel caso del coefficiente n . Sebbene la decisa variazione iniziale degli andamenti per i primi tempi di austempe-

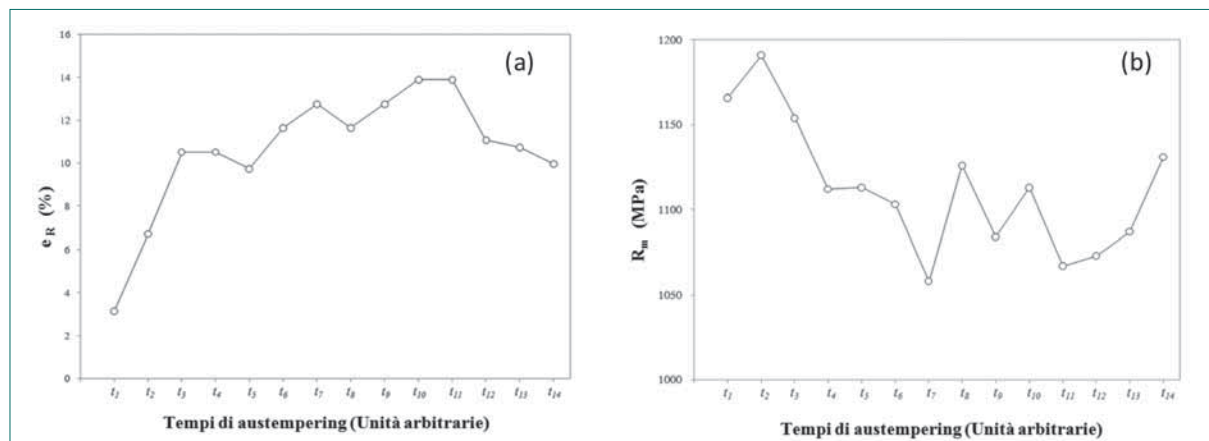


Fig. 1 - Andamenti dei (a) valori di e_R e (b) R_m ricavati dalle prove di trazione su ADI 1050 in funzione del tempo di austempering.

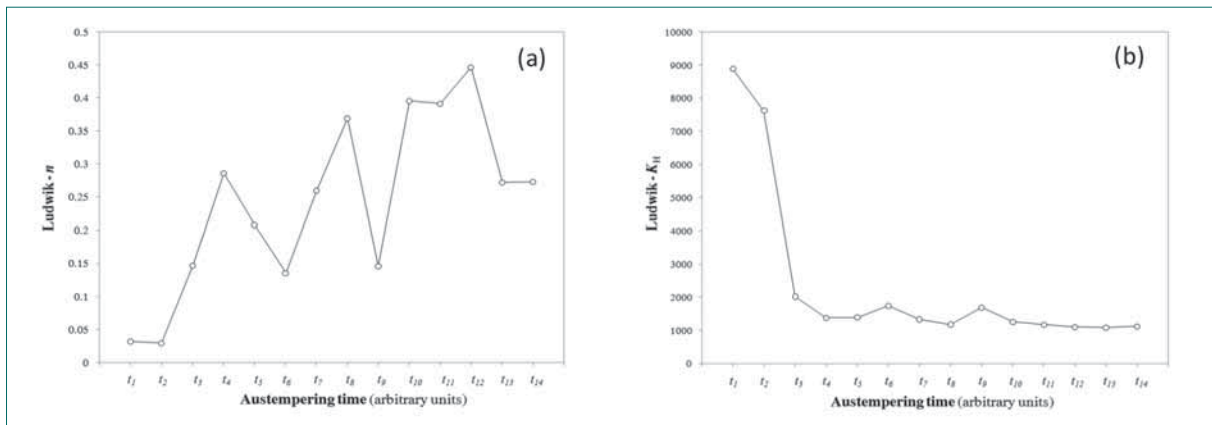


Fig. 2 - Parametri caratteristici per l'eq.(2): (a) esponente di incrudimento n e (b) coefficiente di sforzo K_H , in funzione del tempo di austempering.

ring possa effettivamente essere indicativa della formazione di martensite in seguito alla fase di tempra [14,15], tale procedura non riesce ad individuare un intervallo di tempi di austempering riconducibile all'ottenimento dell'auferrite ottimale prima che la precipitazione Fe-C ϵ avvenga [19,20]. Il motivo sta nel fatto al fatto che l'applicazione della eq. (2), così come in generale delle equazioni "tipo-Hollomon" dipendono dalla deformazione, il quale è un parametro fortemente dipendente dalla sconosciuta storia termo-meccanica subita dal materiale e quindi poco adatto alle descrizioni microstrutturali [23,25-29].

Si osservi invece in Fig. 3 come i parametri caratteristici dell'equa-

zione di Estrin abbiano un chiaro andamento in funzione del tempo di austempering. Il risultato comporta importanti considerazioni riguardo all'evoluzione microstrutturale del materiale in studio. Infatti la correlazione dell'eq.(3) con gli aspetti microstrutturali è basata sull'interpretazione meccanicistica data da Kocks, Mecking ed Estrin della velocità d'incrudimento $d\sigma/d\epsilon_p$ [24-30]. In questi lo studio dei meccanismi di deformazione plastica dei metalli è basato sui concetti di scorrimento delle dislocazioni e dello sforzo necessario a superare gli ostacoli dati dal reticolo cristallino affinché la deformazione plastica avvenga, dalle interazioni reciproche tra dislocazioni ed da altri ostacoli,

quali precipitati e seconde fasi. La facilità con cui le dislocazioni si muovono dipenderà dunque da grandezze caratteristiche come la larghezza delle celle dislocative L_o , la dimensione del grano D e la spaziatura media λ tra i suddetti ostacoli geometrici. Nel caso in studio della matrice bifasica auferritica, la densità degli ostacoli geometrici è molto più elevata di quella degli altri due fattori considerati (cioè vale $\lambda \ll L_o, D$), per cui lo stesso λ può qui essere considerato come unico parametro identificativo della microstruttura, cosicché più elevata è la densità di questi ostacoli, più piccolo risulterà il valore di λ . In particolare si può dimostrare [24-30] come tale valore sia strettamente correlato

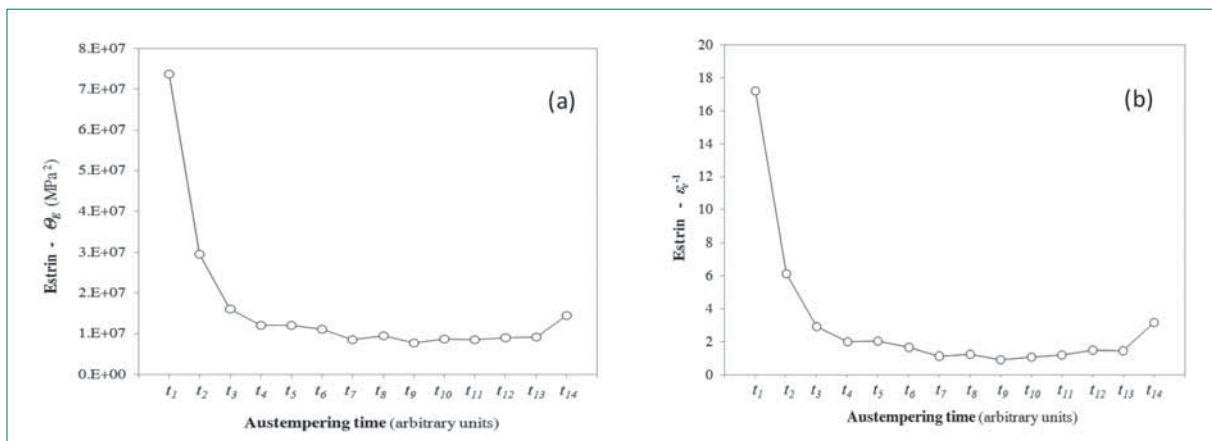


Fig. 3 - Parametri caratteristici (a) $\Theta_p = (\epsilon_c^{-1} \cdot \sigma_E^2)$ e (b) ϵ_c^{-1} per l'eq.(3).

all'eq.(3) e specialmente al parametro $\Theta_{E'}$, mediante la seguente uguaglianza:

$$\Theta_E = \varepsilon_C^{-1} \cdot \sigma_E^2 = \frac{M^3 (\alpha_0 G)^2 b}{\lambda} \quad (4)$$

da cui è possibile quantificare il valore di λ . M è il fattore di Taylor (≈ 3.1 per i metalli dalla struttura cristallografica sia FCC che BCC, se non ci sono tessiture cristallografiche), α_0 tiene conto dello sforzo di interazione dislocazione-dislocazione (≈ 0.5 [27]), $G = G(T)$ è il modulo di taglio alla temperatura studiata e b il modulo del vettore di Burgers. In Fig. 4 viene mostrato l'andamento di λ in funzione dei tempi di austempering considerando i suddetti parametri per la struttura cristallografica BCC (si ricordi che la ferrite α è presente con una frazione volumetrica decisamente maggiore).

Analizzando la microstruttura con microscopia ottica per i tempi di austempering minori di t_7 in Fig. 5, la ADI temprata presenta ben tre fasi: ferrite, austenite e martensite [14,15], risultando in una struttura fine con un ridotto valore di λ consistente con i dati in Fig. 4.

Al crescere dei suddetti tempi, si osserva generalmente una diminuzione della quantità di martensite [14,15] sparita a t_7 , con la realizzazione di ausferrite ottimali per tempi superiori, che rende possibile una crescita progressiva di λ fino ad un valore massimo riportato in Fig. 4 tra t_7 e t_{11} . Tuttavia la riduzione di λ per tempi superiori a t_{11} , potrebbe essere giusti-

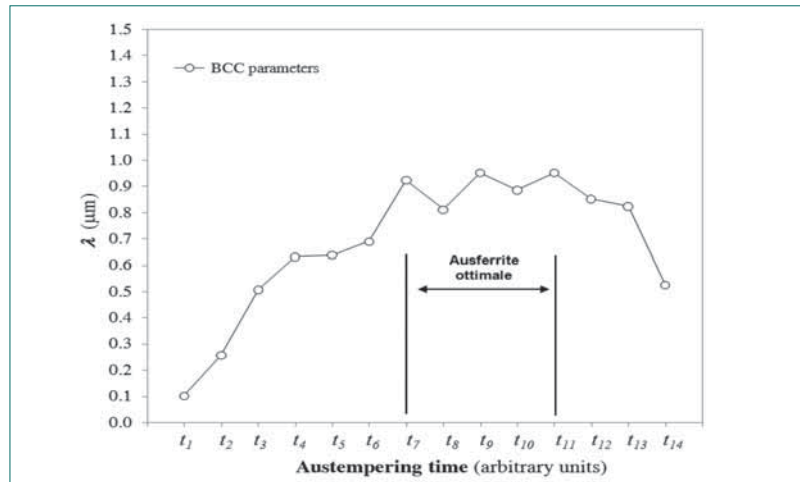


Fig. 4 - Andamento del parametro λ , in funzione del tempo di austempering ed conseguente individuazione di un intervallo tra t_7 e t_{11} , per la condizione ottimale per l'ausferrite.

ficata dalla comparsa della precipitazione dei carburi Fe-C ϵ' che comporterebbe un aumento nella complessità della microstruttura con il risultante decremento del cammino medio λ . Quest'ultimo punto è stato dimostrato mediante le osservazioni di microscopia elettronica in trasmissione (TEM) eseguite sul materiale trattato per i tempi di austempering maggiori di t_{11} . Si noti infatti da Fig. 6 la presenza di tali carburi, che vanno dunque a diminuire statisticamente il valore generale del λ nei campioni di ADI 1050 temprati a tempi superiori a t_{11} . Quindi esiste un intervallo di tempi di austempering in cui trovare delle condizioni ottimali (fra t_7 e t_{11}) per la struttura bifasica dell'ausferrite senza martensite e carburi Fe-C ϵ' .

