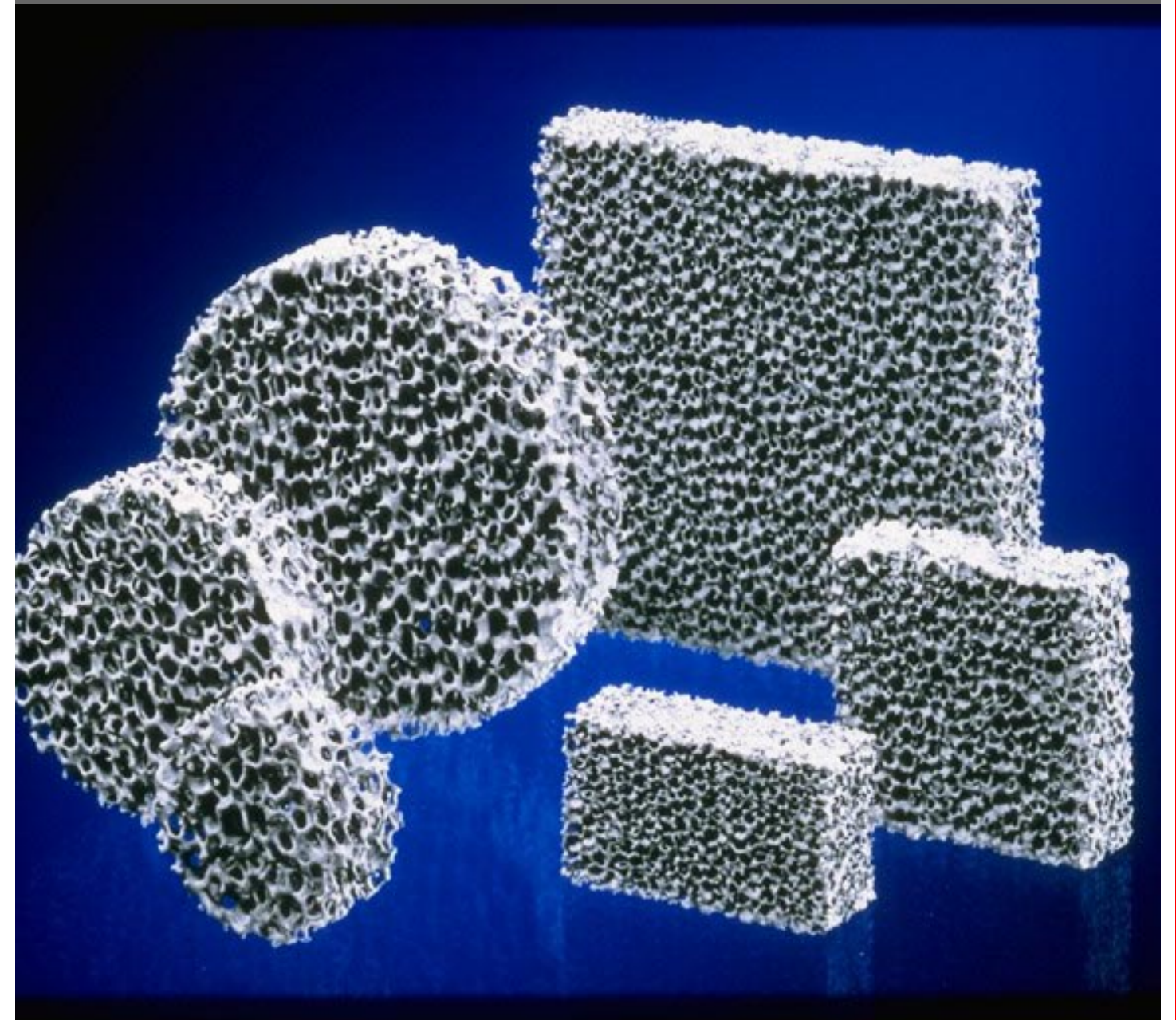




## ESTRATTO DA FOUNDRY PRACTICE

ISSUE  
238



Foseco s.r.l.  
Via Ravello, 5/7  
20080 VERMEZZO (MI)  
Tel. 02 949819.1  
Telefax 02 94943020  
[www.foseco.it](http://www.foseco.it)

**Molto più di un semplice filtro**

#### **Miglioramento della produttività**

- la riduzione del rapporto tonnellate spedite/tonnellate fuse (rendimento), grazie alla soppressione di lunghi sistemi di colata progettati per fare galleggiare le inclusioni, consente di realizzare risparmi nell'intera fonderia;
- sistemi di colata semplificati, poiché il filtro stesso riduce la velocità e facilita il flusso di metallo liquido;
- le configurazioni semplificate dei modelli possono permettere alla fonderia di produrre un maggior numero di getti per staffa;
- grazie ai rendimenti più elevati, è possibile colare un maggior numero di forme per ogni tonnellata fusa;
- è spesso possibile ridurre le temperature di colata;
- i filtri spugnosi non ceramici a bassa densità galleggiano alla superficie dell'alluminio liquido al momento della rifusione e possono essere facilmente sfiorati insieme alle scorie;
- minori livelli di capitale bloccati nei semilavorati.

