

# SIMPLE

## SOLUTIONS THAT WORK

It's all here – a quick read on simple solutions that work in the foundry industry.

### Featuring:

Basics of Sand Mixing.....2

Control of Slag Defects and Insoluble Buildup in Melting Furnaces.....12

Reverse Tilt Pouring of Aluminum in Permanent Mold Casting.....28

Considerations for Manual & Automatic Green Sand Expansions.....32

Melting & Holding Basics to Reduce Scrap.....48

Advanced Centrifugal Process for High Quality Complex Castings.....54

3 Steps to 3D Printing in Your Foundry.....58

Principios Básicos del Mezclado de Arena.....8

Control de los Defectos de Escoria e Incrustaciones Insolubles en Hornos de Fusión.....20

Colado Basculante Inverso en Molde Permanente para Aluminio .....30

Consideraciones Para Las Ampliaciones de Moldeo en Verde Manual & Automático.....40

Bases de Fusión & Mantenimiento para Reducir Scrap.....52

Proceso de Centrifugado Avanzado para Piezas Fundidas Complejas de Alta Calidad.....56

3 Pasos para Imprimir en 3D en su Fundición.....62



**Welcome to the first edition of *Simple Solutions That Work*.**

The foundry industry is hard – it’s difficult from any viewpoint; working environment, technically, employees and management, governmental controls and on and on. There are a number of excellent organizations that help the foundry industry, but no organization is as good as when we talk to each other about day to day problems we encounter and what we do to get past them.

Our days are typically frantic and filled with details, as there are many demands on our time and energy. Automation and lean principles have become the norm and for very obvious reasons – we can’t keep doing stuff the same old way and remain competitive. We have to help each other and stay current on all kinds of topics, almost on a daily basis.

Our goal with this guide is to get information from individuals that are (I hesitate to use the word expert) very knowledgeable on specific aspects of the metal casting industry. People that have spent their careers on a facet of the industry that most of us only see or work with briefly, can be of great assistance to the rest of us. Usually this knowledge is based on what you need to do, but this knowledge has often been gained from learning what not to do! I have personally been in hundreds of foundries and there is one consistent universal need...and that’s for information.

If you give the same problem to a dozen different foundry people, I guarantee there will be a dozen different ideas on how to solve it. Some might not be awesome, but many are the types of solutions we hope to organize and pass along – consider this a work in progress.

We are interested in feedback on what you think about this guide, as well as what other subjects or information you would like covered. And, if you’re an “expert” on something – speak up! See our offer to publish your solution on page 47 and submission form on the last page.

It doesn’t matter to us if it’s a world-beater or simply a better way to move something – we’re all in this industry together. Let’s work together and keep our foundry industry the best on the planet.

Please email me with any comments or questions, or complete the form on the last page, with processes or solutions you would like to see covered in the future.

**Jack Palmer**

jack@palmermfg.com

President, Palmer Manufacturing & Supply, Inc

*Jack Palmer*

## **Bienvenidos a la primera edición de Soluciones Simples que funcionan.**

La industria de la fundición es dura – es difícil desde cualquier punto de vista; técnicamente, ambiente de trabajo, empleados y gerenciamiento, controles gubernamentales, y así se puede seguir. Hay unas cuantas organizaciones excelentes que ayudan a la industria de la fundición, pero ninguna de ellas es tan buena como cuando nos hablamos entre nosotros acerca de los problemas del día a día que nos encontramos y lo que hacemos para pasarlos.

Nuestro días son típicamente frenéticos y llenos de detalles, ya que hay mucha de manda de nuestro tiempo y energía. La automatización y las tendencias se volvieron la norma por razones muy obvias – no podemos seguir haciendo las cosas siempre de la misma vieja manera y seguir siendo competitivos. Tenemos que ayudarnos y mantenernos actualizados en todo tipo de temas, casi a diario.

Nuestra meta con esta guía es obtener información de individuos que son (dudo en usar la palabra expertos mundiales) muy conocedores de aspectos específicos de la industria de la fundición. Gente que ha pasado toda su carrera profesional en una faceta de la industria que la mayoría de nosotros solo estudiamos o tomamos contacto brevemente, puede ser de gran ayuda al resto de nosotros. Usualmente este conocimiento se basa en lo que usted necesita hacer, pero muchas veces este saber ¡se obtuvo aprendiendo qué no hacer! Personalmente estuve en cientos de fundiciones y hay una necesidad consistente universal... ¡información!

Si usted entrega el mismo problema a doce fundidores diferentes, le garantizo que obtendrá doce ideas distintas de cómo resolverlo. Algunas pueden no se asombrosas, pero muchas son el tipo de soluciones que esperamos organizar y transferir – considere esto un trabajo en progreso.

Nos interesa su opinión acerca de esta guía, así como también otros tópicos de interés que podríamos cubrir. Y, si usted es un “experto” en algo – ¡Dígalos! Vea nuestra propuesta para publicar su solución en la pág. 47 y un formulario en la última página.

No importa si es una revolución mundial o simplemente una mejor manera de hacer algo – todos estamos en esta industria juntos. Trabajemos unidos para hacer que la fundición en nuestro continente sea la mejor del planeta.

Por favor envíe un email con comentarios o preguntas, o complete el formulario de la última página, con procesos o innovaciones que desea que cubramos en el futuro.

**Jack Palmer**

jack@palmermfg.com

President, Palmer Manufacturing & Supply, Inc



The object of the continuous mixer is to produce a quality core or mold using just enough binder to obtain the desired casting results at the lowest possible cost. Chemicals are a high percentage of the casting cost. Lower resin levels reduce costs, improve the reclamation process, and improve the working environment.

### Sand Temperature

It is important to control the temperature in order to keep chemical levels as low as possible. The preferred temperature for the sand and resin mixture is in the 85-95°F range. The set time of the PUNB system is either doubled or halved for every 18°F change in sand temperature. Unless sand temperature is well controlled, production rates will suffer. Even if the strip time is reduced with additional catalyst (expensive) the evaporation of solvents remains retarded due to the low sand temperature resulting in a higher potential for gas defects.

Heating sand with a traditional fluidized resistance element design can be costly because compressed air is cool and therefore uses a lot of power to raise the sand temperature 20-30°F at the flow rates required.

This high kW requirement can add to the monthly electric bill if it is a demand-based system. While the end temperature is important, the consistency and repeatability of temperature is equally important. The capital and operating costs of correctly sized sand heaters are high, but can usually be easily justified by lowered resin requirements, greater production levels, fewer scrap molds/cores, and more consistent production.

### Resin Temperature

Resin temperature control is important for consistent metering and for optimum mixing. Some chemicals experience a significant increase in viscosity as the temperature is decreased. This increased viscosity may slow the speed of motors driving positive displacement pumps reducing the flow of that chemical. Higher viscosity resins introduced into a mixing chamber that processes sand for 1-3 seconds may not be sufficient to uniformly distribute the chemical over the mass of sand.

The normal response to cold resins is to install a drum heater or heat lamps. While these are helpful, they can be problematic; if left on too long or at too high a temperature, the characteristics of the resin can be dramatically changed. The relatively slow heat transfer rates of static chemical in a drum or tote prevents uniform heating of the entire contents. The outside couple inches of chemical can be overheated



**Jack Palmer**

Owner  
Palmer Manufacturing  
[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)



**Ken Strausbaugh**

Technical & Testing  
Manager  
[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)



### Article Takeaways:

1. How to control sand temperature.
2. How to control resin temperature.
3. How to meter materials.

Mixing of any material or combination of materials is accomplished by moving the materials together against themselves. The mixer, regardless of design or materials to be blended, exists only to accomplish a uniform distribution of the components. Whether mixing concrete, polymers, liquids, powders, or silica sand with differing chemical systems, the purpose of the mixing machine is to move the materials against themselves.

In our industry we are mixing sands with very small amounts of different binding agents, all having different and variable properties. The first sand that exits the chamber is obviously not the same as the sand a few seconds behind it as there is really nothing for the first sand to move against. Even with today's technologies (timers, flowmeters, valve systems), we cannot get away from this basic premise; will the first sand be usable and will it be exactly the same as the sand right behind it.

It is a simple process to catch the first 1-2 seconds of sand that exits the mixer and then put it in the molds as soon as the pattern is covered. A properly trained and motivated mixer operator will waste very little sand.



Air assisted jet assembly removed from the mixing chamber for physical calibration.

while the inside remains at the original ambient temperature. High temperature of portions of the fluid can cause solvent evaporation or resin advancement. The performance, viscosity, and metering characteristics of the chemicals may all change and vary with this method of temperature control.

An improved method of temperature control uses a dedicated recirculation pump that takes the chemical from the bottom of the container, runs it through an in-line heating device, and returns it to the top of the container. This system keeps all chemical throughout the container at the same temperature at all times. Additions to this container should never be more than 25% of the container size to allow the heating system to recover as quickly as possible while still in production.