Dunque, l'andamento di λ in funzione dei tempi di austempering riportati in Fig. 4 calcolato me-

diate l'eq. (3) di Estrin è spiegabile in accordo con l'evoluzione microstrutturale della ghisa ADI 1050 durante austempering.

Conclusioni

Nel lavoro presentato sono state confrontate due equazioni costitutive (dette di Ludwik e di Estrin) per la modellazione delle curve di flusso dei materiali metallici, così da evidenziare la loro capacità di correlazione agli elementi microstrutturali dei materiali. L'obiettivo dello studio è stato quello di testare la possibilità di seguire l'evoluzione microstrutturale di una ghisa austemperata ADI 1050 durante austempering, la cui microstruttura è costituita da una matrice bifasica di ausferrite (ferrite α + austenite metastabile γ_{HC}) e da grafite nodulare. Durante austempering la mi-

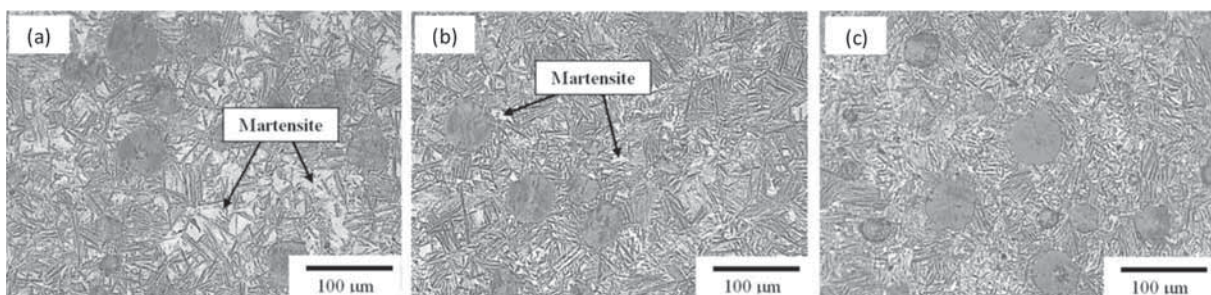
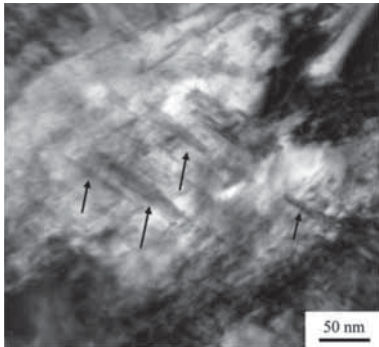


Fig. 5 - Microstruttura della ADI 1050 con microscopia ottica ai tempi (a) $t = t_1$; (b) $t = t_3$; (c) $t = t_7$.



■ Fig. 6 - Osservazioni TEM della precipitazione dei carburi Fe-C ϵ' .

crostruttura evolve nel tempo, cosicché in seguito a tempra si ha una significativa presenza di martensite ai tempi più ridotti di austempering (come qui verificato da opportune osservazioni in microscopia ottica), quando la trasformazione non si è ancora conclusa, e la formazione indesiderata di carburi Fe-C ϵ' per quelli più lunghi (come qui verificato da opportune osservazioni TEM). Ciò comporta la necessità di trovare

un criterio di valutazione per la determinazione di un specifico intervallo di tempi in cui si possa ottenere la struttura ausferritica ottimale.

Provinci di ADI 1050 sono stati temprati a 14 differenti tempi di austempering e sottoposti ciascuno a prove di trazione. Le curve di flusso corrispondenti sono state poi interpolate con le equazioni costitutive considerate, in modo da determinare i parametri caratteristici ed il corrispondente andamento in funzione di tempi di austempering. I risultati hanno evidenziato che l'equazione di Ludwik, essendo di natura puramente empirica, presenta parametri di equazione non correlabili con la variazione microstrutturale del materiale durante le fasi di austempering. Al contrario, l'equazione di Estrin, razionalizzata in funzione della dinamica delle dislocazioni mobili in base alla descrizione fisica dell'incrudimento

data da Kocks, Mecking ed lo stesso Estrin, presenta parametri correlabili alle suddette variazioni microstrutturali.

Nel caso dell'equazione di Estrin si è dunque evidenziato l'utilità generale di queste equazioni "tipo Voce", scritte ed interpretate in base alle loro forme differenziali, nel caso delle ghise austemperate ADI1050 e la loro valutazione in funzione dei tempi di austempering. L'approccio è comunque generalizzabile a qualsiasi materiale metallico prodotto attraverso una trasformazione allo stato solido.

G. Angella, R. Donnini - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto ICMATE- Milano.

F. Bonollo, A. Fabrizi - Università di Padova - Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali-Vicenza.

F. Zanardi - Zanardi Fonderie S.p.A. Minerbe (VR). ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] R.E. Reed-Hill, W.R. Crebb, S.N. Monteiro, Metall. Trans. A, 4 (1973), 2665.
- [2] G.E. Dieter: Mechanical Metallurgy, Publisher McGraw-Hill Book Company, (1988), 286.
- [3] H.J. Kleemola, M.A. Nieminen, Metall. Trans. A 5 (1974), 1863.
- [4] B.K. Choudhary, E.I. Samuel, K.B.S. Rao, S.L. Mannan, Mat. Sci. Tech., 17 (2001), 223.
- [5] J.H. Hollomon, Trans. Metall. Soc. AIME 162 (1945), 268-90.
- [6] P. Ludwik: Elemente der Technologischen Mechanik, Verlag Von Julius, Springer, Leipzig (1909), p. 32
- [7] D. Ludwigson, Met. Trans. 2 (1971), 2825-2828.
- [8] E. Voce, J. Inst. Met., 74 (1948), 537.
- [9] Y. Estrin, J. Mater. Process. Tech. 80-81 (1998), 33-39.
- [10] J.P.Sah, G.J. Richardson, C.M. Sellars, J. Aus. Inst. Met. 14 (1969), 292-297.
- [11] ASTM A897/A 897M-06, Standard Specification for Austempered Ductile Iron Castings, ASTM International, West Conshohocken, PA
- [12] Y. J. Kim, H. Shin, H. Park, J. Lim, Mater. Lett. 62 (2008), 357-360.
- [13] J. L. Hernández-Rivera, R. E. Campos Cambranis, A. De la Garza, Mater. Des. 32 (2011), 4756-4762.
- [14] A. Basso, J. Sikora, R. Martinez, Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct. 36 (2013), 650-659.
- [15] P. A. Blackmore, R. A. Harding, J. of Heat Treating 3/4 (1984), 310 - 325.
- [16] D. O. Fernandino, J. M. Massone, R. E. Boeri, J. Mater. Process. Tech., 213 (2013), 1801-1809.
- [17] J. Yang, S.K. Putatunda, Mater. Sci. Eng. A, 382 (2004), 265-279.
- [18] A. Basso, R. Martinez, J. Sikora, J. Alloys Compd. 509 (2011), 9884-9889.
- [19] J. Olofsson, D. Larsson, I.L. Svensson, Metall. Mater. Trans. A, 42 (2011), 3999-4007.
- [20] A. Meena, M. El Mansori, Metall. Mater. Trans. A, 43 (2012), 4755-4766.
- [21] R.E. Smallman, I. R Harris, M. A. Duggan, J. Mater. Process. Tech. 63 (1997), 18-29.
- [22] H. Fredriksson, J. Stjernedahl, J. Tinoco, Mater. Sci. Eng. A 413 (2005), 363-372.
- [23] R. Donnini, F. Zanardi, M. Maldini, G. Angella, Atti del 36° Convegno AIM (Associazione Italiana di Metallurgia), 21-23/09/2016, Parma.
- [24] G. Angella, R. Donnini, M. Maldini, D. Ripamonti, Mater. Sci. Eng. A 594 (2014), 381-388.
- [25] U.F. Kocks, J. Eng. Mat. Tech. 98 (1976), 76-85.
- [26] U.F. Kocks, H. Mecking, Acta Metall. 29 (1981), 1865-1875.
- [27] U.F. Kocks, H. Mecking, Prog. Mater. Sci. 48 (2003), 171-273.
- [28] Y. Estrin, H. Mecking, Acta Metall. 32 (1984), 57-70.
- [29] Y. Estrin, Dislocation density related constitutive modelling. In: Unified constitutive laws of plastic deformation (A.S. Krausz and K. Krausz Ed.), 1996, 69-106.
- [30] G. Angella, F. Zanardi, R. Donnini, J. Alloys Compd. 669 (2016), 262-271.



REMO SPERONI



OFFICINA MECCANICA - STAFFE PER FONDERIA
20025 LEGNANO - Via Pisa 33/37
Tel. (0331) 459560 - 459720 - Fax (0331) 459705



**Alcune aziende cercano ai quattro angoli del mondo
la qualità più avanzata nella realizzazione
di staffe per fonderia**



la nostra qualità è il giusto punto di riferimento per trasformare qualsiasi progetto in una concreta realtà

1957



2017

REMO SPERONI S.R.L. — Via Pisa, 33/37— 20025 LEGNANO (MI)
Tel. 0331.459560 Fax 0331.459705 www.remosperoni.com E.Mail remosperoni.srl@login.it

Studio sulla formazione di grani spuri durante la solidificazione direzionale di componenti in superlega base Nichel

Pale rotanti e statoriche di turbogas in superlega base Nichel sono largamente utilizzate nei settori aeronautico e power generation, per la loro elevata resistenza meccanica alle alte temperature. In particolare i componenti prodotti con struttura del grano monocristallina risultano avere una maggiore stabilità alle elevate temperature, legate essenzialmente alla totale eliminazione di bordi grano. In componenti dalla geometria particolarmente complessa, possono nucleare grani spuri, "stray grain", in concomitanza del grano primario, che rappresentano una importante causa di scarto nella produzione dei suddetti componenti, in special modo quando l'orientazione rispetto al grano primario ha un'elevata divergenza. Le interfacce tra angolo primario e grano spurio risultano estremamente fragili a causa della elevata segregazione e della mancanza di elementi rafforzanti il bordo del grano. È di fondamentale importanza

analizzare i meccanismi fisici di formazione di tali grani spuri per capire quali fattori, termo-fisici e geometrici, ne influenzano la formazione, al fine di trovare possibili soluzioni in grado di ridurre l'insorgenza. In questo lavoro sono state utilizzate le teorie della crescita dendritica e della nucleazione eterogenea dei grani, per modellare la formazione dei grani spuri durante il processo di solidificazione direzionale delle superleghe base Ni. Lo studio consente di ricavare il ruolo svolto dai seguenti fattori:

1. geometrico: l'angolo formato dalle dendriti del grano primario con la direzione di estrazione, responsabile della formazione di zone dove il sottoraffreddamento del grano spurio è inferiore al sottoraffreddamento della punta della dendrite colonnare;
2. la bagnabilità della superficie dei substrati nucleanti, da cui dipende il sottoraffreddamento legato alla nucleazione del grano spurio;

3. processo e lega: gradiente termico davanti al fronte di solidificazione e composizione della lega influenzano il sottoraffreddamento in corrispondenza della punta delle dendriti, la convessità della superficie isoterma alla temperatura di liquidus, vicino alle pareti del guscio, influenzano notevolmente il sottoraffreddamento davanti alle dendriti secondarie, aumentando il rischio di formazione di stray grain.