#### **Miglioramento della qualità dei getti**

- purezza più omogenea dei getti;
- la riduzione della variabilità del flusso di metallo dei getti colati a mano migliora l'omogeneità del prodotto (2);
- migliori proprietà meccaniche, grazie alla maggiore omogeneità metallurgica;
- la maggiore fluidità del metallo migliora la finitura, l'aspetto e le caratteristiche superficiali del getto.

#### **Operazioni post-colata**

- accresciuta lavorabilità e ridotta usura degli utensili;
- le tolleranze di lavorazione possono essere tranquillamente ridotte, grazie alle minori percentuali di inclusioni;
- riduzione dei controlli e delle lunghe e costose prove non distruttive;
- i tempi di ciclo ridotti, soprattutto nei casi in cui si ottengono sostanziali risparmi delle operazioni post-colata, migliorano la flessibilità di programmazione della produzione e la competitività della fonderia;
- i filtri a schiuma non ceramici possono essere rimossi tramite lavorazione, senza utilizzare dannosi attrezzi di sbavatura o altri.

#### **Bibliografia:**

(1) SADON, P. HURDEBOURCQ, D. MORISSE, J-C. BESVILLE, J-C. & TAYLOR, K. C. Industrial experience in the filtration of cast iron at the Peugeot Citroen Foundries, Atti del Conaf 2001, 10° Congresso di Fonderia, San Paolo (Brasile), 23-25 Maggio 2001.

(2) KENDRICK, R. Energy saving using SIVEX FC filters. FOSECO Foundry Practice, N. 228, Settembre 1996.

(3) SANDFORD, P. & SIBLEY S.R. The application of foam filters to optimize aluminum casting production. FOSECO Foundry Practice, N. 227, Aprile 1996.

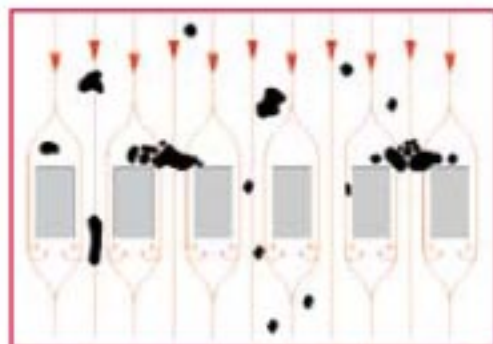


Figura 3: Meccanismo dei filtri di tipo mono-dimensionale.

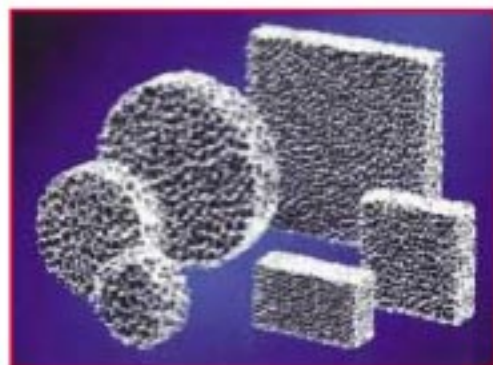


Figura 4: Filtri spugnosi.

I filtri spugnosi sono invece multi-dimensionali (figura 4). Il metallo deve scorrere lungo un percorso tortuoso prima di penetrare nella cavità della forma.

Innanzitutto, le inclusioni grossolane, troppo grandi per penetrare nei passaggi, sono intrappolate sulla superficie del filtro (figura 5).

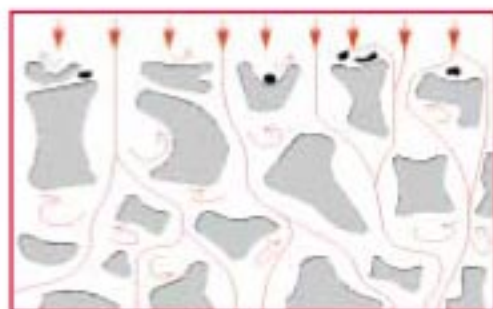


Figura 5: Filtrazione superficiale.