The distribution lines to the mixer should include diverter valves located as close to the mixer inlet ports as practical in order to maintain the resin temperature all the way to the mixer.

## Mixer Design

A properly designed high speed continuous sand mixer requires a number of criteria to be met. While a mixer is a very simple mechanism in itself, a great deal of technology is required for optimum results.

Mixing efficiency depends on retention time, blade tip speed, thickness of the sand on the inside of the chamber, and horsepower.

### 1. Retention time

If the mixture is in the chamber for too short of a time, there is the potential for weak molds/cores, streaking, resin balls, etc as a result of inadequate dispersion of the chemicals. If the residence time is too long, there is the possibility of exceeding the work time of the mix and/or heating of the sand.

Either can cause a breakdown of the sand resulting in low strength cores or molds. Each application differs relative to sand type, shape, screen analysis, sand dry additives, and chemical physical properties. Higher retention times can result in a post flow of small amounts of sand. Proper testing of a particular application is required to optimize the retention time.

### 2. Blade tip speed

Retention time is controlled by blade angle and rpm (blade tip speed). Careful testing along with proven historical results determines this design. Some systems perform better with a low speed/long retention time while for others, the opposite can be true.

Varied combinations of three different blade angles; 45° forward, 0°, and 45° reverse can properly blend virtually any sand in a continuous mixer. Variable pitch threaded blades should be avoided as they loosen, take much longer to install, and provide an opportunity for misadjustment.

Satisfactory centrifugal mixing is usually achieved at tip speeds between 1,250 and 2,500 ft/minute in a mixer of practical length. At this speed, the sand/resin mixture is being actively rubbed against itself in a peripheral layer along the wall of the mixing chamber.

### 3. Thickness of the sand on the inside of the chamber

There is a minimum and maximum amount of sand that can be efficiently mixed with a given size of mixer. Too little sand and there isn't enough mass to blend together. Too much sand and the sand on the inner portion of the sand wall is not rubbing together with the same velocity.

### 4. Horsepower

Sufficient horsepower must be available to keep the shaft speed consistent. While standard motor rpms 890, 1150, and 1750 can be used in many cases, VFDs (variable frequency drives ) can be used to achieve the optimum speed for a given combination of throughput, resin system, and sand (size, shape, screen analysis). Usually gearboxes and pulley/belt designs should be avoided as they are an unnecessary and uneconomical mechanical complication.

## Metering of Materials

Accuracy and repeatability of material addition is critical. The free flow of sand itself is critical to assure a consistent sand flow for the no bake process. Water is the kiss of death – as little as 0.2% moisture on the sand will massively alter the sand flow rates. Chemical performance will also be inhibited.

Sand by nature does not lend itself to precision metering in comparison to the levels achievable with liquids. A fixed orifice metering system for sand is optimal. If a slide gate is used, it should be a hole, not a plate that hits an adjustable stop. The fixed orifice allows for a smooth and repeatable flow of sand into the chamber. Articulated mixers with a “dam gate” metering design should have a rigid support under the belt to keep the relationship between the bottom of the dam and the top of the belt as consistent as possible.

The fine powders that are sometimes required for metallurgical or surface finish need uniform dispersion. These powders are usually very difficult to meter as they have a tendency to rathole and pack. There are some that will actually achieve a negative angle of repose.

The best current technology for metering small precise amounts of these powders is a flexible hopper wall, centerless helix design. The urethane hopper is externally “massaged” which keeps the powder active and of a consistent density around the centerless helix. The centerless helix is used in place of a traditional auger or screw since it will not “pack up” with material. By maintaining a consistent density of material, and very precisely controlling the rpm of the helix, very accurate amounts of difficult powders can be metered. It is critical that the helix turns at least 45 rpm and no faster than 200 rpm. Any screw type handling device discharges in a pulsing type flow because every flight pushes a given amount out of the housing. By turning at least 45 rpm this pulse is minimized. Lower speeds will produce the right amount of powder per minute, the correct amount per second is necessary. This is critical because the retention time of sand in a modern high speed mixer is usually only 2-5 seconds. Helix speeds above 200 rpm do not provide enough time for the material to react between the flights resulting in inaccurate and non-repeatable flows. The helix speed is kept in the correct range by selecting the correct diameter of the helix.

There is a multitude of liquid metering equipment available for foundry chemicals. Material compatibility must be established first and then the accuracy, repeatability, and durability of resin metering systems must be considered. The three main criteria



Orifice-based slide gate metering device (window guard removed for photo)

determining the equipment required for a given application are: output range, chemical density, and viscosity.

While it is important to maintain an accurate resin flow, an accuracy of less than plus or minus 1% of total flow isn't always necessary. While accuracies of 1/10 percent are certainly achievable with today's Coriolis flow meters, they may not always be justified because of the cost.

A close tolerance gear pump coupled with a properly designed drive system will result in consistent, repeatable delivery. There is no such thing as a positive displacement gear pump. There are fit tolerances in any gear style pump that must be maintained in order to allow the parts to move against each other. This is normally called slip – which is the amount of liquid that can bypass or slip past the gears. It is usually minimal, but is a consideration as lower cost pumps traditionally have more slip because it is less costly to manufacture to looser tolerances. Pump slip which, as a function of speed, is increased at lower speeds must be considered in the pump sizing design phase.

A pump turning at too high of a speed can result in cavitation and premature wear. Pump construction, size, and speed of rotation are very different depending on the liquid, flow rate, and viscosity.

Equally important in the pumping system is the drive. Maintaining an exact rpm is critical but maintaining the correct rotating speed per second is even more critical. If a system is designed with the wrong pump or drive for a given resin system, there is a very real possibility of a one minute calibration test showing repeatable flow but still having significant flow variation per second. DC motors with speed controls and AC VFD controlled motors are both proven to provide repeatable variable speed over a large speed range. PLC's with feedback from tachometers or flow monitoring devices can be used to control flow rates by adjusting the speeds of the motors.

Tachometers only measure the rpm's of the motor or pump while fluid monitoring devices actually measure the fluid flow rate. There are a number of fluid monitoring devices but the most commonly used are volumetric, (dual gear), mass flow (Coriolis), or magnetic (electrical conductivity). The outputs from all of these devices are then used to adjust the motor speed to achieve the desired speed or flow.

It is critical with any system to physically measure/verify chemical flows at the mixing chamber. Many times we see people relying on a rpm or display setting or checking flow using a 3-way valve right after the pump to assure correct flow. While these may be correct at most times, measuring at the mixing chamber is always correct. The fitting that goes into the chamber should be removed. Even if the hose going to the fitting is removed there is a very real possibility of the fitting being restricted in some way even if a system is equipped with purge air. A physical measurement should be regularly used to verify the accuracy of the flow even with installed meters occasionally.

The flow control system should always be equipped with a calibration timer to ensure the calibration cycle, (commonly 30 seconds) is always the same. There is a large percentage variation between 28 and 32 seconds which is common when calibrating by hand with a watch.

A high quality scale that is regularly calibrated is an important part of control. It needs to be durable enough to stand up to the foundry environment and accurate enough to assure measurement within the acceptable tolerance of the process.

For such a simple mixing machine, there can be a myriad of potential problems. Usually these problems are associated with improper maintenance or cleaning. Performing regular maintenance, calibration, and cleaning are critical to the production of quality molds and cores. It is much better to catch problems in the molding area or core room. The alternative is to discover mold/core related defects in the cleaning room or, worse, in the machine shop, or worse yet, as rejections from the customer. The amount of time spent maintaining and calibrating the mixer is infinitesimally small in comparison to the costs of neglecting to do this routinely.

By far, the majority of service calls we receive turn out to be simple plumbing issues. A properly designed pumping system with the supply above the pump (which provides a flooded suction), with the pump as the lowest point in the system, and the inlet to the mixer above the pump, but below the supply will produce accurate and repeatable performance. Regular replacement of hoses, fittings and piping will pay off many times in the long term.

It is not uncommon for hours or even days of production to be lost simply because of an internally collapsing hose, floating obstruction in piping, improperly rerouted hoses and the like.

Probably the most critical item in day-to-day reliability and consistency of production is the cleaning of the mixing chamber. It is only necessary to regularly clean the mixing blades, shaft, and discharge from the chamber. Cleaning should be performed every shift or day. It only takes a few minutes to clean a chamber on a regular basis. Whether by the shift, by the day, or by a certain number of operational hours, cleaning needs to be performed on a regular basis.

It is also important to never clean the inside of the mixing chamber unless replacing blades. There should be minimal clearance between the edge of the blade and the inside of the mixing chamber to assure all sand is mixed. As a blade wears, the lining is regenerated which maintains the minimum distance between the end of the blade and the inside of the mixing chamber.