KEYWORDS: *Ni-based superalloys, single crystal, directional solidification, turbine blades, stray grains, high angle boundary.*

Introduzione

Le superleghe a base Nichel monocristalline (SX: Single crystal) sono utilizzate per la fabbricazione di componenti critici quali palette di turbine terrestri ed aeronautiche, sottoposte a

temperature alte ed agenti corrosivi. In questi componenti è molto difficile mantenere lo stato perfettamente monocristallino a causa della nucleazione di grani cosiddetti spuri, che si formano dal liquido sottoraffreddato antistante il fronte di dendriti colonnari del grano primario. Questi nuclei, inizialmente privi di direzioni preferenziali di crescita, risentono ben presto della direzionalità del gradiente termico e tendono dunque a svilupparsi nella direzione di crescita del grano primario. Le superleghe a base nichel sono caratterizzate da anisotropia dell'energia interfacciale solido-liquido a simmetria cubica. Questo significa che da un nucleo inizialmente sferico partono delle ramificazioni primarie dirette lungo tre direzioni. Se una di queste direzioni coincide con la direzione di crescita delle dendriti del grano primario, il nucleo riesce a crescere parallelamente a questo, diventando uno 'stray grain' [1-4]. Riferendosi ora alle due direzioni di crescita ortogonali a quella di crescita del grano primario, quando è sufficientemente alto l'angolo formato tra due assi analoghi, del grano spurio e di quello principale, il bordo grano risulta particolarmente critico a causa dell'elevata presenza di elementi segreganti altamente fragilizzanti. Infatti, all'aumentare di questo angolo, aumenta l'energia libera di formazione dell'interfaccia tra i due grani e diminuisce di conseguenza la temperatura a cui la solidificazione finisce, mentre la concentrazione locale di soluti aumenta. Tali bordi grano sono noti come HAB (High Angle Boundary) [4]. La presenza di HAB in un componente è causa di scarto.

Lo scopo di questo lavoro è il discernere la trattazione fisica del fenomeno di formazione di grani spuri [5-7], che permetta di inquadrare la dipendenza del fenomeno dai vari parametri coin-

volti, di natura fisica o geometrica. La trattazione fisica di questo fenomeno è utile per: derivare le linee guida per evitare la formazione degli HAB, delineare una strategia precisa per eventuali modellizzazioni più sofisticate del fenomeno.

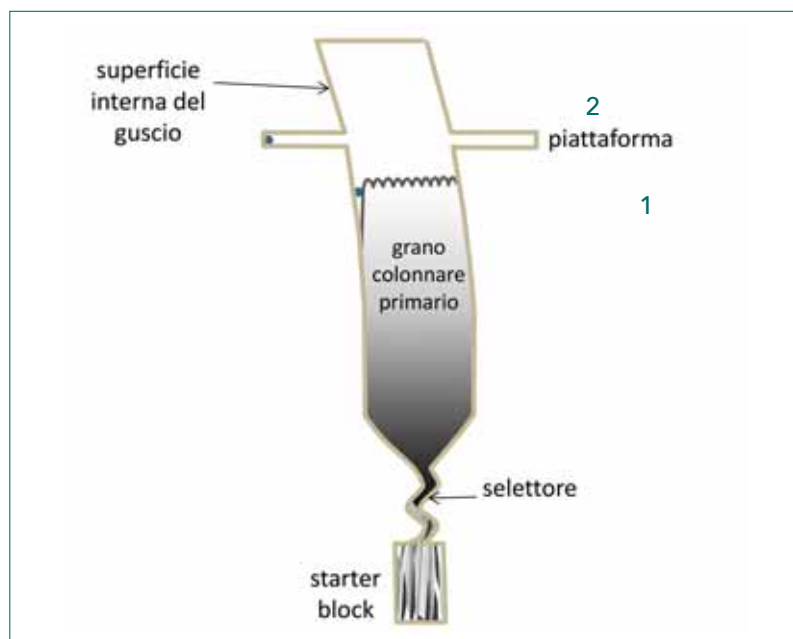
Descrizione del fenomeno fisico

La solidificazione direzionale di un monocristallo è ottenuta facendo muovere il guscio refrattario del componente, contenente lega liquida surriscaldata, dalla camera alta sovrastante, nella camera fredda sottostante, a velocità controllata. Le due camere sono separate da una parete coibentante. La generazione del monocristallo (Fig. 1) è garantita dalla presenza del selettore, che permette il passaggio dallo starter block al componente di uno solo dei tanti grani colonnari

formati nel primo, in particolare del grano avente orientazione di crescita il più possibile vicina alla direzione di estrazione del componente.

Durante la crescita direzionale del monocristallo è possibile la nucleazione eterogenea nel liquido sottoraffreddato antistante il fronte di solidificazione. In particolare ciò avviene in due circostanze: quando si formano zone in cui il sottoraffreddamento del liquido è molto alto, ovvero zone in cui il grano cresce mediante le dendriti secondarie, come nel punto 1 di Fig. 1; quando si formano zone in cui il raffreddamento è rapido, separate dal fronte del monocristallo che avanza, come nel punto 2 di Fig. 1 [1-5].

Per descrivere la formazione di grani spuri, ci si riferisce alla teoria di Hunt[8], relativa alla transizione della microstruttura di



■ Fig. 1 - Schema del processo di solidificazione direzionale di un monocristallo all'interno di un guscio refrattario e della formazione di grani spuri. Nel punto 1 il grano spurio si forma per l'alto sottoraffreddamento presente davanti alle ramificazioni secondarie delle dendriti; nel punto 2 perché localmente la temperatura scende rapidamente mentre tutt'intorno c'è ancora liquido.

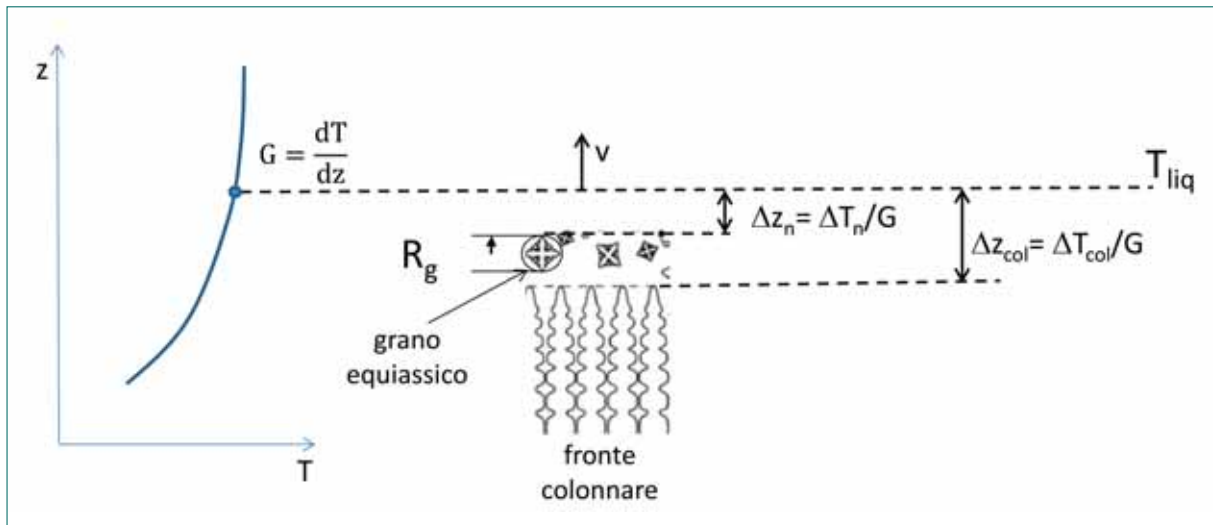


Fig. 2 - Schema della crescita del fronte colonnare e della nucleazione di grani equiassici, utilizzato per spiegare la teoria della transizione da regime colonnare ad equiassico (teoria di Hunt).

solidificazione da morfologia colonnare ad equiassica. Per introdurre tale teoria si fa riferimento allo schema di Fig. 2.

Il fronte colonnare procede alla velocità v , con cui si sposta l'isoterma di liquidus e le punte delle sue dendriti si trovano ad una temperatura inferiore a quella di liquidus a causa del sottoraffreddamento colonnare. Essendo G il gradiente termico davanti alla punta delle dendriti, la distanza tra le punte di queste e l'isoterma di liquidus è pari a $Dz_{col} = \Delta T_{col} / G$. Nel liquido frapposto tra il fronte colonnare e l'isoterma di liquidus è possibile la nucleazione eterogenea se il sottoraffreddamento che la caratterizza, ΔT_n , è inferiore al sottoraffreddamento colonnare.

La teoria di Hunt[8] si fonda sull'esprimere la legge di crescita del raggio del grano equiassico, in funzione dei sottoraffreddamenti colonnare ed equiassico, semplificando la superficie del grano a sferica. La seguente eq. 1 è ottenuta [7, 8] a partire dall'integrale nel tempo della velocità di crescita del raggio del grano,

tra l'istante in cui esso si forma e l'istante in cui il fronte colonnare lo raggiunge. L'espressione utilizzata nell'eq. 1 recepisce la modifica apportata da Gaumann et. al. [6] dell'esponente che appare nella legge di variazione del sottoraffreddamento con la velocità di crescita. Tale esponente è stato qui ricalcolato in base alle proprietà termo-fisiche della lega oggetto di questo studio. In tale espressione compare la velocità di raffreddamento locale, come derivata nel tempo della temperatura (\dot{T}).

$$R_g = \frac{A}{3\dot{T}} (\Delta T_{col}^{4.25} - \Delta T_n^{4.25}) \quad (1)$$

Introdotta la frazione di grani equiassici come:

$$f_{eq} = N_0 \frac{4}{3} \pi R_g^3 \quad (2)$$

con N_0 pari al numero di siti di nucleazione eterogenea presenti nel liquido.

Si assume che la transizione inizia quando i grani equiassici occupano una frazione tale del volume di liquido sottoraffreddato, da non contrastare l'avanzamento delle dendriti colonnari. Que-

sta frazione è stata posta arbitrariamente pari a $f_{eq} = 0.0066$ [6-8]. La crescita diviene completamente equiassica per: 0.49, valore per il quale i grani equiassici arrivano a toccarsi impedendo totalmente il proseguimento della crescita colonnare [6-8].

Il trasferimento di questa teoria al fenomeno di formazione di grani spuri, presume che l'evento di formazione anche di un solo grano spurio sia determinato dal raggiungimento del valore di soglia della frazione di grani equiassici, espressa dall'eq. 2, pari al valore 0.0066.

In questo lavoro è stata rivista questa condizione, per renderla più congruente al diverso fenomeno trattato. Inoltre è stata presa in considerazione la variabilità del sottoraffreddamento della nucleazione eterogenea, ΔT_n , con la velocità di raffreddamento, anziché assumere un valore costante.

Per quanto concerne la prima variazione citata, l'assunto è che il grano spurio, qualora favorevolmente orientato, riesca a trasfor-

marsi in uno stray grain quando la dimensione che ha raggiunto, quando viene investito dal fronte colonnare, sia tale da permettere la formazione di un grano di dimensioni minime nella sua sezione ortogonale alla crescita. Queste dimensioni sono state commisurate alla dimensione tipica della microstruttura in quel punto. La condizione posta è che il grano spurio risulta critico quando il suo raggio, quando viene investito dal fronte colonnare, è pari alla spaziatura dendritica primaria (PDAS) nel punto in cui si forma. In questo modo, la condizione di formazione di grani spuri viene a variare man mano che i parametri di solidificazione cambiano, perché con essi varia la dimensione della microstruttura.