Mano a mano che le inclusioni iniziano ad accumularsi sulla superficie del filtro, si forma un "panetto" di materiale, il quale trattiene alcune particelle più piccole (figura 6).



Figura 6: Filtrazione ad opera del cake.

Il metallo fuso che passa attraverso il "panetto" del filtro e nei vari passaggi, segue un percorso tortuoso all'interno del corpo del filtro. Il meccanismo di filtrazione a spugna è basato su molteplici variazioni della direzione del flusso e sulla riduzione della sua velocità, così da intrappolare le particelle più piccole nella struttura interna del filtro (figura 7).



Figura 7: Filtrazione a letto profondo.

L'efficacia dei filtri spugnosi nell'eliminare le caratteristiche inclusioni non metalliche derivanti dai processi di fusione, di aggiunta allegante e di colata, è evidenziata nella figura 8. Nella prima immagine, i granelli di sabbia intasano i pori del filtro. Nella seconda immagine, le scorie si accumulano nella parte superiore del filtro. Nella terza e ultima immagine, si nota una sottile zona di solfuro di magnesio sull'intera superficie di ingresso.

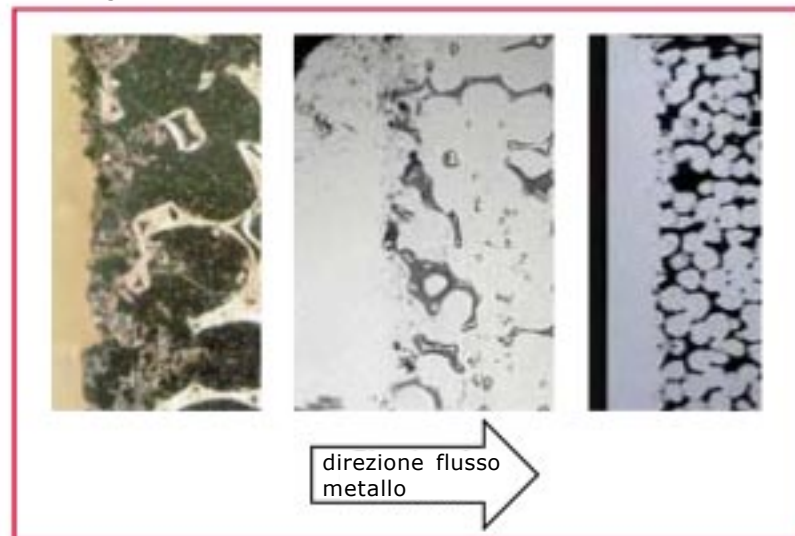


Figura 8: Eliminazione delle inclusioni non metalliche.

Infine, i filtri spugnosi contribuiscono a prevenire la formazione di inclusioni da riossidazione, favorendo un flusso meno turbolento nel momento in cui il metallo fuso penetra nella cavità del getto (figura 9).

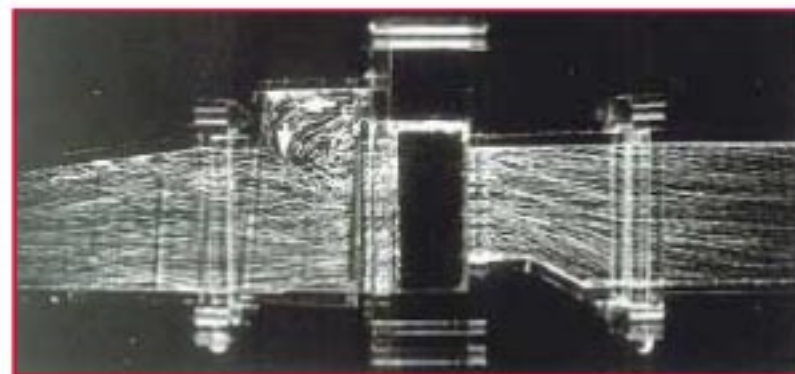


Figura 9: Modello ad acqua - Dimostrazione del funzionamento della camera per scorie e del filtro.

La turbolenza deve essere ridotta al minimo con tutte le leghe, in particolare quelle che si ossidano rapidamente. La turbolenza determina il trascinarsi di inclusioni gassose, racchiuse negli ossidi, e la formazione di nuovi ossidi per effetto dell'esposizione del metallo puro all'atmosfera (figura 3).