The high speed continuous mixer is a critical component in the casting production process, and as such deserves and requires rigorous attention to detail.



*This article is a longer version of the article that originally appeared in the January 2014 issue of Foundry Management & Technology. Reprinted by permission of Penton Media, Inc.*

www.palmermfg.com

CHECK  
US OUT  
online

COOL IT MOLD IT  
MIX IT HANDLE IT  
CORE IT RECLAIM IT



800.457.5456



Booth #116

www.palmermfg.com

**PALMER**  
MANUFACTURING & SUPPLY, INC.

No-Bake Machinery and Systems

Made In USA 



www.palmermfg.com

Búsqúenos  
en  
internet

Enfríelo Moldéelo  
Mézclelo Muévalo  
Corazónelo Recupérelo



800.457.5456



Booth #116

[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)

**PALMER**  
MANUFACTURING & SUPPLY, INC.

No-Bake Machinery and Systems

Made In USA 

## Principios Básicos del Mezclado de Arena

ligante para obtener el resultado deseado en las piezas coladas al menor costo posible. Los productos químicos son un porcentaje elevado del costo de la pieza fundida. Un porcentaje bajo de resina reduce costos, facilita el proceso de recuperación de la arena y mejora la atmósfera de trabajo.

### Temperatura de la Arena

Es importante controlar la temperatura para mantener los niveles de productos químicos tan bajos como sea posible. El rango de temperatura preferido para la arena y mezcla de resina es de entre 85 y 95oF (29 y 35oC). El tiempo programado para sistemas autofraguantes fenólico uretánico (PUNB) se duplica o bien se corta a la mitad por cada cambio de 2oC en la temperatura de la arena. A menos que se tenga bien controlada la temperatura de la arena, la tasa de producción sufre. Aun si la franja de tiempo se reduce con catalizador adicional (costoso) la evaporación de los solventes sigue demorada debido a la baja temperatura de la arena que trae aparejado un mayor riesgo de defectos por gas atrapado.

Calentar la arena con un elemento tradicional de resistencia fluidizado puede ser costoso ya que el aire comprimido se encuentra fresco y consume por lo tanto energía para elevar la temperatura de la arena 10-15oC a los valores de caudal requeridos.

Este alto requerimiento de Kw. se puede sumar al consumo mensual de electricidad si es un sistema basado en demanda. Si bien la temperatura final es importante, su consistencia y repetibilidad lo es también. Los costos de inversión de capital de operación de calentadores de arena correctamente dimensionados son altos, pero usualmente pueden justificarse con la baja de consumo de resina, aumento del nivel de producción, menor descarte de moldes/corazones y un producto más consistente.

### Temperatura de la Resina

El control de la Temperatura de la Resina es importante para una medición consistente y un mezclado óptimo. Algunos productos químicos experimentan un aumento significativo en su viscosidad cuando baja la temperatura. Este aumento de viscosidad puede enlentecer la velocidad de las bombas de desplazamiento positivo disminuyendo el caudal de esa sustancia. Esta disminución de caudal en la cámara de mezcla que procesa arena por el lapso de 1 a 3 segundos puede ser suficiente para dificultar la distribución uniforme de los químicos en la masa de arena.

Las respuesta normal para resinas frías es instalar un calentador de tambor o lámparas calentadoras. Aunque son útiles, pueden ser problemáticos; si se los deja



**Jack Palmer**

Owner

Palmer Manufacturing

[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)



**Ken Strausbaugh**

Technical & Testing

Manager

[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)



### Puntos sobresalientes del Artículo:

1. **Cómo controlar la temperatura de la arena.**
2. **Cómo controlar la temperatura de la resina.**
3. **How to meter materials.**

El mezclado de cualquier material o de una combinación de ellos se acompaña con movimiento del material contra sí mismo. La mezcladora, independientemente de su diseño o de los materiales a reunir, solamente existe para lograr una distribución uniforme de los componentes. Sin importar si se mezcla concreto, polímeros, líquidos, polvos o arena de sílica con distintos agregados químicos, el propósito de la mezcladora consiste en revolver a los materiales contra sí mismos.

En nuestra industria mezclamos arenas con muy pequeñas cantidades de diferentes ligantes químicos, con propiedades distintas y variables. La arena que sale de la cámara primero obviamente no es la misma que sale unos pocos segundos detrás, no hay nada que se contraponga al avance de la primera arena. Con la tecnología actual (temporizadores, caudalímetros, sistemas de válvulas), no podemos alejarnos de esta premisa básica; buscando que la primer arena sea usable y que sea exactamente igual que la arena que le sigue detrás.

Es un proceso sencillo tomar los 1 ó 2 segundos de arena que sale de la mezcladora y colocarla en los moldes tan pronto como se cubre el patrón. Un operador de mezcladora motivado y entrenado adecuadamente desperdiciará muy poca arena.

El propósito de la mezcladora continua es producir un molde o corazón de calidad usando la cantidad justa de



Air assisted jet assembly removed from the mixing chamber for physical calibration.

demasiado tiempo o a muy alta temperatura, las características de la resina pueden cambiar drásticamente. Las velocidades de transferencia de calor relativamente lentas de los productos químicos en un tambor previenen el calentamiento uniforme de los contenidos completos. Los químicos cerca de la pared pueden sobrecalentarse mientras que en el centro del tambor se mantiene la temperatura original. Alta temperatura en una porción del fluido en el contenedor puede provocar evaporación del solvente o el progreso de la resina. Con este método de control de la temperatura pueden variar el comportamiento, viscosidad y características de medición de los químicos.

Un método mejorado de control de temperatura usa una bomba de recirculación exclusiva toma el químico del fondo del contenedor, lo hace pasar a través de un dispositivo de calentamiento en línea y lo devuelve a la parte superior del contenedor. Este sistema mantiene los químicos dentro del contenedor a la misma temperatura en todo momento. Los agregados a este contenedor no pueden nunca ser más del 25% del tamaño del tanque para permitir que el sistema de calentamiento se recupere tan rápidamente como sea posible mientras está producción .

Las tuberías de distribución a la mezcladora deben incluir válvulas divisoras ubicadas tan próximas a las entradas a la mezcladora como resulte práctico para mantener la Temperatura de la Resina en todo el recorrido hacia la mezcladora.

## Diseño de la Mezcladora

Una mezcladora continua de arena de alta velocidad diseñada apropiadamente requiere una cumplir con unos criterios. Aunque una mezcladora es un mecanismo muy simple en sí misma, se precisa una gran cantidad de tecnología para resultados óptimos.

La eficiencia del Mezclado depende del tiempo de retención, velocidad en la punta de la cuchilla, espesor de la arena en el interior de la cámara y potencia.

## 1. Tiempo de Retención

Si la mezcla está en la cámara por un periodo muy corto de tiempo, hay riesgo potencial de moldes/corazones débiles, manchas, pelotas de resina, etc. como resultado de una dispersión inadecuada de los productos químicos. Si el tiempo de residencia es demasiado largo, puede que se exceda el tiempo de la mezcla y/o el calentamiento de la mezcla. Cualquiera de ellos puede producir el quiebre de la arena provocando corazones o moldes quebradizos. Cada aplicación es diferente en relación al tipo de arena, forma, análisis de malla, aditivos secos a la arena y propiedades físicas y químicas. Tiempos de retención mayores traen como resultado un postflujo de pequeñas cantidades de arena. Se requiere una evaluación adecuada de cada aplicación particular para optimizar el tiempo de retención.

## 2. Velocidad medida en la punta de la cuchilla

El tiempo de retención se controla mediante el ángulo de la cuchilla y las rpm (velocidad en la punta de la cuchilla). Se determina el diseño a partir de ensayos cuidadosos junto con el historial de mediciones de resultados. Algunos sistemas funcionan mejor con baja velocidad/larga retención, mientras que para otros sistemas puede funcionar lo opuesto.

La combinación de variantes de tres ángulos de cuchillas diferentes; 45o hacia delante, 0o y 45o inversos, pueden mezclar de manera eficaz virtualmente cualquier arena en una mezcladora continua. Deben evitarse las cuchillas roscadas de distancia variable ya que se aflojan, toman mayor tiempo para su instalación y dan lugar a la posibilidad de desalinearse.

Se logra usualmente un mezclado centrífugo satisfactorio con velocidades en punta de cuchilla de entre 1,250 y 2,500 pie/min (6,35 – 12,7 m/s) en una mezcladora de longitud práctica. A esta velocidad, la mezcla de arena/resina se frota activamente contra sí misma en una capa periférica a lo largo de la pared de la cámara de mezcla.

## 3. Espesor de la arena en el interior de la cámara

Hay una cantidad mínima y una máxima de cantidad de arena que puede mezclarse eficientemente para un tamaño dado de mezcladora. Poca arena hace que no haya suficiente masa para reunir. Demasiada arena provoca que la arena en la porción de la pared interior no se roce a la misma velocidad.