L'introduzione di questo criterio porta ad una sensibile differenza del diagramma di selezione della microstruttura, rispetto all'originale criterio di Hunt. Il diagramma mostrato nella Fig. 3 è la tipica mappa di selezione della

microstruttura, qui riprodotta per una lega commerciale a base nichel, seguendo tre tipi di assunzione e riportando solo la curva che compete all'insorgere della formazione di grani equiassici. La mappa di selezione della microstruttura è un diagramma avente sull'ascissa il gradiente alla punta delle dendriti colonnari e sull'ordinata la velocità di crescita di queste; la curva tracciata su di esso divide il piano in due aree, quella di crescita puramente colonnare e quella di formazione di grani equiassici. Le tre curve riportate in Fig. 3, sono state calcolate:

- 1) in base al criterio di Hunt originale (con la variazione dell'esponente cui accennato sopra),
- 2) variando DT_n con la velocità di raffreddamento,
- 3) aggiungendo alla precedente, la modifica sulla condizione di apparizione dei grani spuri, da condizione imposta sulla frazione di grani equiassici, a condizione imposta sulla dimensione di essi.

Dipendenza della formazione di stray grain dalla bagnabilità del substrato

La curva che discrimina il campo di valori G, v , per cui si ha crescita colonnare del monocristallo, da quello di formazione di stray grain, è caratterizzata da un tratto iniziale avente bassa pendenza ed uno finale che termina con asintoto. Il tratto iniziale è fortemente dipendente da DT_n e quindi dalle caratteristiche di bagnabilità dei substrati presenti, da parte della lega solida. Il tratto successivo, invece, caratterizzato da alti valori di gradiente, è pressoché indipendente da DT_n , dati gli elevati valori di DT_{col} . In condizioni di basso G , quali quelle che possono caratterizzare la crescita delle ramificazioni secondarie nel punto 2 di Fig. 1, la bagnabilità dei substrati può dunque giocare un ruolo rilevante. Il parametro con cui tipicamente viene misurata la bagnabilità è l'angolo θ dello schema di Fig.

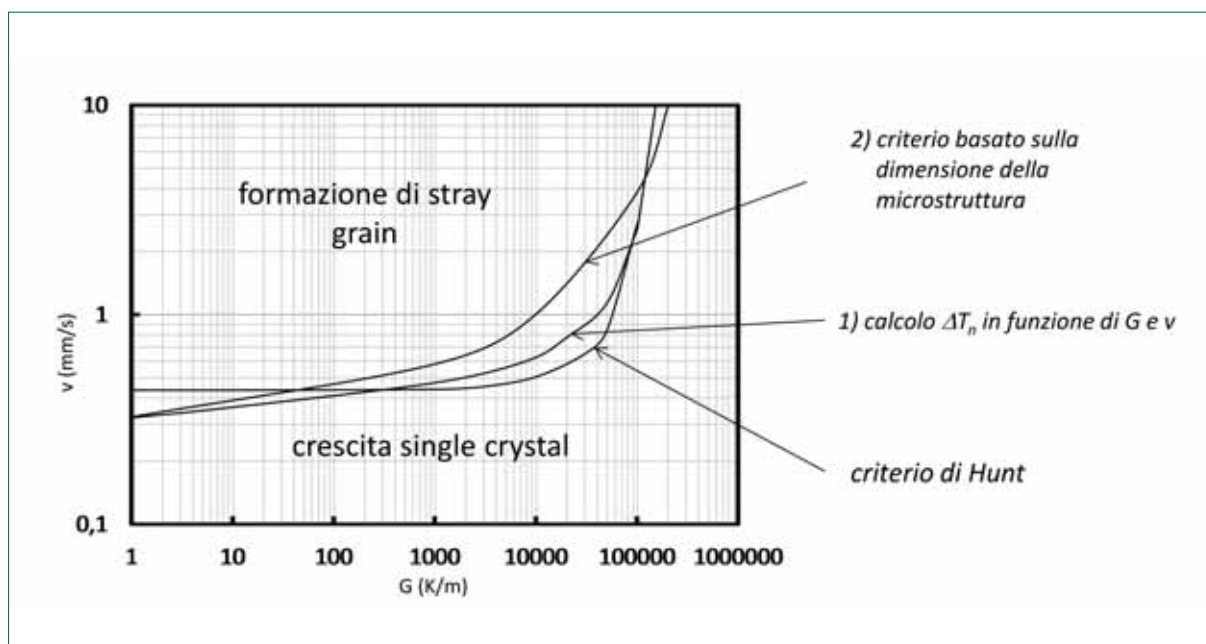


Fig. 3 - Mappa della selezione della microstruttura per una lega a base nichel commerciale. Le tre curve sono ottenute con le diverse assunzioni dettagliate nel testo.

4, raffigurante un substrato piano, su cui il nucleo di lega solida formatosi ha una geometria semplificata con una calotta sferica. Dall'angolo θ deriva il fattore $f(\theta)$, utilizzato nelle trattazioni relative al sottoraffreddamento per la nucleazione eterogenea. Tale fattore, espresso come:

$$f(\theta) = \frac{(2 + \cos(\theta))(1 - \cos(\theta))^2}{4} \quad (3)$$

fornisce il rapporto tra i volumi della calotta sferica e della sfera di uguale raggio.

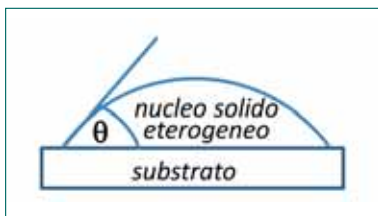


Fig. 4 - Schema di nucleazione eterogenea della lega solida su di un substrato.

E' interessante verificare come varia la velocità limite v_{lim} di avanzamento del fronte colon-

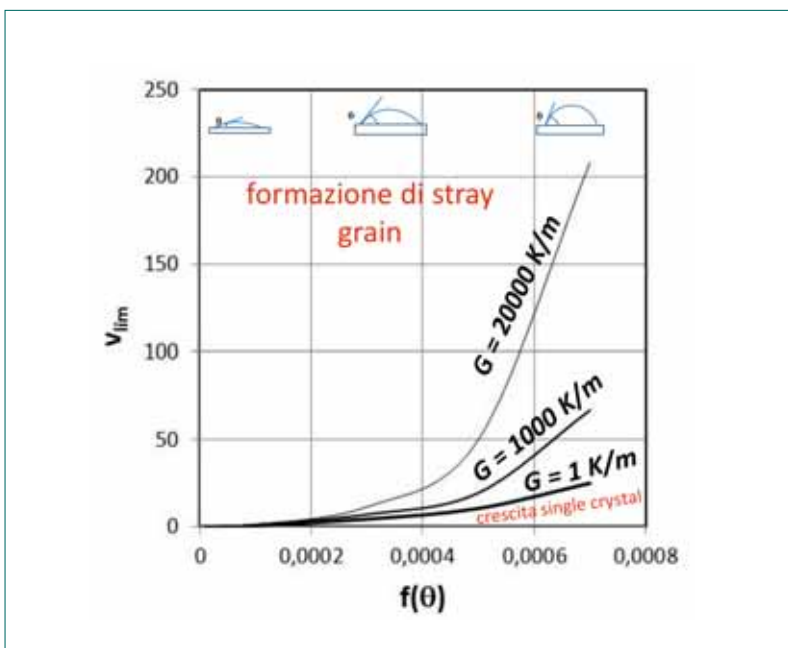


Fig. 5 - Andamento della velocità al di sopra della quale si formano stray grain, con il fattore $f(\theta)$ per vari valori di gradiente.

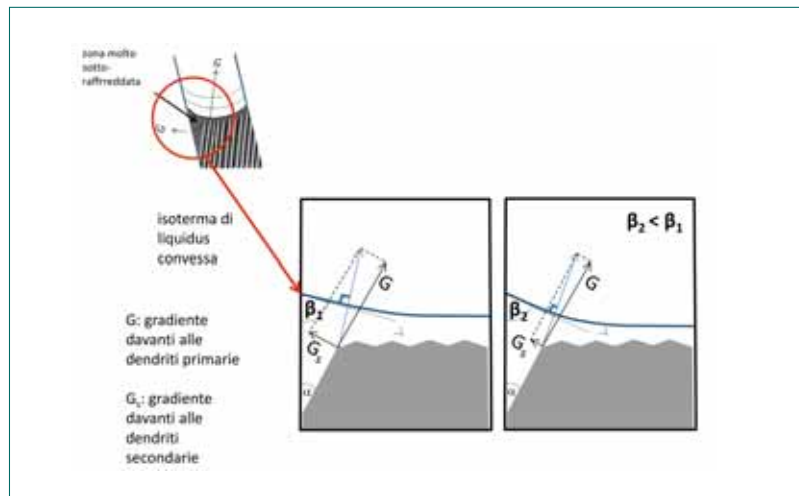


Fig. 6 - Schema che mostra come diminuisce il gradiente G_s davanti alle dendriti secondarie, al diminuire dell'angolo β .

nare, che determina la soglia per la formazione di stray grain, con il variare della bagnabilità dei substrati, rappresentata dal fattore $f(\theta)$. Questa dipendenza, mostrata nella Fig. 5, risulta essere particolarmente forte, se si considera che per $5 < \theta < 14$ la velocità limite varia tra 0.019 e 66.8 mm/s per un gradiente di 1000 K/m.

Ciò significa che, una lieve variazione delle caratteristiche superficiali dei substrati, può permettere di risolvere il problema degli stray grain.

Dipendenza della formazione di stray grain dalla forma delle isoterme

Durante il processo di solidificazione direzionale, le superfici isoterme dovrebbero idealmente essere piane e ortogonali alla direzione di estrazione. In realtà ciò non accade per vari motivi; essenzialmente perché le superfici del guscio non sono isolanti e quindi le isoterme tendono ad avere concavità rivolta verso l'alto. Inoltre, il raffreddamento operato dall'ambiente esterno non è uniforme, risentendo molto della variabilità dell'irraggiamento.