La scelta e l'ubicazione dei filtri, nonché il progetto del sistema di colata, sono fondamentali ai fini della riduzione al minimo della riossidazione. Numerosi test di flusso ad acqua, gli studi radiologici e le analisi di fluidodinamica hanno dimostrato con certezza che, se correttamente applicati, i filtri spugnosi sono i più efficaci nell'impedire la riossidazione.

I filtri pressati presentano più ampie "zone

morte" sul loro lato di uscita, il che favorisce la reintroduzione di bolle d'aria nel flusso di metallo dopo il filtro. La zona di uscita del flusso d'acqua proveniente da un filtro spugnoso è molto più estesa; ciò sta ad indicare un flusso più lento e meno turbolento, con assenza pressoché totale di bolle d'aria dietro il filtro (figura 10).

Se si ripete la stessa prova con un flusso d'aria aerata, si nota che entrambi i filtri pressato e estruso non hanno alcun effetto sul trascinarsi delle bolle d'aria. Il filtro spugnoso, invece, rallenta il flusso d'acqua, in maniera tale che l'aria trascinata possa fuoriuscire. Si tratta dello stesso meccanismo che riduce turbolenza e conferisce al filtro spugnoso la sua maggiore efficacia filtrante (figura 11).

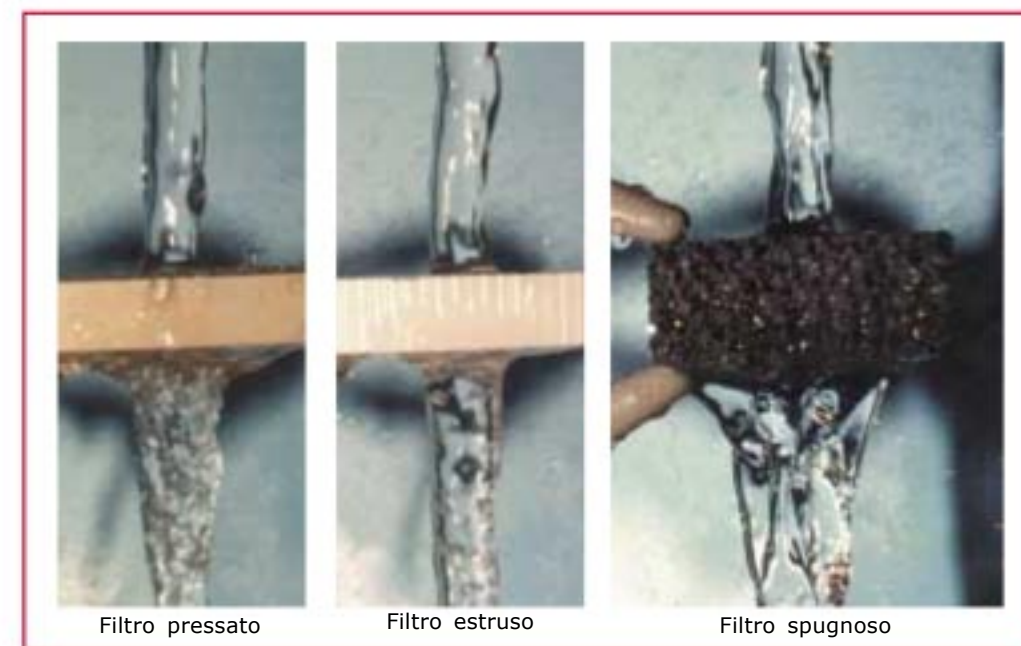


Figura 10: Confronto del flusso d'acqua attraverso vari tipi di filtri

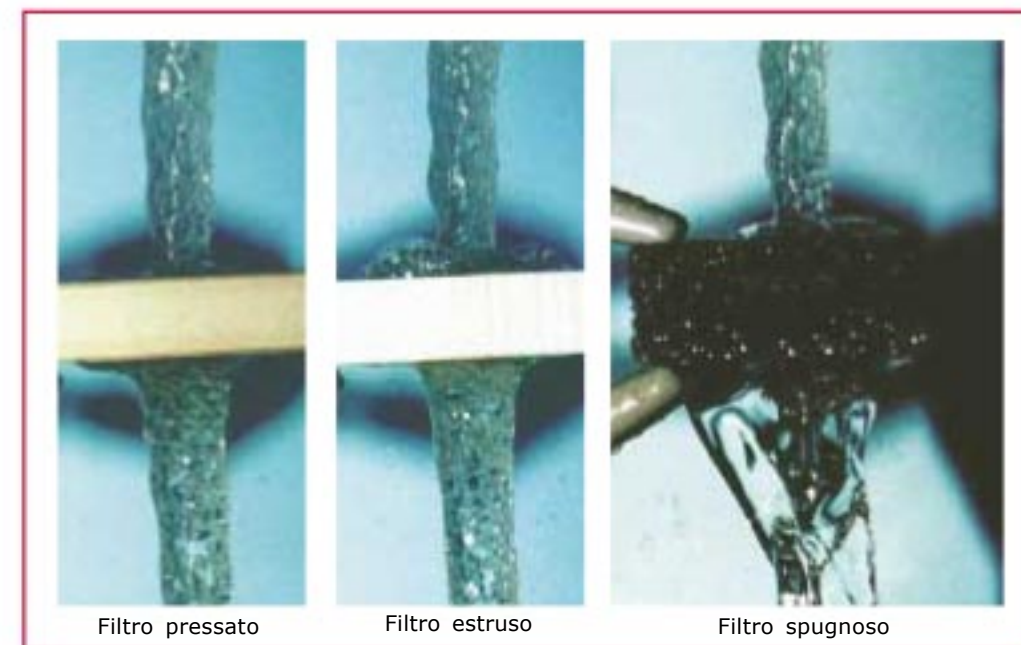


Figura 11: Confronto del flusso d'acqua aerata attraverso vari tipi di filtri



Colata senza filtro



Colata con filtro

Figura 12: L'analisi radiologica mostra la capacità della filtrazione di ridurre la turbolenza del metallo fuso che penetra nella cavità del getto.

Un'ulteriore conferma delle proprietà di regolarizzazione del flusso dei filtri spugnosi è stata fornita dall'esame radiologico in tempo reale (figura 12).

### Caratteristiche dei filtri

Le caratteristiche delle tre strutture di base dei filtri sono riportate nella seguente tabella.

Caratteristica	Spugnoso	Estruso	Pressato
Precisione dimensionale	Moderata	Elevata	Elevata
Resistenza a freddo	Moderata	Moderata	Elevata
Efficacia di filtrazione	Elevata	Moderata	Moderata
Dimensioni particelle trattenute	Fini	Medie	Medie/Grossolane
Effetto sulla portata	Elevato	Moderato	Moderato