## 4. Potencia

Debe disponerse de potencia suficiente para mantener una velocidad consistente en la cuchilla. Mientras en muchos casos pueden usarse los motores standard con 890, 1150 y 1750 RPM, pueden usarse motores de frecuencia variable (VFD) para lograr una velocidad óptima para una combinación de producción, sistema de resina y arena (tamaño de grano, forma y análisis de malla). Usualmente

deben evitarse los diseños con caja de velocidad y/o correas de transmisión ya que son complicaciones mecánicas innecesarias y costosas.

## Medición de los Materiales

La precisión y repetibilidad del agregado de material es crítico. El mismo libre flujo de arena es crítico para asegurar un caudal consistente en el proceso autofraguante. El agua es el beso de la muerte – tan poco como un 0.2% de humedad en la arena alterará el caudal de la arena de forma masiva. También inhibirá la acción química de los agregados.

La arena por su naturaleza no se deja medir con precisión en comparación a los niveles que se alcanza con los líquidos. Un sistema de medición de orificio fijo es óptimo para la arena. Si se utiliza una compuerta deslizante, debe ser un agujero, no una placa que impacta en un freno ajustable. El orificio fijo permite un flujo regular y repetible de arena hacia la cámara. Las mezcladoras articuladas con un diseño de compuerta medidora “Dam gate” debe tener un soporte rígido bajo la correa para mantener la relación entre la parte inferior de la compuerta y la parte superior de la correa tan consistente como sea posible.

Los polvos finos que a veces se requieren para un acabado superficial o metalúrgico necesitan una dispersión uniforme. Estos polvos son usualmente muy difíciles de medir ya que tienen la tendencia a aglomerarse y formar huecos. Hay algunos que llegan a tener un ángulo negativo de reposo.

La mejor tecnología disponible para medir pequeñas cantidades precisas de estos polvos es un diseño helicoidal sin centro de manguera de pared flexible. La tolva de material uretánico se “masajea” externamente lo cual mantiene al polvo activo y con una densidad consistente alrededor de la hélice sin centro; esta hélice se usa en reemplazo del tradicional tornillo tipo auger ya que no se “empaca” con material. Al mantener consistente la densidad del material y muy preciso el control de los rpm de la hélice, pueden medirse de manera precisa cantidades de polvos difíciles. Es crítico que la hélice rote al menos a 45 rpm y a no más de 200 rpm. Cualquier dispositivo de descarga de tipo tornillo mueve el material de manera pulsante ya que cada descarga empuja una cantidad determinada fuera del alojamiento. Al funcionar a por lo menos 45 rpm este pulso se minimiza. Velocidades menores producirán la cantidad correcta de polvo por minuto, se necesita la cantidad correcta por segundo. Esto es crítico debido a que el tiempo de retención de la arena en una mezcladora moderna de alta velocidad es usualmente se sólo



Orifice-based slide gate metering device (window guard removed for photo)

2-5 segundos. Velocidades de hélice por encima de 200 rpm no dan al material tiempo suficiente para reaccionar entre entregas dando como resultado un flujo de material impreciso y no repetitivo. La velocidad de la hélice se mantiene dentro del rango correcto al seleccionar el diámetro apropiado de la hélice.

Hay gran cantidad de equipos de medición disponibles para productos químicos líquidos para fundición. Primero debe establecerse la compatibilidad de los materiales y luego considerar la precisión, repetitividad y durabilidad de los instrumentos de medición de resinas. Los tres criterios determinantes al elegir el equipamiento requerido para una aplicación dada son: rango de entrega, densidad y viscosidad del compuesto.

Si bien es importante mantener un caudal de resina preciso, no siempre se necesita una precisión de más/ menos 1% del caudal total. Una precisión de 1/10 por ciento ciertamente se obtiene con la tecnología de hoy día en caudalímetros por Coriolis, aunque no siempre se justifica por su costo.

Una bomba de engranajes de tolerancia ajustada acoplada a un sistema impulsor de diseño adecuado resultará en un caudal de entrega consistente y repetible. No existe una bomba de engranajes que sea de desplazamiento positivo. Hay tolerancias de encastrado en cualquier bomba de tipo engranaje que deben mantenerse para permitir que las partes se muevan una contra otra. Esto normalmente se llama slip – es la cantidad de líquido que hace bypass o desliza más allá de los engranajes. Usualmente es mínima, pero es una consideración a tener en cuenta ya que las bombas de bajo costo tradicionalmente tienen más slip o pérdidas, ya que es menos costoso para el fabricante holgar las tolerancias. Debe considerarse el slip de la bomba que, como función de la velocidad, aumenta a menores velocidades, en el momento de diseñar la bomba.

Una bomba rotando a una velocidad demasiado alta puede cavitarse y resultar en desgaste prematuro. La construcción de la bomba, tamaño y la velocidad de la

rotación son muy diferentes dependiendo según tipo de líquido, caudal y viscosidad.

Igualmente importante en el sistema de bombeo es el motor. Mantener exactas las rpm es crítico pero mantener la velocidad de rotación correcta por segundo es aún más crítico. Si se diseña un sistema con el impulsor o bomba mal dimensionados para el sistema dado de resina, es muy probable que una calibración cuyo ensayo mostró resultados repetibles de flujo por minuto aún tenga variaciones significativas por segundo. Los motores de corriente directa con control de velocidad y los motores de corriente alterna con Variador de frecuencia VFD están probados para entregar una velocidad variable repetible en un amplio rango de velocidades. Pueden usarse PLCs con retroalimentación de tacómetros o dispositivos caudalímetros para controlar los caudales ajustando la velocidad de los motores.

Los tacómetros solamente miden los rpm del motor o bomba mientras que los dispositivos de monitoreo de fluidos realmente miden la velocidad del flujo del fluido. Hay cantidad de dispositivos de monitoreo de caudal pero los más usados son volumétricos (engranado dual), de flujo másico (Coriolis) o magnético (conductividad eléctrica). Los resultados de salida de todos estos dispositivos se usan entonces para ajustar la velocidad del motor para lograr la velocidad o caudal deseados.

Es crítico con cualquier sistema medir/verificar físicamente los caudales de químicos en la cámara de mezcla. Muchas veces vemos que las personas confían en una lectura de un valor configurado o de rpm o bien verifican el caudal usando una válvula de 3-vías justo luego de la bomba para asegurar el caudal correcto. Mientras que la mayoría de las veces será correcto, la medición en la cámara de mezcla siempre es correcta. Debe quitarse el accesorio de la cañería que va hacia la cámara, aun si se quita la manguera que va al conector, hay posibilidad real de que este accesorio esté restringido aún si el sistema se equipa con aire de purga. Debe usarse una medición física con periodicidad para verificar la precisión del caudal.

El sistema de control del caudal debe equiparse siempre con un temporizador de calibración para asegurar que el ciclo de calibración, (usualmente 30 segundos) sea siempre el mismo. Hay una gran variación porcentual entre 28 y 32 segundos, lapso que es común cuando se utiliza un reloj para calibrar a mano.

Una medición de alta calidad que se calibra regularmente es una parte clave del sistema de control. Necesita ser lo suficientemente durable soportando la atmósfera de trabajo de una fundición y a la vez lo suficientemente precisa para asegurar una medición dentro de una tolerancia aceptable para el proceso.

Para una máquina tan sencilla como un a mezcladora, podría haber miles de problemas potenciales. Usualmente estos problemas se asocian con mantenimiento o limpieza inadecuados. Es crítico realizar mantenimiento, calibración y limpieza a intervalos regulares para una producción de moldes y corazones de calidad. Es mucho mejor atajar los problemas en el área de moldeo. Sino la alternativa es descubrir los defectos relacionados con un mal molde o corazón al limpiar la pieza o, peor, al mecanizar, o aún peor, que vuelva como rechazo del cliente. La cantidad de tiempo dedicado al mantenimiento y calibración de la mezcladora es infinitesimal en comparación con los costos de negligencia en hacerlo rutinariamente.

Por mucho, la mayoría de los casos de service que nos piden resultan ser simples inconvenientes de cañerías. Un sistema de cañerías adecuadamente diseñado con la carga de alimentación por encima de la bomba (lo cual provee una buena succión), con la bomba como punto más bajo del sistema y la entrada a la mezcladora sobre la bomba, pero debajo de la descarga de la alimentación, producirá un rendimiento preciso y repetible. Cambiar regularmente mangueras, cañerías y accesorios, resultará mucho más económico a largo plazo.

No es inusual que se pierdan horas o incluso días de producción sencillamente debido al colapso interno de una manguera, obstrucción en cañerías, mangueras inapropiadamente desviadas y cosas por el estilo.