Questi effetti portano le isoterme a non essere ortogonali alla direzione di estrazione. La deformazione dell'isoterma di liquidus rispetto alla forma piana incide molto sulla tendenza alla formazione degli stray grain nella posizione 2 di Fig. 1. Un fat-

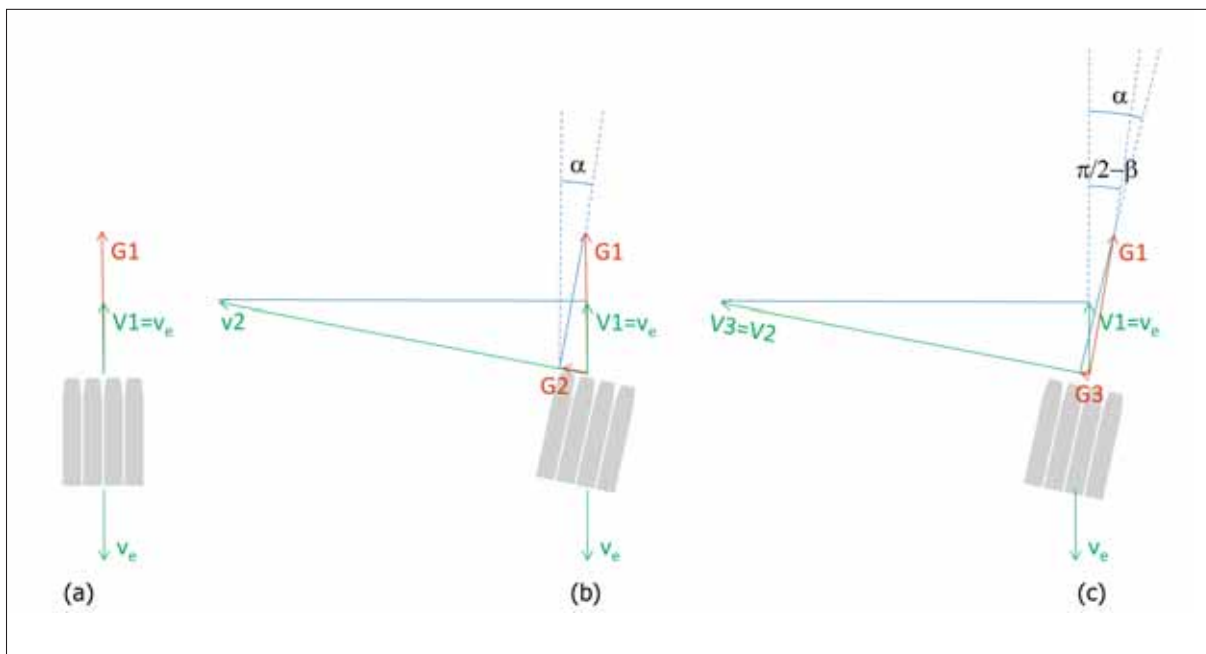


Fig. 7 Costruzioni per ottenere i valori dei parametri di solidificazione davanti alla dendriti secondarie, in presenza di misorientazione delle dendriti primarie, rispetto alla direzione di estrazione, e di inclinazione dell'isoterma di liquidus, rispetto al piano ortogonale alla direzione di estrazione.

to importante è l'angolo β formato tra la tangente all'isoterma di liquidus e la parete, mostrato nella Fig. 6.

Per $\beta < 90^\circ$, il gradiente G_s , che

guida la crescita delle dendriti secondarie, diminuisce con il diminuire di β , aumentando la tendenza alla formazione di stray grain. Questa tendenza viene spiegata seguendo lo

spostamento del punto rappresentativo delle condizioni di crescita nel piano G, v . Facendo riferimento alla Fig. 7, si possono considerare tre diverse condizioni di crescita, ognuna caratterizzata dalla sua coppia di valori G e v . La prima è quella del fronte delle dendriti primarie di un single crystal avente direzione di crescita coincidente con la direzione di estrazione, per la quale i parametri di avanzamento sono $V1$ e $G1$ con $V1$ uguale alla velocità di estrazione v_e (Fig. 7a). In un secondo caso si considera che le dendriti primarie formano un angolo α con la direzione di estrazione. In questo caso, è presente crescita dendritica secondaria nel liquido nel lato sinistro (Fig. 7b). I parametri di solidificazione davanti al fronte secondario vengono ricavati con una semplice costruzione vettoriale e sono $V2$ e $G2$, con $V2 \gg V1$, cioè della velocità di estrazione, e $G2 \ll G1$. La differenza tra queste due

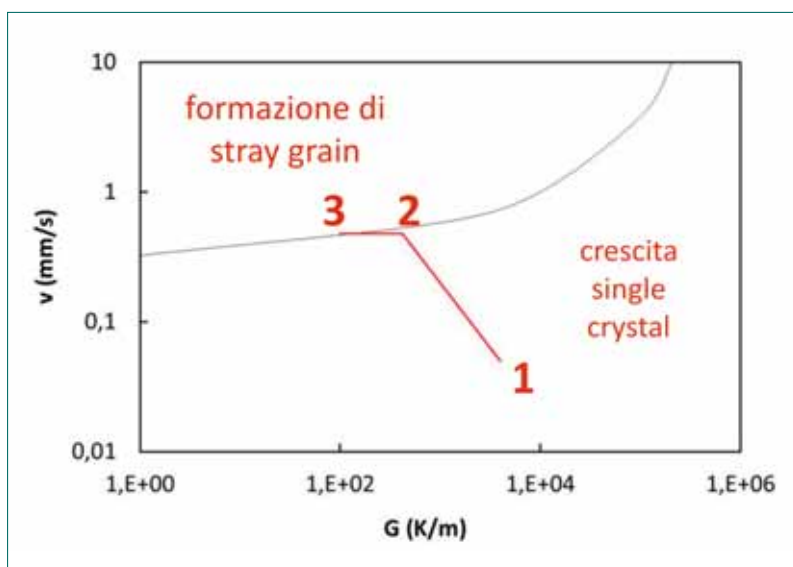


Fig. 8 - Rappresentazione delle condizioni di crescita della solidificazione per le dendriti primarie nella disposizione (a) della Fig. 7 (punto 1 nella mappa), e delle dendriti secondarie nelle disposizioni (b) e (c) (punti 2 e 3 nella mappa).

condizioni di crescita, rispetto alla tendenza alla formazione di stray grain, può essere letta nella mappa di selezione della microstruttura, come in Fig. 8. Infine, la terza condizione è quella che si ha qualora l'isoterma di liquidus sia curva e quindi il gradiente risulti orientato rispetto alla direzione di estrazione dell'angolo β , come in Fig. 7c. In questo caso, $V3 = V2$ mentre $G3 < G2$, come si può constatare mediante le costruzioni vettoriali. Il corrispondente spostamento nella mappa della selezione della microstruttura è riportato in Fig. 8. E' chiaro che più α è basso e più è basso il valore di

$G2$, più è basso β , più è basso il valore di $G3$.

Conclusioni

Gli stray grains si formano durante la solidificazione direzionale a causa della nucleazione eterogenea davanti al fronte del single crystal in posizioni specifiche, vicino alle pareti, in presenza di elevato sottoraffreddamento.

La descrizione matematica del fenomeno è trattata mediante la teoria di Hunt, che descrive la transizione da crescita colon-

nare ad equiassica, modificata in questo contesto, per tenere conto della diversità tra formazione di un singolo stray grain e formazione di una frazione di grani equiassici tale da ostruire il proseguimento della crescita colonnare. Per mezzo di questa descrizione è possibile dedurre che i parametri che maggiormente influenzano il fenomeno sono: le caratteristiche di bagnabilità dei substrati estranei ed il gradiente termico vicino alle pareti.

Maria Rita Ridolfi, Oriana Tassa, Giovanni De Rosa - Centro Sviluppo Materiali S.p.A. - Roma ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] N. D'souza, P.A. Jennings, X.L. Yang, H.B. Dong, P.D. Lee, And M. Mclean, "Seeding of Single-Crystal Superalloys-Role of Constitutional Undercooling and Primary Dendrite Orientation on Stray-Grain Nucleation and Growth", Metallurgical and Materials Transactions B, Vol. 36b, October 2005, pp. 657-666.
- [2] H. Dai, "A Study of Solidification Structure Evolution during Investment Casting of Ni-based Superalloy for Aero-Engine Turbine Blades", PhD thesis, University of Leicester, 2008.
- [3] J. Zhang, and R. F. Singer. "Effect of grain-boundary characteristics on castability of nickel-base superalloys." Metallurgical and Materials Transactions A, Vol. 35a, March 2004, pp. 939-946.
- [4] T. Wang, "The Influence of TiN Particles on the Nucleation of Spurious Grains during Single Crystal Casting of Superalloys", PhD thesis, University of British Columbia, 2003.
- [5] A. De Bussac, and Ch-A. Gandin. "Prediction of a process window for the investment casting of dendritic single crystals.", Materials Science and Engineering A, Vol. 237, 1997, pp. 35-42.
- [6] M. Gaumann, C. Bezençon, P. Canalis and W. Kurz, "Single-Crystal Laser Deposition Of Superalloys: Processing-Microstructure Maps", Acta mater. Vol. 49, 2001, pp. 1051-1062.
- [7] J. A. Dantzig, M. Rappaz, Solidification, EPFL Press, 2009.
- [8] J. D. Hunt, "State Columnar and Equiaxed Growth of Dendrites and Eutectic", Mater. Sci. Eng. Vol. 65, 1984, pp. 75-83.

GERLI METALLI



PRODOTTI E SERVIZI

per acciaierie, fonderie di acciaio e di ghisa,
di alluminio e di altri metalli non ferrosi.



PRODOTTI

metalli
leghe - madrileghe
ferroleghe
ghise in pani
ricarburanti

SERVIZI

rete informatica
assistenza tecnica
coperture su metalli e valute
servizi finanziari e commerciali
logistica - stoccaggio

Costo totale di possesso di forni fusori per alluminio: evidenze empiriche nel settore della pressocolata

Introduzione

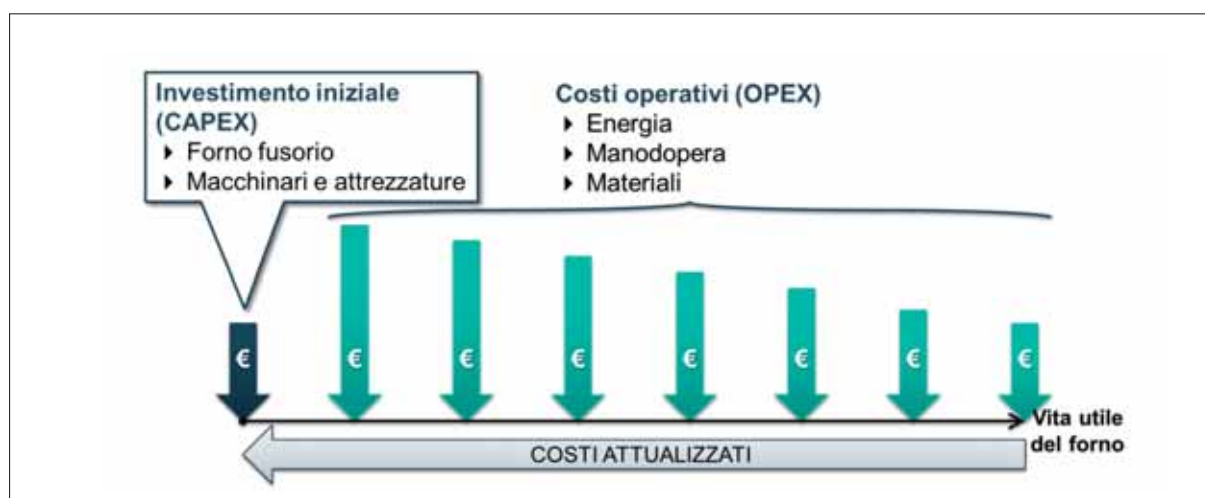
I forni fusori per alluminio sono generalmente caratterizzati da ingenti costi di utilizzo, tra i quali spicca il costo dell'energia. In particolare, un'indagine svolta dalla North American Die Casting Association (NADCA) ha rivelato che il costo dell'energia consumata durante i processi di fusione e di mantenimento del bagno di alluminio fuso rappresentano, in media, il 77% della

bolletta energetica di un'azienda di pressocolata.

Tuttavia, è altrettanto innegabile che i costi di utilizzo del forno siano influenzati dalle politiche gestionali ed organizzative che l'azienda decide di adottare, come il volume ed il mix di produzione, il numero di fermate programmate della linea di pressocolata e lo stato del forno durante queste interruzioni. Come si modificano i costi di un forno al variare di questi parametri? E quali sono le principali leve, in fase di acqui-

sto e di utilizzo, per ridurre al minimo i costi di un forno?