Riduzione della turbolenza	Elevata	Minima	Minima
Resistenza all'erosione	Elevata	Moderata	Moderata
Refrattarietà	Elevata	Moderata	Buona

Come si vede, i filtri spugnosi risultano migliori degli altri tipi per quanto riguarda quattro aspetti fondamentali:

- le particelle più piccole e fini di materiale inclusivo vengono eliminate;
- la riduzione della velocità e della turbolenza limita l'erosione della sabbia;
- si riduce il rischio di riossidazione indotto dall'aria trascinata dovuta alla turbolenza a valle del filtro;
- maggiore resistenza alla rottura da fatica termica nell'impiego quotidiano.

### Vantaggi del filtro spugnoso

I vantaggi del filtro spugnoso non sono limitati alla riduzione degli scarti, ma sono evidenti in tutta la fonderia. A seconda della lega e dell'applicazione, è possibile ottenere molti dei seguenti benefici:

### Controllo degli scarti

- riduzione delle percentuali di scarto;
- migliore capacità di diagnosi dei problemi, grazie ad una chiara separazione dei fattori legati al metallo e di quelli relativi allo stampo;
- riduzione dei costosi scarti di lavorazione;
- il sistema e le discese di colata si riempiono in maniera uniforme e rimangono pieni, riducendo il rischio di ingresso di bolle d'aria nella cavità del getto;
- nel caso dell'alluminio, i filtri spugnosi non ceramici eliminano i rischi di inquinamento del bagno fuso da parte di particelle ceramiche dure e di contaminazione della ghisa ad opera delle maglie in acciaio o delle siviere.

### Introduzione

Nel corso degli ultimi 20 anni, si è assistito a significativi miglioramenti nei procedimenti di fonderia e nel controllo di processo. I progressi riguardanti la tecnologia di fusione; i procedimenti alleganti e di inoculazione/enucleazione; il controllo della temperatura e i metodi di formatura e produzione anime, hanno sostanzialmente migliorato la qualità e l'omogeneità del metallo liquido in fonderia.

Nello stesso periodo, l'applicazione della tecnologia di filtrazione non ha cessato di diffondersi. Come spiegare il fatto che, malgrado i progressi compiuti nel campo della qualità dei metalli, la crescita del numero di applicazioni dei filtri non mostri segni di rallentamento?