Probablemente el elemento más crítico para la producción confiable y consistente día a día es la limpieza de la cámara de mezcla. Solamente es necesario realizar una limpieza regularmente de las cuchillas, eje y la descarga de la cámara. La limpieza debe hacerse con cada turno o cada día. Solamente toma unos pocos minutos limpiar la cámara regularmente. Ya sea una vez por turno o una vez al día, o luego de determinada cantidad de horas de operación, se necesita hacer limpieza de manera regular.

También importante es nunca limpiar el interior de la cámara de mezcla a menos que se estén reemplazando las cuchillas. Debe haber una holgura mínima entre el filo de la cuchilla y el interior de la cámara de mezcla para asegurar que toda la arena se mezcla. Cuando la cuchilla se va desgastando, el recubrimiento se regenera lo que mantiene una mínima distancia entre el final de la cuchilla y el interior de la cámara de mezcla.

La mezcladora continua de alta velocidad es una componente crítico en el proceso de producción de piezas fundidas y como tal merece y requiere una atención rigurosa a sus detalles.



**Dr. R. L. (Rod) Naro and  
Dave C. Williams**

ASI ASI International, Ltd.  
www.asi.com



### Article Takeaways:

1. Slag formation and casting defects.
2. Slag buildup in coreless induction, channel and pressure pour furnaces.
3. All about slag additives and fluxes (and why 'more' is not always better!)

**Introduction:** During the past 30 years, the melting methods and associated molten metal-handling systems used by the U.S. foundry industry have changed significantly. Further, the quality of metallic scrap and other iron-unit feed stocks has steadily deteriorated. The result: slag generation and slag related melting problems have become widespread issues in recent years. A search of the foundry technical literature about slag control and buildup from the past 30 years finds only a handful of articles.

A new sodium-bearing flux (to be referred to as Na-BF) has been developed that controls and minimizes buildup in pouring ladles, melting furnaces, pressure pour furnaces and magnesium converter vessels without adverse effects on refractory linings. Na-BF has extended the refractory life of coreless induction furnaces by up to 60% and can significantly reduce the incidence of casting slag and/or dross inclusions.

**Slag Formation:** The formation of slags in the melting of ferrous metals in the foundry is an inevitable process. The composition of slag varies with the process used and the type of iron or steel

being melted. The cleanliness of the metallic charge, often consisting of sand-encrusted gates and risers from the casting process or rust-and dirt-encrusted scrap, significantly affects the type of slag formed during the melting operation. Additional oxides or nonmetallic compounds also can be formed when liquid metal is treated with materials to remove impurities (deoxidation) or to change the chemistry of the system (inoculation and nodulizing). Because these oxides and nonmetallics are not soluble in iron, they float in the liquid metal as an emulsion. This emulsion of slag particles remains stable if the molten iron is continuously agitated, such as in the case of the magnetic stirring inherent in induction melting. Until the particle size of the nonmetallic increases to the point where buoyancy effects countervails the stirring action, the particle will remain suspended.

When flotation effects become great enough, nonmetallics rise to the surface of the molten metal and agglomerate as a slag. The use of fluxes accelerates this process. Failure to remove these emulsified slag particles may lead to costly slag inclusions or dross in castings.

**Casting Inclusions:** Casting scrap originating from slag or dross carry-over is often one of the leading causes of defective gray and ductile iron castings. Several foundries and consultants have stated that slag or dross defects ranks at or near the top in morning scrap meetings.

After informally surveying numerous gray and ductile iron foundries over the past half-dozen years, ASI has also found that most foundries rank slag or dross inclusions as one of the main causes of costly casting scrap. In many cases, the slag was never thoroughly removed from the melting furnace and was transferred directly into pouring ladles or pressure pour vessels. The slag that originates in the melting furnace and pouring vessels is in an "emulsified state" and in most cases, there is insufficient time available for these emulsified or insoluble particles or agglomerates to coalesce and "float to the surface" where upon they can be skimmed off and removed.

Many times these defects are referred to as dirt, dross, slag or other foreign substances that are

imbedded in the surface, or just under the surface. Since the castings are either gray or ductile iron, weld repair is usually out of the question. Even more problematical is that these defects show up in the cleaning room, after costly in-foundry processing has already been applied.

**Furnace Refractory Buildup:** In some instances, oxides may have a lower melting point than the prevailing metal temperature, and a liquid slag is formed. In other cases, where the oxides have a higher melting point than the metal temperature, a dry, solid slag is formed.

When a previously formed slag makes contact with the refractory lining of a furnace wall or other areas of the holding vessels that are colder than the melting point of the slag, the slag is cooled below its freezing point and adheres to the refractory lining. This adhering material is called buildup. High-melting point slags are especially prone to promoting buildup. If not prevented from forming or not removed as it forms, slag will reduce the efficiency of the metal handling system.

Three important physical characteristics of slags are melting point, viscosity and wetting ability. Generally, a slag should remain liquid at temperatures likely to be encountered during melting, metal treatment, or metal handling. The viscosity of the slag needs to be such that removal from the metal surface is easy and at the same time, a fluid slag of low melting point promotes good slagging reactions and prevents buildup in channel furnace throats and loops as well as coreless furnace side walls. In electric furnaces and pressure pour furnaces, slags must have a high interfacial surface tension to prevent refractory attack and to facilitate their removal from the surface of the molten metal.

**Slag Composition:** The composition of furnace and ladle slags is often very complex. The slags that form in electric furnace melting result from complex reactions between silica (adhering sand on casting returns or dirt), iron oxide from steel scrap, other oxidation byproducts from melting, and reactions with refractory linings. The resulting slag will thus consist of a complex liquid phase of oxides of iron, manganese, magnesium and silicon, silicates and sulfides plus a host of other compounds, which may

include alumina, calcium oxides and sulfides, rare earth oxides and sulfides, and spinels and fosterites.

## Melting Methods

**Coreless Induction Furnaces:** The coreless induction furnace is a refractory lined vessel with electrical current carrying coils that surround the refractory crucible. A metallic charge consisting of scrap, pig iron and ferroalloys typically are melted in this vessel. When electrical current from the coils is passed through the charge, a magnetic field is formed. The field creates thermal energy, which melts the charge. The magnetic currents in the molten metal cause an intense stirring action, thus ensuring a homogenous liquid. During the melting process, slag, non-metallics and insolubles are generated from oxidation products, dirt, sand, and other impurities from the scrap, erosion and wear of the refractory lining, oxidized ferroalloys, and other sources. Sometimes, the term “dross” is also used to describe these insoluble by-products of the melting process. These nonmetallics remain in the liquid metal as an emulsified slag until they increase in size and buoyancy. Once the nonmetallics coalesce into a floating mass on the liquid metal they can be removed. The slags normally are deposited along the upper portion of the lining or crucible walls (above the heating coils) in a coreless induction furnace. Figure 1 shows typical slag buildup in a coreless induction-melting furnace.

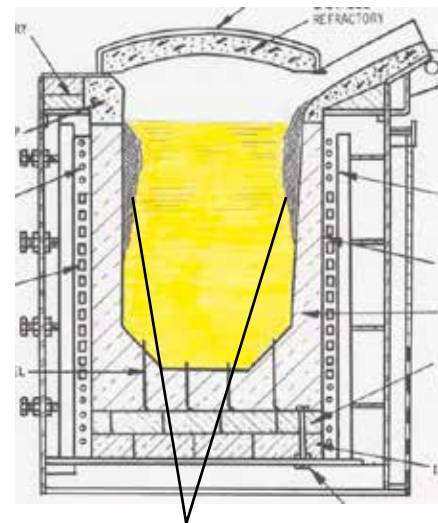


Figure 1: Typical Slag Build Up in a Coreless Induction Furnace

The areas of slag deposits are at a much lower temperature than the center of the furnace walls. Slag also is deposited in areas midway down the the crucible lining, where insufficient metal turbulence from magnetic stirring occurs.

**Channel Furnaces:** Another type of induction melting furnace is the channel furnace. The channel and the coreless induction furnaces mainly differ in the placement of the induction coil and the metal bath. In a coreless furnace, the coil completely surrounds the crucible. In a channel furnace, a separate loop inductor is attached to the main crucible, which contains the major portion of the metal bath. A vertical channel furnace may be considered a large bull ladle or crucible with an inductor attached to the bottom. Figure 2 shows how slag accumulates over time in the bottom inductor loop or throat area

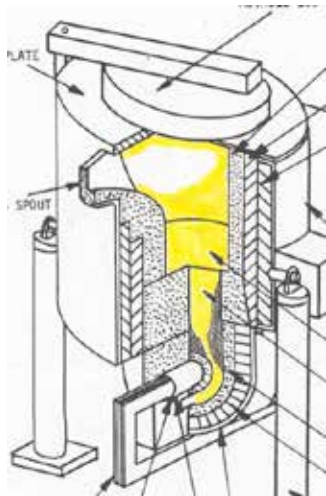


Figure 2: Slag Build-up in Inductor throat of Vertical Channel Furnace

When this happens, insufficient metal flow through the inductor loop hampers heat transfer and interferes with the melting operation. It is very difficult to remove accumulations of slag from the inductor loop or throat area. Often, a furnace operator will attempt to insert a steel rod or green wooden pole into the throat area even though accessibility is often severely limited. It almost appears that the designers of these furnaces didn't give much consideration to slag generation and its removal. When significant accumulations of buildup cannot be removed, the furnace is taken out of operation and a newly refractory lined inductor is installed. Typically, inductor life may be as long as 18 months, however, if slag buildup occurs, the useful life may be reduced to only a few months - and in some cases, a few weeks.