Per rispondere a queste domande, il Laboratorio RISE (Research and Innovation for Smart Enterprises) dell'Università degli Studi di Brescia ha condotto, tra il 2013 e il 2015, un'indagine empirica tra le aziende di pressocolata, volta a realizzare e testare "sul campo" un modello di calcolo del Costo Totale di Possesso (Total Cost of Ownership, TCO) di forni fusori per alluminio.



■ Fig.1 - Struttura del modello di TCO dei forni fusori.

Azienda	Dimensione	Volume di produzione [ton/anno]	Numero di forni			Settori di sbocco
			Torre	Riverbero	Crogiolo (a gas)	
A	Media	900	-	-	4	Componenti d'arredo, illuminotecnica
B	Piccola	800	-	2	2	Elettrodomestici, automotive, elettromeccanico
C	Media	7.000	2	-	-	Elettrodomestici, automotive, elettromeccanico, componenti d'arredo
D	Piccola	700	-	1	-	Elettrodomestici, componenti d'arredo, illuminotecnica
E	Media	1.800	-	1	-	Elettrodomestici, automotive, elettromeccanico, componenti d'arredo
F	Piccola	600	-	2	-	Elettrodomestici, automotive, elettromeccanico, componenti d'arredo, illuminotecnica, idro-termo-sanitario
G	Media	10.500	3	1	-	Elettrodomestici, automotive, elettromeccanico, componenti d'arredo
H	Media	11.000	3	-	-	Automotive, elettromeccanico
TOTALE	-	33.300	8	7	6	-

■ Tab. 1 - Il campione d'indagine.

L'indagine

Il modello è stato applicato a 8 piccole e medie aziende di pressocolata di alluminio operanti in Lombardia, produttrici di componenti per i settori degli elettrodomestici, dell'automotive, elettromeccanico e dell'arredo urbano. Come mostrato in Tab. 1, il modello è stato testato su 21 forni per la fusione di alluminio, di cui 8 a torre (o stack melter), 7 a riverbero e 6 a crogiolo, tutti alimentati a gas naturale.

Come mostrato in Fig 1, il modello realizzato tiene conto di tutti i costi monetari che un'azienda di pressocolata sostiene lungo il ciclo di vita di un forno fusorio, suddivisi in:

costi di investimento (capital expenditures, CAPEX), che l'azienda sostiene per acquistare il

forno e la relativa attrezzatura. A loro volta, questi costi includono:

- il *prezzo di acquisto* del forno, eventualmente comprensivo dei servizi di consegna, installazione e messa in servizio del forno stesso;
- il costo delle *attrezzature* e dei *macchinari di asservimento* (es. sistemi di carico e scarico automatizzati);

costi operativi (operating expenditures, OPEX), che l'azienda utilizza per mantenere in funzione e in condizioni di massima efficienza il forno. A loro volta, questi costi includono:

- il costo delle *fonti di energia* consumate dal forno (es. gas naturale);
- il costo del *personale diretto e indiretto* assegnato al forno (es. operatori, manutentori, capireparto e supervisor);
- il costo dei *materiali diretti e in-*

diretti consumati dal forno (es. cali di fusione, materiale refrattario, sali di scorifica).

Il TCO del forno risulta, pertanto, pari alla somma dei costi sopra elencati. Poiché la vita utile dei forni analizzati varia considerevolmente, passando da 10-15 anni per i forni a crogiolo a 20-25 anni per quelli a torre, tutti i costi considerati sono stati attualizzati all'anno di acquisto del forno, per rendere più "equo" il confronto tra le varie alternative.

I risultati del modello

Come mostrato in Fig. 2, l'impatto dei costi di investimento (CAPEX) sul TCO di un forno fusorio è marginale: in particolare, il prezzo di acquisto rappresenta solamente il 4% dei costi lungo

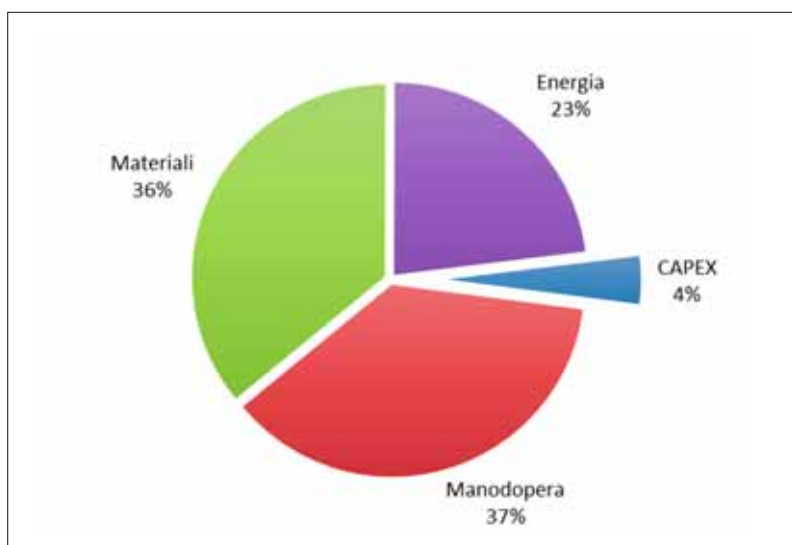


Fig. 2 - Il TCO dei forni fusori analizzati.

Come mostrato nella Fig. 3, i forni fusori analizzati tendono a dividersi in due gruppi:

- i *forni a torre* sono generalmente caratterizzati da elevate capacità produttive (1.200-2.000 [kg/h]) e da bassi TCO (76-130 [€/ton]). Questi forni, pertanto, appaiono adatti per le aziende che realizzano produzioni su larga scala, interessate a massimizzare la propria efficienza produttiva, anche al prezzo di una certa "rigidità" rispetto ai volumi di produzione;
- i *forni a crogiolo* hanno caratteristiche complementari a quelli a torre, in altre parole

il ciclo di vita di un forno. Per quanto riguarda i costi operativi (OPEX), la manodopera (37%) e i materiali consumati dal forno (36%) hanno un impatto maggiore sul TCO rispetto all'energia (23%).

Nel complesso, i forni a torre e a riverbero hanno i TCO più bassi (in media 102-113 [€/ton]) del campione, mentre gli utilizzatori di forni a crogiolo alimentati a gas sostengono costi nettamente superiori (in media 274 [€/ton]). I dati riportati in Tab. 1 suggeriscono che il prezzo d'acquisto non è l'unica variabile da tenere in considerazione nella scelta tra tecnologie fusorie alternative, ma vi sono altre caratteristiche tecniche da valutare, tra cui la capacità produttiva, l'efficienza termica e il calo di fusione del forno.

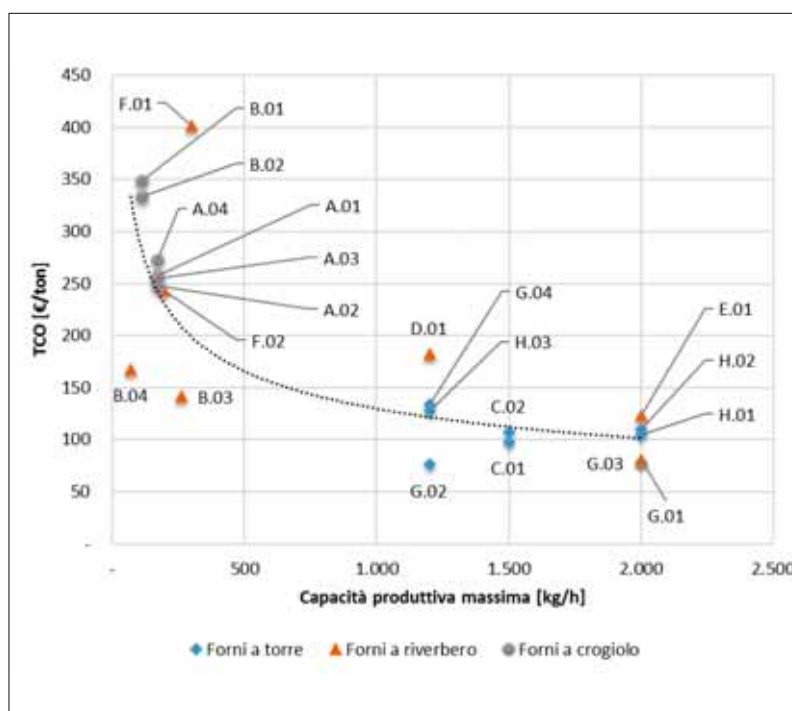


Fig. 3 - Relazione tra il TCO e la capacità produttiva massima dei forni fusori.

Voce	U.M.	Forni a torre	Forni a riverbero	Forni a crogiolo (a gas)
Prezzo di acquisto	[€]	125.000-325.000	90.000-180.000	15.000-25.000
Capacità produttiva	[kg/h]	1.200-2.000	250-2.000	100-200
Efficienza termica	[%]	40-50%	35-40%	10-20%
Calo di fusione	[%]	1,5-2%	2-5%	3-5%
TCO	[€/ton]	102,31	112,63	274,07

Tab. 1 - Confronto tra le caratteristiche dei forni fusori analizzati.

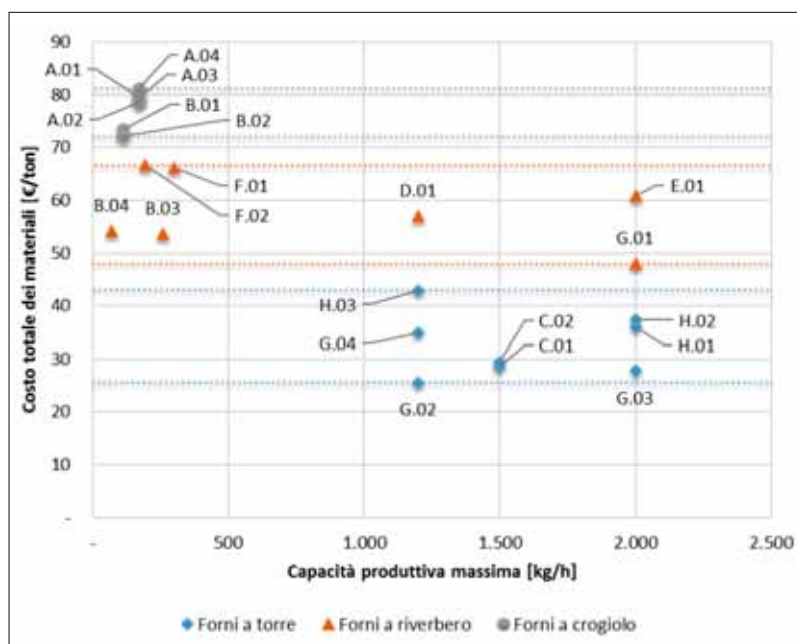


Fig. 4 - Relazione tra il costo totale dei materiali e la capacità produttiva massima dei forni fusori.

hanno capacità produttive tendenzialmente basse (100-200 [kg/h]) e un elevato TCO (240-350 [€/ton]). I principali destinatari di questi forni sono, quindi, le aziende che fanno della flessibilità di produzione (es. frequenti cambi lega o modifiche al mix di produzione) il proprio obiettivo primario, nonostante ciò implichi costi di produzione unitari relativamente alti.

I forni a riverbero hanno capacità produttive e costi estremamente variabili. In particolare, i forni di "grossa taglia", con capacità produttive nell'ordine dei 1.200-2.000 [kg/h], hanno costi molto simili ai forni a torre.