Esistono numerose ragioni che spiegano queste affermazioni apparentemente contraddittorie:

- il continuo sviluppo della tecnologia di filtrazione a vantaggio di un'effettiva e più efficace rimozione delle inclusioni;
- l'acquisita consapevolezza, da parte delle fonderie, che i filtri migliorano il controllo di processo e la produttività, eliminando nel contempo i sottoprodotti non metallici indesiderati del processo di colata;
- l'incremento degli standard di qualità dei getti;
- l'incremento dei requisiti di prestazioni dei getti;
- la necessità assoluta di contenere i costi, riducendo gli scarti e/o aumentando il rendimento;
- l'esigenza di ridurre il peso dei getti ha dato luogo a sezioni delle pareti più sottili e più esposte alle inclusioni e ai difetti da riossidazione;
- la maggiore diffusione della colata automatica implica velocità più elevate del metallo, con maggiori rischi di difetti da turbolenza ed erosione;
- il crescente impiego delle simulazioni e di altre tecniche di previsione ha evidenziato in maniera più chiara i vantaggi offerti dalla filtrazione ai fini del riempimento degli stampi.

In sostanza, l'utilizzo dei filtri spugnosi continua ad aumentare perché il valore aggiunto che se può trarre è superiore al loro costo di acquisto e applicazione.

Ciò non riguarda semplicemente l'eliminazione degli sfridi, ma anche il miglioramento della qualità dell'intera produzione dei getti. Se vent'anni fa i filtri erano utilizzati solo in caso di emergenza, oggi sono diventati fondamentali nella produzione di componenti automobilistici e di ingegneria di alta qualità a costi ottimali (1).

### Fonti di inclusioni

Il metallo "sporco" è la più ovvia fonte di inclusioni. I materiali indesiderati possono penetrare nel metallo in vari modi, tra cui l'aggiunta di ritorni non granigliati nella carica, i problemi di ossidazione durante il trasferimento del metallo, la generazione di prodotti di reazione degli elementi leganti e

di altri prodotti di trattamento del metallo fuso, l'erosione dei materiali refrattari e la formazione di scorie dovuta a scarsa manutenzione delle siviere.

Spesso, la fonte del problema si trova nello stampo, dove rischia di venire tralasciata: riossidazione provocata da un'eccessiva turbolenza; erosione dello stampo causata dall'elevata velocità del metallo; scarsa resistenza dello stampo; presenza di vapore o di gas nello stampo, dovuta ad una ventilazione insufficiente e/o a reazioni del metallo dello stampo.

Uno dei vantaggi offerti dall'impiego dei filtri spugnosi riguarda l'aiuto fornito al fonditore nella diagnosi della fonte degli scarti, separando i problemi del metallo "sporco" da quelli che si verificano dietro il filtro, nel sistema di colata o nella cavità dello stampo.

### Come funzionano i filtri

I prodotti mono-dimensionali, come ad esempio i filtri ceramici estrusi (figura 1) e pressati (figura 2) oppure la maglia di acciaio o tessuto, eliminano soltanto le inclusioni in superficie. Le inclusioni più piccole dell'alveolo o del foro minimo del filtro non sono trattenute e finiscono nella cavità della forma (figura 3).

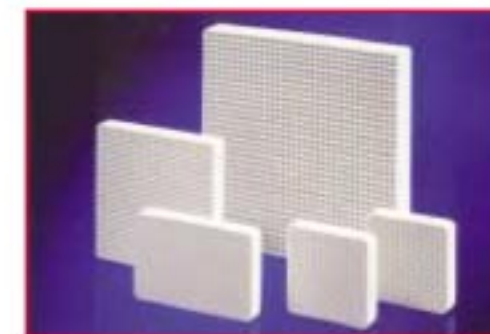


Figura 1: Filtri estrusi

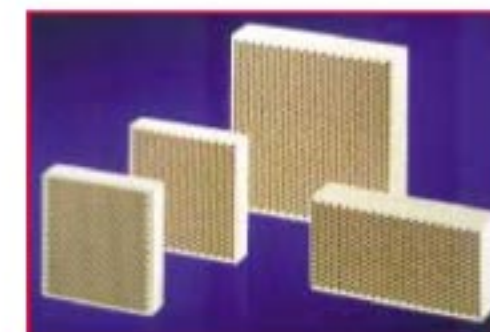


Figura 2: Filtri pressati