**Pressure Pour Furnaces:** Pressure pour furnaces are sealed holding furnaces normally blanketed with a nitrogen atmosphere and have an induction coil attached to the bottom. Pressure pour furnaces are designed to hold liquid metal at a constant temperature for short or extended periods of time such as over a weekend or longer. They are widely used in the processing of magnesium treated ductile irons. When the furnace is pressurized, a stream of molten metal exits the vessel for mold filling. These furnaces are not designed to melt metal. Circulation of liquid metal through the inductor throat or loop provides the heating of liquid metal to keep a constant temperature in the furnace. As in a vertical channel furnace, slag often builds up in the inductor loop and throat areas (Figures 3). Slag buildup also occurs along the side-walls, effectively reducing the capacity of the vessel. Additional buildup in the fill siphon and pour siphon areas restricts metal flow rates into and out of the vessel.

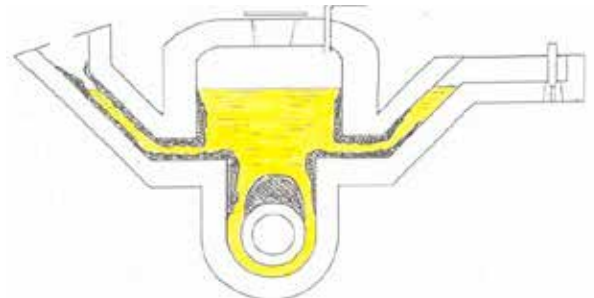


Figure 3: Traditional throated pressure pour vessel showing slag build-up in (black cross hatched)

When this happens, the inductor will have to be replaced, since it is extremely difficult, if not impossible, to remove the buildup. Attempts to modify the inductor with a throatless inductor (Figure 4) When this happens, the inductor will have to be replaced because it is extremely difficult, if not have been only partially successful in eliminating buildup.

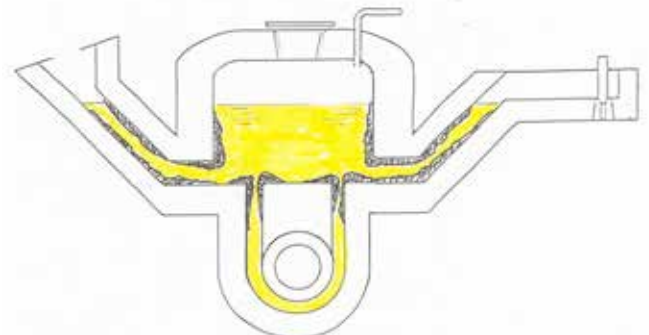


Figure 4: Throatless pressure pour vessel showing slag build-up in (black cross hatched)



Depressurizing the pressure pour vessel and removing the top hatch for cleaning allows additional air to enter the vessel. This increases metal oxidation and worsens buildup problems. To remove the buildup for restoring electrical efficiency, it must be scraped from the side walls and inductor throats. If the buildup is hard, it is very difficult to remove. If the buildup is soft, then it is possible that routine maintenance (scraping the sidewalls and rodding the inductor throat area with a metal tool or green wood pole) can minimize accumulations. When the buildup becomes severe, power factor readings and the efficiency of the pressure pour drops dramatically.

Slags and dross from the electric melting methods detailed above, if not totally removed at the melting furnace, will be transferred to the metal pouring ladles. Because the walls of the pouring ladle are much cooler than the furnace refractory lining, slag buildup is inevitable. The task of continually keeping the pouring ladles clean requires a significant amount of labor. Failure to do so may result in costly casting scrap from slag inclusions.

Slag and dross formation are usually very troublesome problems in the production of ductile irons. Buildup occurs initially in treatment ladles and then may continue in downstream holding vessels. Buildup is also a major problem in ductile iron treatment vessels utilizing the pure magnesium process and in the using flow-through process.

Slag buildup in ductile iron treatment ladles is a very common problem at ductile iron foundries. Buildup reduces ladle volume and likewise results in lower productivity. The inability for dispersed slag particles and other emulsified slag droplets to float out in the slag may lead to carry over into downstream metal holding vessels, leading to inductor in-efficiencies.

The pressurized magnesium converter process is very susceptible to buildup of MgO and MgS reaction byproducts. In addition, rare earth oxides and sulfides may also form. In large converter vessels, 8 to 12 inches of buildup on inter-cylindrical surfaces may accumulate over in just a few days, necessitating converter replacement and re-lining. Premature chamber plate failure due to slag buildup may also result, again necessitating costly replacement.

The flow-through process utilizes a refractory-lined reaction chamber. The reaction chamber is filled with a nodulizing alloy such as magnesium ferrosilicon. Slag and dross buildup often occurs in the reaction flow-through chamber. It tends to clog the opening of the chamber as well as the exit hole.

**Slag Additives and Fluxes:** Additives to the melting process that ensure that slags have a melting point below the coldest temperature in the system are called fluxes. The fluxes prevent slags and other insolubles from freezing on the cooler refractory surfaces. The use of a flux usually ensures floatation of the emulsified oxides and reduces the melting point of the slag to below the lowest temperature encountered in the melting furnace and associated liquid metal handling system.

Fluxes are widely used throughout the basic steel industry, and their extensive use is considered a science. In the foundry industry, however, there has historically been a reluctance to use fluxes. Improper use of fluxes can rapidly erode refractory furnace linings, especially if potent fluxes are used. More often, though, operator error causes problems with fluxes. The saying of “if a little works well, then a lot should work better” doesn’t necessarily apply. Doubling or tripling the amount of recommended flux additions can result in reduced lining life, especially with highly reactive fluxes. Meanwhile, refractory suppliers have convinced foundrymen that use of any flux will greatly shorten refractory life, often without having any knowledge of the chemistry or potency of the flux.

Some fluxes can reduce refractory life, but if a flux is carefully engineered for specific applications and used properly, reduced refractory life isn’t an issue. Na-BF fluxes meet these criteria. In fact, some users of Na-BF have reported increased refractory life that is the result of reduced slag buildup. Improved refractory life associated with using Na-BF fluxes results from reductions in chipping and other sources of mechanical damage to the lining that are the result of slag buildup.

Fluxes lower the melting temperature of slags. If the slag formed is viscous and has an affinity to adhere to the furnace side walls, a fluidizing flux can significantly reduce this tendency. The type of

flux required will depend on the specific operation. Great care must be exercised when using a flux because overzealous use may result in undesirable reactions with the furnace refractory lining.

Fluxes are compounds that are added to molten irons and steels principally to decrease the fusion or melting temperature of the slag. Fluxes undergo complex reactions with slags at elevated temperatures. Fluxes will generally dissociate into alkaline metal oxides that disrupt the silica space lattice structure of most slags. By disrupting the bonds of the three-dimensional space lattice, fluxes typically reduce slag viscosity. Fluxes also affect the surface tension of slags. Further, fluxes allow for the coalescence of low melting point slag droplets that otherwise may become emulsified in the liquid metal bath of high frequency induction furnaces.

Iron and steel fluxes containing alkali elements also aid in sulfur reduction and removal. Flux additions provide a nonmetallic liquid to absorb extraneous impurities; they help produce a liquid slag of absorbed nonmetallics, providing the slag is sufficiently low in viscosity at existing furnace operating temperatures. Fluxes also modify slags so they will separate readily from iron and facilitate the removal of nonmetallics. A flux addition primarily aids in the removal of silica and metal oxides, such as MgO and rare earth oxides, all of which have a relatively high melting point. The high melting point of these nonmetallic materials fosters the formation of a viscous or a pasty constituent in electric melting furnaces.

The viscous nonmetallics can negatively affect coreless, channel and pressure pour furnaces. For instance, they can cause slag formations on the furnace and/or inductor walls. The adhesions interfere with melting, thereby decreasing furnace efficiency. Many of the materials in the slag are acidic. The acidity interferes with the absorption of sulfur. As a result, most cupola fluxes are basic, such as dolomitic limestone and other lime and limestone-containing materials are used to neutralize this acidity.