Viceversa, i forni di "piccola taglia", con capacità produttive nell'ordine dei 50-300 [kg/h], presentano anche una dispersione maggiore rispetto alla curva interpolante di Fig. 3. Ciò è, con ogni probabilità, dovuto a differenze nelle politiche di esercizio e di manutenzione adottate dalle aziende utilizzatrici di questi forni.

Analizzando il costo totale dei materiali (Fig. 4), si notano anche in questo caso significative differenze tra le diverse categorie di forni:

- i forni a torre sono caratterizzati dai costi dei materiali più bassi

(25-43 [€/ton]), principalmente perché garantiscono un limitato calo di fusione (1-2%);

- i forni a crogiolo, al contrario, hanno un maggiore calo di fusione (3-4%) e volumi di produzione ridotti: di conseguenza, sono caratterizzati da ingenti costi dei materiali (72-81 [€/ton]);
- i forni a riverbero si collocano "a metà strada" (47-67 [€/ton]) tra le altre due categorie, in quanto da un lato hanno volumi di produzione comparabili a quelli dei forni a torre, ma d'altra parte hanno anche cali di fusione maggiormente variabili (2-5%).

Nonostante il calo di fusione sia il principale fattore determinante del costo totale dei materiali, non è da trascurare in questa analisi il consumo di materiale refrattario lungo la vita utile del forno. In particolare, tutte le aziende intervistate procedono almeno una volta all'anno al rifacimento dell'involucro refrattario, con costi variabili tra i 700 e

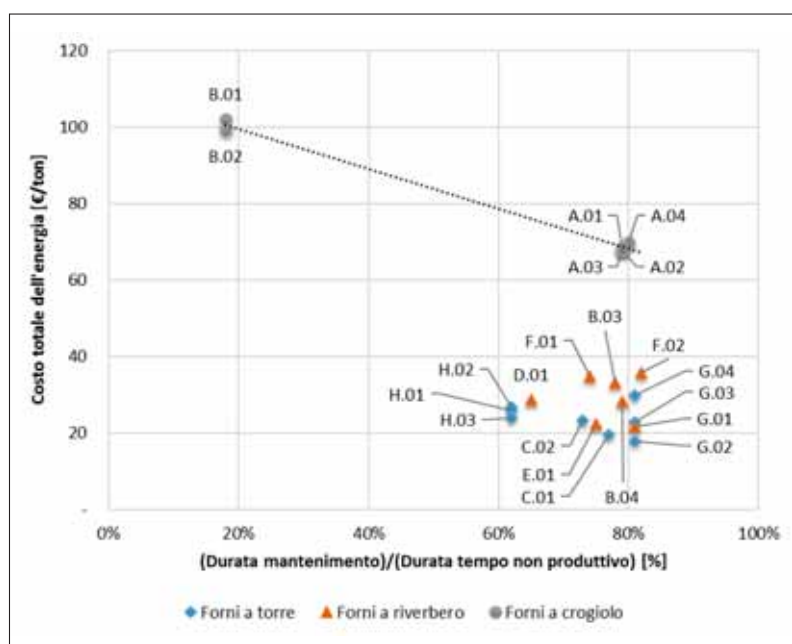


Fig. 5 - Relazione tra il costo totale dell'energia e le modalità di utilizzo dei forni durante il tempo non produttivo.

	Leve di acquisto	Leve di utilizzo
Leve tecnologiche	Acquistare forni ad alte prestazioni	Mantenere in condizioni di massima efficienza il forno
Leve gestionali	Ridurre il prezzo di energia ed alluminio	<ul style="list-style-type: none"> • Sfruttare le economie di scala • Ridurre il numero di fermate • Monitorare i consumi

■ Tab. 3 - Leve per ridurre il TCO di un forno fusorio.

i 9.000 [€/anno], a seconda delle dimensioni del forno. Tuttavia, i forni a torre e a riverbero hanno dimensioni notevolmente maggiori rispetto a quelli a crogiolo, ma d'altra parte il loro volume di produzione è sensibilmente più elevato: di conseguenza, questi forni hanno costi unitari di rifacimento dell'involucro refrattario tendenzialmente più bassi.

Come suggerito dalla Fig. 5, il costo totale dell'energia è fortemente influenzato non solo dalla tecnologia fusoria implementata dal forno, bensì anche dalle modalità di utilizzo adottate dall'azienda. In particolare:

- i forni a torre e a riverbero sono caratterizzati da costi (18-36 [€/ton]) decisamente inferiori rispetto a quelli dei forni a crogiolo (68-102 [€/ton]), grazie soprattutto ad efficienze termiche (35-50%) sensibilmente superiori a quelle garantite da questi ultimi (10-20%);
- l'azienda B adotta una politica di spegnimento e riaccensione differente dal resto del campione. Infatti, questa azienda decide di spegnere i propri forni a crogiolo ogni volta che la produzione si interrompe, anche per intervalli di tempo relativamente limitati (es. weekend). Le altre azien-

de del campione, al contrario, spengono i propri forni solo durante periodi prolungati di inattività (es. chiusura estiva e natalizia) e in caso di guasti e malfunzionamenti del forno, lasciandolo in funzione in modalità di "mantenimento" per il resto del tempo. Il confronto tra i costi dei forni B.01 e B.02 (99-102 [€/ton]) e quelli degli altri forni a crogiolo (68-70 [€/ton]) suggerisce, in modo abbastanza inequivocabile, che la strategia ottimale è ridurre al minimo indispensabile il numero di fermate del forno.

Conclusioni

Dai risultati dell'indagine empirica presentata in questa memoria, è possibile individuare alcune leve che le aziende di pressocolata possono applicare per ridurre i costi di un forno fusorio (Tab. 3).

L'acquisto di forni ad alte prestazioni, come i forni a torre, è una leva di primaria importanza in fase di selezione di un nuovo forno fusorio: i costi dei materiali e dell'energia sono, infatti, largamente influenzati dal calo di fusione e dall'efficienza termica del forno, i quali a loro volta

dipendono dalla tecnologia fusoria implementata. Inoltre, è opportuno che il forno sia mantenuto in condizioni di massima efficienza, ad esempio tramite interventi mirati di manutenzione o di *revamping*, per evitare che le sue prestazioni peggiorino nel tempo.

Sfruttare il più possibile le economie di scala, ad esempio centralizzando la produzione in pochi forni di "grossa taglia", e ridurre al minimo indispensabile il numero di fermate sono le due principali leve gestionali per la riduzione dei costi a disposizione del responsabile di fonderia. Considerando l'area acquisti aziendale, l'adozione di politiche volte alla riduzione dei prezzi dell'energia e dell'alluminio (es. adesione a gruppi d'acquisto) ha indubbie ricadute sui costi di utilizzo di un forno. Infine, non è da trascurare l'importanza di adottare un sistema di monitoraggio dei consumi di energia e di materiali: in fin dei conti, non si può migliorare ciò che non è misurato.

Stefano Bonetti - Ricercatore Post-Doc - Laboratorio RISE - Università degli Studi di Brescia ■



carbones

carbones holding gmbh

GHISA IN PANI

**PER FONDERIA
E PRODUTTORI DI ACCIAIO**

**Ghisa d'affinazione a basso Mn,
Ghisa in pani ematite, per sferoidale
e semisferoidale da Russia e Brasile**

**MAGAZZINO PERMANENTE
A MARGHERA, MONFALCONE E SAVONA.**

**Carbones Holding GmbH
Vienna - Austria
www.carbones.it**

**Per maggiori informazioni:
gianluigi.busi@carbones.it
Tel. +39 348 6363508**

Componenti strutturali: dal getto grezzo al pezzo finito nell'isola di pressocolata

Trimming e lavorazioni meccaniche possono agire in modo combinato e trasformare il getto grezzo in un pezzo finito durante il tempo di ciclo della pressocolata.

Le principali fasi del processo per ottenere un componente finito di alluminio partendo da un getto grezzo pressocolato partono dalla sbavatura del grezzo seguita da varie lavorazioni meccaniche con e senza asportazione di truciolo. Tralasciamo ora quanto concerne la fabbricazione del getto pressocolato e concentriamo l'attenzione sul secondo stadio del processo, l'operazione di trancia-sbavatura (trimming), che nel 90% dei casi viene effettuata nella cella di pressocolata robotizzata. L'operazione di trimming si svolge durante il ciclo di pressocolata (tempo mascherato) ed è quindi un'operazione a costo zero. È indispensabile per preparare il getto grezzo per le successive lavorazioni meccaniche di finitura, avere profili e superfici pulite e prive di difetti quali bave, testimone di colata, ecc. (Fig. 1).

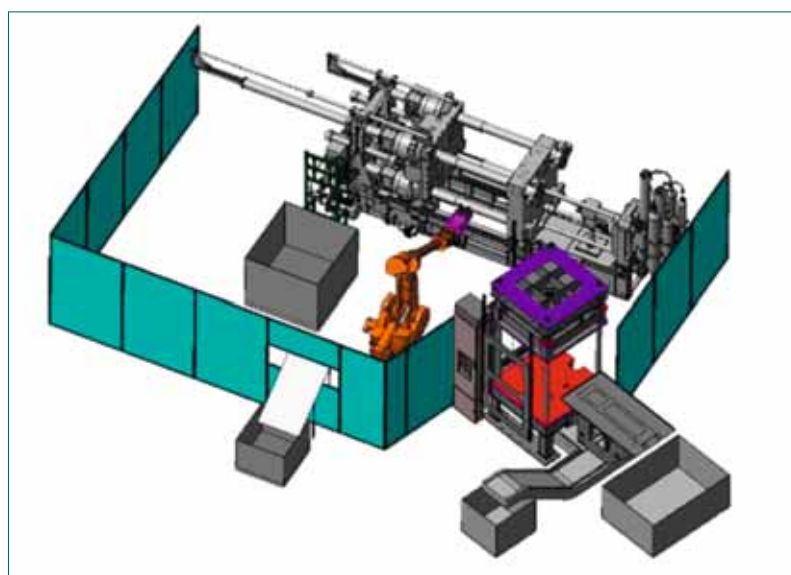
Le operazioni avvengono con l'azione combinata dello stampo trancia e della pressa trancia, che garantiscono la completa rimozione di colate, pozzetti, vacuum, bave a ogni ciclo, senza interventi manuali di alcun tipo, in modo

così da ottenere il miglior risultato qualitativo in termini di produttività e di riproducibilità.

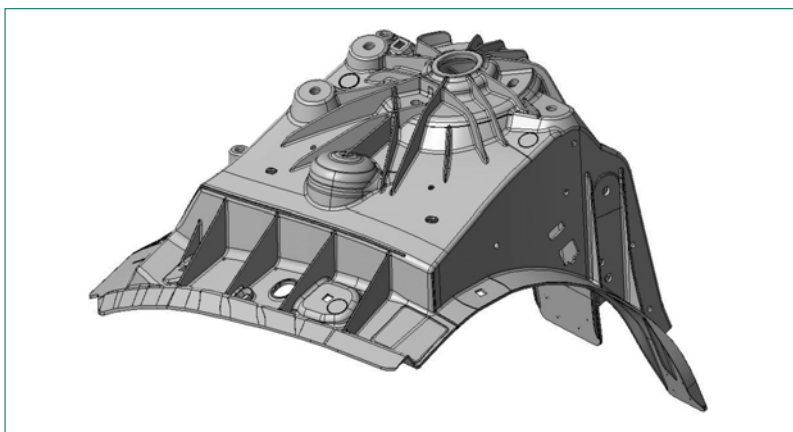
È POSSIBILE ANDARE OLTRE IL TRIMMING TRADIZIONALE?

A questa domanda rispondiamo certamente sì, e questo può avvenire integrando il trimming con le lavorazioni meccaniche.

Le operazioni che più spesso si associano al trimming sono forature, maschiature, fresature, e spesso la segatura delle colate del getto, che non possono essere rifilate. Inoltre, è spesso necessario prelaborare il pezzo, prima della lavorazione finale con centri di lavoro CNC: oggi è possibile effettuare queste operazioni



■ Fig. 1 - La sbavatura del getto avviene generalmente all'interno della cella di pressocolata robotizzata.



■ Fig. 2 - componente strutturale tranciato e contemporaneamente lavorato meccanicamente.

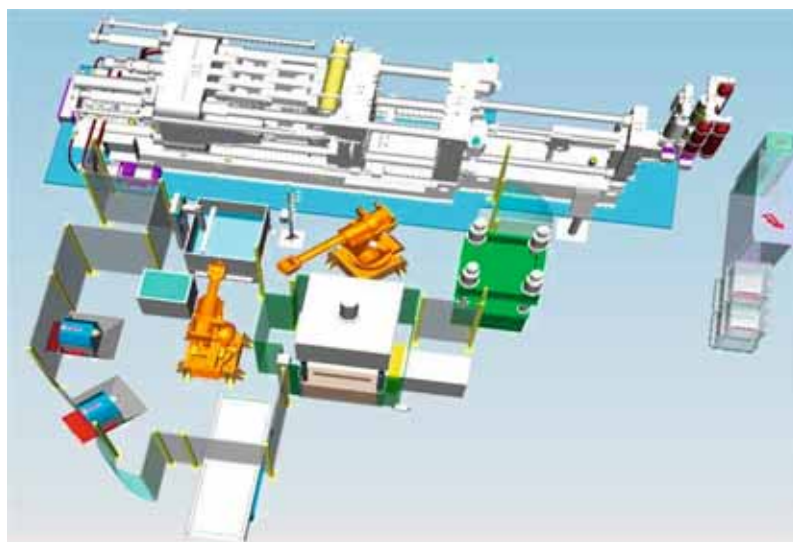
PER QUANTO RIGUARDA I COMPONENTI STRUTTURALI PRESSOCOLATI VALGONO A MAGGIORE RAGIONE I CONCETTI SOPRA ESPOSTI

Soprattutto per questi pezzi complessi e impegnativi la trancia-sbavatura deve essere completa e pertanto i profili esterni, interni e fori devono presentarsi completamente puliti e privi di colate, pozzetti, vacuum e bave. L'obiettivo finale è quello di ottenere componenti strutturali lavorati e finiti senza alcuna

preparatorie congiuntamente e contemporaneamente alla tranciatura. Si tratta naturalmente di un grande risultato e nel caso di componenti semplici è possibile giungere fino al pezzo finito durante l'operazione di tranciatura, nello stesso ciclo di lavoro e nello stesso tempo.

LE DIFFERENTI SOLUZIONI TECNICHE PER COMBINARE L'OPERAZIONE DI TRIMMING E LE LAVORAZIONI MECCANICHE SUCCESSIVE SONO DESCRITTE DI SEGUITO

Esistono varie opzioni di configurazione di un CTT-Combined Trimming Tool (stampo trancia combinato). Una soluzione è uno stampo trancia standard con l'aggiunta di una o più unità di lavorazione meccanica per effettuare operazioni quali taglio, foratura, filettatura, fresatura e segatura. Queste unità devono coesistere con tutte le altre componenti dello stampo e naturalmente lo stampo trancia combinato deve essere interfacciato con la pressa trancia, che a sua volta è sincronizzata con il robot della cella di pressocolata. DMM, Dedicated Machining Machine (macchina di lavorazione dedicata) è una seconda e più completa soluzione per effettuare lavorazioni meccaniche in modo integrato con il trimming: la macchina può es-



■ Fig. 3 - Schema della cella di pressocolata robotizzata che integra le operazioni di sbavatura e le lavorazioni meccaniche che trasformano il getto grezzo in un componente finito.

sere installata in prossimità della cella di pressocolata o all'interno della cella stessa. Le DMM sono usate quando, a causa della complessità del getto, l'ulteriore aggiunta di teste di lavorazione nello stampo trancia non è possibile, sia per motivi di spazio sia per il rischio di interferenze tra le unità di lavorazione e le parti trancianti. La macchina utensile dedicata progettata ad hoc. risolve questo problema: installata solitamente accanto alla pressa trancia, è alimentata dallo stesso robot e completa le lavorazioni previste durante il tempo di ciclo della pressocolata.

operazione aggiuntiva, a parte eventuali trattamenti termici e la verniciatura (Fig. 2). Oggi questo risultato è stato raggiunto, con soluzioni automatizzate e di elevato contenuto tecnologico che permettono di effettuare nel tempo di ciclo della pressocolata non solo il trimming, ma anche le lavorazioni meccaniche; in pratica a costo zero (Fig. 3). Un recupero di efficienza che porta al massimo livello le prestazioni della cella di pressocolata robotizzata.

Ruggero Pederzoli - Meccanica Pi.Erre s.r.l. - Bedizzole BS ■



progetto
Partner!

primafond

Impianti, macchine e attrezzature per fonderie e animisterie



Programma di produzione

- Impianti di preparazione e distribuzione sabbia per ogni processo di produzione anime.
- Macchine per formatura anime in cold box e shell moulding in vari tipi e dimensioni.
- Macchine speciali a richiesta.
- Gasatori automatici per ogni processo.
- Mescolatori ad elica radente.
- Frantumatori per recupero sabbia.
- Propulsori pneumatici.
- Depuratori a scrubber per l'abbattimento delle emissioni da qualsiasi processo di formatura anime.
- Vasche di miscelazione della vernice per anime.
- Impianti di asciugatura delle anime verniciate.
- Forni di riscaldamento per sterratura anime da fusioni di alluminio.
- Smaterozzatori a cuneo per la rottura delle colate di fusioni di ghisa sferoidale e acciaio al manganese.
- Cabine aspiranti insonorizzate per sbavatura.
- Manipolatori - Posizionatori per sbavatura getti.
- Revisioni, modifiche, fornitura di macchine e impianti usati.
- Progettazione e consulenza.
- Manutenzione e assistenza.

*Facciamo squadra oggi,
faremo più Qualità domani!*

*Join with us today,
for a higher Quality tomorrow!*

Primafond srl

Viale del Lavoro, n.36/38 - 36016 Thiene (VI) Italy
Tel. +39.0445.361.759 - Fax +39.0445.381.522
primafond@primafond.it - www.primafond.it

UBI World

Con le imprese che guardano lontano.



Per il business delle aziende italiane all'estero c'è UBI World.

Con UBI World accompagniamo la vostra impresa in ogni fase del suo processo di internazionalizzazione: consulenza specialistica, servizi dedicati e un'assistenza costante.

Inoltre, grazie a una rete qualificata di uffici di rappresentanza, filiali e banche corrispondenti, vi offriamo un punto di riferimento in tutti i Paesi dove ci sono opportunità di business. Per essere sempre accanto a chi sa guardare lontano.

800.500.200 - www.ubibanca.com

UBI  **Banco di Brescia**

A

AAGMCopertina IV
 All Metal Services..... Fascicolo II/16
 ASK Chemical 1
 Assiteca31

C

Carbones 99
 Cavenaghi2-3
 Clansman Dynamics Fascicolo VI/16
 CO.VE.RI. Fascicolo VI/16
 Crossmedia..... Fascicolo II/15
 CSMT30

E

Eca Consult.....35
 Ecotre Fascicolo I/15
 Ekw Italia67
 Elkem.....6 - 47
 Emerson Fascicolo I/15
 Energy Team.....61
 Enginsoft..... Fascicolo VI/14
 Ervin Armasteel Fascicolo VI/16
 Euromac 5
 ExOne..... Fascicolo VI/16

F

Fae Fascicolo II/13
 Farmetal SA..... Copertina II
 Faro 4
 Fomet Fascicolo VI/13
 Fontanot..... Fascicolo VI/15
 Foseco55

G

Gerli Fascicolo VI/14
 Gerli Metalli 93
 Guerra Autotrasporti Fascicolo VI/15

H

Heinrich Wagner Sinto48

I

Icm Fascicolo VI/14
 Imf..... Fascicolo II/16
 Imic Fascicolo VI/16
 Italiana Coke Fascicolo III/16

J

Jerva Casting Group..... Fascicolo I/16

K

Künel Wagner 60

M

Magaldi 66
 Maus Fascicolo V/16
 Mazzon F.Illi Copertina I - 37
 Metef25

N

Nitor..... Fascicolo VI/16
 Nuova APS 75

O

Omnysist Fascicolo II/14

P

Pangborn Europe..... Fascicolo VI/14
 Primafond.....102

Q

QDesign..... Fascicolo V/16

R

RC Informatica..... Copertina III

S

Safond Fascicolo VI/15
 Satef..... 49
 Savelli Fascicolo V/15
 Sibelco Europe..... Fascicolo II/16
 Sidermetal..... 19
 Sogemi 76
 Speroni Remo..... 84-85
 Stain70

T

Tesi 9
 Tiesse Robot 8

U

Universal Sun Fascicolo VI/14
 Ubi 103

V

Vincon Guido..... Fascicolo III/15

Z

Zappettini..... 77
 Zetamet Fascicolo IV/15



FOND/WEB®

LA PRIMA SOLUZIONE SPECIFICA PER LA GESTIONE DELLA FONDERIA



FOND/WEB® è una soluzione informatica integrata, completa ed altamente personalizzabile per tutte le Fonderie con tecnologia a gravità in sabbia, pressocolata, in conchiglia, a cera persa, con impianto automatico o formatura manuale, per fusioni in ghisa, acciaio, alluminio, bronzo ed altre leghe. Realizzato da RC Informatica, attiva da oltre 30 anni nel settore, FOND/WEB® unisce innovative funzionalità ad un'interfaccia grafica "user-friendly" e ad una completa integrazione con Microsoft Office. FOND/WEB® si compone dei seguenti moduli:

- **Modelli, Stampi ed Attrezzature**
- Preventivi ed Offerte
- Acquisti e Fabbisogni
- Magazzino e Conto Lavoro
- Programmazione della Produzione
- Tracciabilità della Produzione
- Qualità, Certificati e Non conformità
- Vendite, Spedizioni e Logistica
- Manutenzione impianti ed attrezzature
- Controllo di Gestione e Business Intelligence
- Contabilità Generale ed Analitica
- Analisi dei Costi
- Statistiche e Report
- Gestione Personale
- Rilevamento Barcode ed Integrazioni PLC
- Gestione Documentale



E' un prodotto di
RC Informatica s.r.l. Software House
Via Amendola, 48 - 48022 Lugo (RA) Italy
Tel.+39.0545.30650 - info@rcinformatica.it
www.rcinformatica.it





> Mescolatore continuo
per sabbie da fonderia con leganti
organici ed inorganici

> Impianti di rigenerazione
> Impianti di formatura

Mescolatore continuo 20-50t/h, a triplo snodo



Dati tecnici del mescolatore continuo 20-50 t/h

Versione: a triplo snodo, posizione fissa

Geometria: sbraccio 3,5 + 3,5 + 2,5m

Produttività: 20-50 t/h

Altezza di scarico: 2,7m

Miscela: Resina Fenolica
1 tipo di sabbia

Accessori: Regolazione complet. automatica del flusso
agenti leganti, monitoraggio del dosaggio
agenti leganti, armadio pompe, dosaggio
indurenti in base alla temperatura,
radiocomando remoto