Fluorspar, a calcium fluoride mineral ( $\text{CaF}_2$ ), is a powerful supplemental fluxing agent that is commonly used in small proportions with limestone and lime to improve slag fluidity. Fluorspar, though effective, has serious disadvantages. Fluorspar is a

very aggressive flux and works extremely well in integrated steel mill as well as cupola operations. But the overzealous addition of fluorspar or fluorspar containing fluxes to electric melting furnaces results in severe lining erosion. In addition, as fluorspar decomposes in the furnace, it releases highly reactive gaseous fluorides. In electric melting operations with emission control systems that use fiberglass bags as a filtration device, the gaseous fluorides attack the glass fibers.

Other supplemental fluxes may include sodium carbonate, calcium carbide, borates, olivines, sodium chloride (rock salt), calcium aluminates, and ilmenite. Again, overzealous use of any of these supplemental fluxing compounds can cause refractory attack.

Within the past year, a new, proprietary flux based on sodium oxide (Na-BF) has been developed for use in electric melting furnaces, pressure pour furnaces, ladles, and certain ductile iron treatments. Na-BF provides excellent fluxing action comparable with that of fluorspar, however, it is not aggressive toward furnace linings and is environmentally friendly - no fluoride emissions result. This new flux is available in 20-gram and 50-gram sizes for ease of use. The addition of 1 pound to 2 pounds per ton of molten metal is sufficient to cleanse the metal, remove slag and prevent buildup of slag and other insolubles on furnace walls and on channel furnace and pressure pour inductors. Figure 5 illustrates the shape and size of the new flux.



Figure 5: Illustration of Na-BF sodium oxide-based electric furnace and pressure pour flux.

**Production Results:** Presently, several hundred foundries in the United States and overseas are using Na-BF fluxes to solve buildup problems and slag-related casting defects in coreless induction

furnaces, channel furnaces, pressure pour furnaces, Fisher converters, and ductile iron treatment ladles. The experiences and case histories of many of these foundries that were experiencing buildup and reduced furnace refractory life are documented as white papers and can be accessed by a Google search for “Slag Buildup, Induction melting”.

In addition to solving troublesome buildup problems in melting furnaces, Na-BF has become a very effective means of keeping ladles clean and reducing casting slag defects. The following case histories are but a few examples of successful use of Na-BF in combating slag defects and keeping ladles clean.

**Slag/Dross Inclusion Elimination:** Foundry A melts both gray and ductile iron in several large channel and coreless melting furnaces. Foundry A melts roughly 160 tons per day of both gray and ductile iron, producing a broad range of castings weighing from 50 lbs to several tons.

Prior to using Na-BF, total casting scrap due to slag had been running close to 1.26% on average, in spite of using filters on almost every casting. Alternately switching from ceramic foam to pressed then to extruded filters, and back showed no reduction in scrap rates associated with “dross or slag”.

In mid-September of 2012, Foundry A started to use Na-BF, adding just 1 pound (5 pounds) per ton of metal in every 5-ton ladle, and quickly found that the incidence of defects associated with slag dropped to roughly 0.43%, a 65% reduction. In mid-October, Foundry X ran out of Na-BF, and almost immediately, casting scrap dramatically increased to pre- Na-BF levels. Upon re-ordering Na-BF and adding it at the same 5 pounds of Na-BF to each and every 5 ton ladle, scrap rates associated with slag again plummeted. The reduction in slag related casting scrap that Foundry A achieved 5 months of using Na-BF are shown in Figure 6.

Foundry A continues to use Na-BF on a daily basis to each and every ladle and has realized an estimated annual savings of over \$500,000 per year! During calendar year 2013, overall slag defects have averaged 0.38% of total production and Foundry A is continuing to make improvements in its melting and metal handling systems to reduce slag related defects even further.

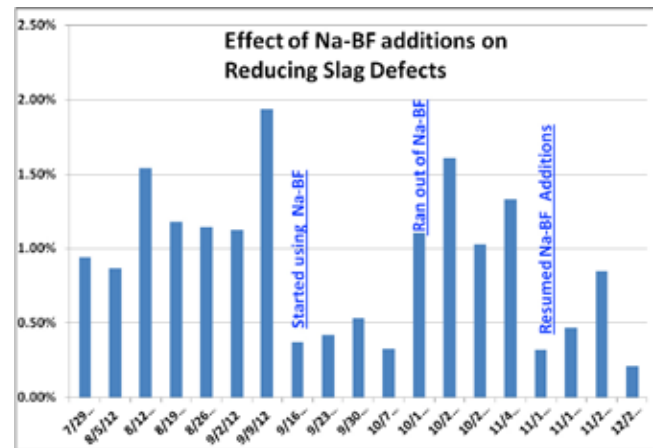


Figure 6: Effect of adding Na-BF on reducing slag defects

Foundry B is a Japanese automotive foundry that was experiencing high casting scrap rates due to dross and inclusions. Foundry B produces mainly camshafts and exhaust manifolds. Melting is accomplished in coreless induction furnaces. For cost reasons, Foundry B could only use 2% of their own machine shop generated turnings and had a goal of using up to 12%. However, if the percentage of turnings increased to over 2%, casting inclusions and dross became issues, even though Foundry B used filters on all molds. Foundry B was introduced to Na-BF after reading trade magazines. By using 1 pound of Na-BF per ton of the charge, Foundry B now consumes 12% of their own generated turnings. Scrap rates due to dross and inclusions are plummeted to essentially zero!

Foundry C is a European Steel foundry pouring high chrome, wear resistant castings. Na-BF is used in the ladle at an addition rate of ½ lb per ton. Ladle lining is a monolithic lining material. Ladle sizes are 700 kg to 2 tonne (1543 to 4409 lbs) bottom pour and 300 kg to 800 kg (661 to lbs) tea pot pour units. Pouring temperatures are 1680 - 1700°C (3056 to 3092oF). Lining life of the ladle has now been extended from approx 40 melts to 80 to 100 melts before replacement is required. Bottom pour ladles have had improved stopper life from 3 to 5 taps to 20 taps in most cases. Stopper leakage is now almost non-existent, from 8 out of 10 showing some leakage at some time during their life, and this has been reduced to now only about 1 in 10, resulting in a much safer working environment.

Because of cleaner steel, Sharpy impact test results have seen a significant change. From average readings of approx 25 ft-lbs prior to Na-BF ladle additions, impact properties have improved to 70 ft-lbs, although no noticeable differences in tensile properties have been noted.

Foundry D is an international ductile iron foundry that was seeking a method to extend the service life of their ladles. The foundry was also seeking a method to keep the tundish pocket clean and reduce the usage of magnesium ferrosilicon.

After 8-16 hours of production, a 1 ton Tundish Treatment Ladle showed significant buildup in the treatment pocket and side walls. (see Figure 7 below)



Figure 7

After 5 treatments with Na-BF briquettes, the pocket has been restored and the ladle side walls are free of slag. (see Figure 8 below)

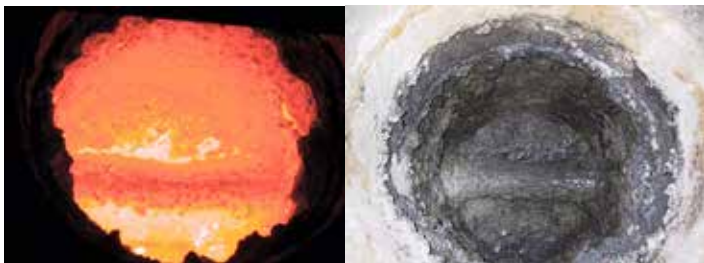


Figure 8

Ladle Refractory was an 85% Alumina Low Moisture Castable with backup insulation. Prior to using Na-BF, service life was 8-16 hours of production before the ladle was removed from service for pocket cleaning.

Adding just 1 lb. (0.45 kg) of Na-BF to each ladle (placed on top of the cover steel) cleaned the ladle and extended the service life of the ladle to 72 hours.

This foundry experienced;

- Improved Metal Cleanliness and Ladle Refractory Cleanliness -
- Reduced Labor Costs – reduction of chipping and patching of Ladle pocket and walls
- Increased Production – Longer service life of treatment ladle as the pocket maintained its volume.
- Reduced Material Costs – Less refractory patching, extended campaigns from ladle refractories.
- Improved Magnesium recoveries and reduced magnesium ferrosilicon consumption.

Conclusions: The incorporation of 1 pound to 1.5 pounds of Na-BF has improved the inductor life of pressure pour furnaces and coreless induction furnaces around the world. Na-BF fluxes can greatly extend coreless furnace refractory life by preventing slag buildup. By keeping furnace volumes constant, melting efficiency and melting productivity is vastly improved. Na-BF has been found to be extremely effective in minimizing or eliminating dross and slag related casting scrap.

Foundries with coreless induction furnaces have reported similar operating benefits after using of Na-BF proprietary fluxes. The foundries have stated that using fluxes on a daily basis consistently results in cleaner pouring ladles and reduced maintenance.

In all cases where Na-BF is being run on a production basis, there haven't been any reports of refractory attacks. Na-BF briquettes effectively combat slag buildup without the adverse effects of aggressive refractory attack or emissions of fluoride or chloride gases.



**Find More...  
Metals, Alloys, & Fluxes**

Electric furnace and ladle cleansing fluxes, hot toppings and exothermics, non-ferrous fluxes, specialty inoculants and nodulizers ... all designed to reduce melting costs.

- Redux EF40L & EF40LP Electric Furnace Fluxes - doubles refractory life!
- Nodu-Bloc Low Silicon Nodulizers
- Sphere-o-Dox Inoculant Enhancing Replacement for Rare Earth Inoculants

**Alloys in Any Amount!**

[www.asi-alloys.com](http://www.asi-alloys.com) Toll Free: (800) 860 4766



**Dr. R. L. (Rod) Naro and  
Dave C. Williams**

ASI ASI International, Ltd.

[www.asi.com](http://www.asi.com)



### Puntos sobresalientes del Artículo:

1. Formación de escoria y defectos en la pieza fundida
2. La escoria se acumula en hornos de inducción, de canal y colada a presión
3. Todo acerca de los aditivos químicos y desescoriantes (¡y por qué “más” no siempre es mejor!)

**Introducción:** Durante los últimos 30 años, los métodos de fusión y de manipuleo del metal fundido usados por las fundiciones de los EE.UU. cambiaron de manera significativa. Aún más, la calidad del scrap metálico y otros suministros con hierro han paulatinamente deteriorado su calidad. El resultado: la generación de escoria y sus problemas relacionados se ha esparcido en años recientes. Una búsqueda en la bibliografía técnica de fundición acerca de control de la escoria e incrustaciones de los últimos 30 años solamente muestra un puñado de artículos.

Se ha desarrollado un polvo químico conteniendo Sodio (al que nos referiremos como Na-BF) que controla y minimiza las incrustaciones en las cucharas vertedoras, hornos de fusión, hornos con vertido a presión y recipientes convertidores de magnesio sin efectos adversos en el recubrimiento de refractario. Na-BF extendió la vida útil del refractario de hornos de inducción sin núcleo hasta en un 60% y puede reducir significativamente la incidencia de inclusiones u óxidos en las piezas.

**Formación de Escoria:** La formación de escoria durante el fundido de metales ferrosos en fundición es un proceso inevitable. La composición de la escoria varía con el proceso usado y según el tipo de hierro o acero que se funde. La limpieza de la carga metálica, esta carga a menudo consiste en los ataques de coladas y mazartas que regresan del proceso con arena incrustada, afecta significativamente el tipo de escoria que se forma durante la operación de fusión. Pueden formarse compuestos adicionales u óxidos cuando el metal líquido se trata con materiales para quitar impurezas (desoxidación) o modificar la composición química del sistema (inoculación y nodulización). Como estos óxidos y partículas no metálicas no son solubles en hierro, flotan en el metal líquido como una emulsión. Esta emulsión de partículas de escoria se mantiene estable si se mantiene el hierro fundido continuamente agitado, como en el caso de la agitación magnética inherente a la fusión por inducción. Hasta que el tamaño de la partícula no-metálica aumente al punto donde los efectos de flotabilidad contrapesan la agitación, la partícula quedará suspendida.

Cuando los efectos de flotación se vuelven lo suficientemente grandes, los no-metálicos se elevan a la superficie del metal fundido y aglomeran como escoria. El uso de fundentes acelera este proceso. Una ineficaz remoción de estas partículas de escoria emulsionadas puede dar lugar a la costosa inclusión de escoria en las piezas finales.

**Inclusiones en la Pieza:** Una de las causas más frecuentes de scrap en las piezas de fundición gris y nodular es el arrastre o inclusiones de escoria. Muchas fundiciones y asesores técnicos lo ubican como la primera o casi la primera causa de piezas rechazadas.

Luego de encuestar de manera informal numerosas fundiciones de fierro gris y nodular durante los últimos doce años, ASI encontró que la mayor parte de las fundiciones encuentran a las inclusiones como la primera causa de piezas a refundir. En muchos casos, la escoria nunca se quitó a conciencia del horno de fusión y fue transferida directamente a las cucharas vertedoras o bebederos. La escoria que se origina en el horno de fusión y en los vertederos está en un “estado emulsionado” y en la mayoría de los casos, el tiempo es insuficiente para que estas partículas insolubles o aglomerados se fusionen y “floten a la superficie” donde pueda quitárselas al ras.

Muchas veces se este defecto se traduce en suciedad, escoria, óxidos u otras sustancias extrañas que quedan incrustadas en la superficie, o justo por debajo de la misma. Como las piezas son o bien de fundición gris o de nodular, se descarta usualmente la reparación mediante soldadura. Aún más problemático es que estos defectos

aparezcan durante la limpieza, luego de haber aplicado costosas operaciones a la pieza dentro de la fundición.

## Acumulación del Refractario en el

**Horno:** En algunos casos, los óxidos pueden tener un punto de fusión menor al de la temperatura del metal y se forma una escoria líquida. En otros casos, donde los óxidos tienen un punto de fusión por encima de la temperatura del metal, se forma una escoria seca, sólida.

Cuando una partícula de escoria previamente formada se encuentra con el recubrimiento de la pared del horno o alguna otra área de mantenimiento del metal que tenga temperatura menor que el punto de fusión de la escoria, la misma se enfría por debajo del punto de solidificación y se adhiere al recubrimiento refractario. A este material adherido se lo llama adherencia. Las escorias de alto punto de fusión son propensas especialmente a generar esta adherencia. Si no se la previene o bien se la quita en cuanto se forma, la escoria reducirá la eficiencia del sistema de transporte o manipuleo del metal.

Hay tres características físicas de importancia: punto de fusión, viscosidad y capacidad humectante. Generalmente, la escoria debe permanecer líquida a temperaturas normalmente encontradas durante la fusión de metales, su tratamiento o su transporte. La viscosidad de la escoria debe ser tal que permita su remoción fácilmente de la superficie del metal y a la vez, una escoria fluida de bajo punto de fusión promueve buenas reacciones de escorificado y previene la adherencia en las serpentinas del horno a canal así como en las paredes de los hornos sin núcleo. En los hornos eléctricos y en los hornos con vertido a presión, las escorias deben tener una tensión superficial interfacial alta para prevenir el ataque al refractario y para facilitar su remoción de la superficie del metal líquido.

**Composición de la Escoria:** la composición de las escorias del horno y la cuchara es a menudo muy compleja. Las escorias que se forman en un horno eléctrico de fusión son el resultado de reacciones complejas entre la sílica (ya sea de arena adherida a una pieza que se vuelve a fundir o bien por suciedad), óxido de hierro del scrap de acero, otros subproductos de oxidación que resultan de la fusión y de las reacciones químicas con los recubrimientos refractarios. La escoria así resultante se compondrá de una fase líquida compleja de óxidos de hierro, manganeso, magnesio y sílice, silicatos y sulfuros más un conjunto de otros compuestos, que pueden incluir alúmina, óxidos y sulfuros de calcio, óxidos y sulfuros de tierras raras, espinelas y fosteritas.

## Métodos de Fusión

**Hornos de Inducción Sin Núcleo:** El horno de inducción coreless es un recipiente con recubrimiento a refractario con un bobinado con corriente eléctrica que rodea al crisol refractario. En este recipiente se funde una carga metálica consistente típicamente de scrap, arrabio y ferroaleaciones. Cuando la corriente eléctrica de las espiras de la bobina pasa a través de la carga, se forma un campo magnético. El campo crea energía térmica, la cual puede fundir la carga. Las corrientes magnéticas en el baño del metal fundido causan una intensa agitación, lo cual nos asegura un líquido homogéneo. Durante la fusión se generan escoria, no metálicos y partículas insolubles a partir de productos de oxidación, suciedad, arena y otras impurezas provenientes del scrap y de la erosión y desgaste del recubrimiento refractario, ferroaleaciones que se oxidaron y otras fuentes. El término “escoria” se utiliza para describir al conjunto de estos productos secundarios insolubles que resultan del proceso de fundición. Estos no-metálicos permanecen en el metal líquido como una escoria emulsionada hasta que aumentan su

tamaño y flotabilidad. Una vez que se produce la coalescencia de los no metálicos en una masa flotante, se los puede quitar. Las escorias normalmente se depositan a lo largo del tramo superior del recubrimiento o paredes del crisol (por encima del bobinado calentador) en un horno de inducción coreless (sin núcleo).

La figura 1 muestra la adherencia de escoria típica en un horno de inducción coreless (sin núcleo).

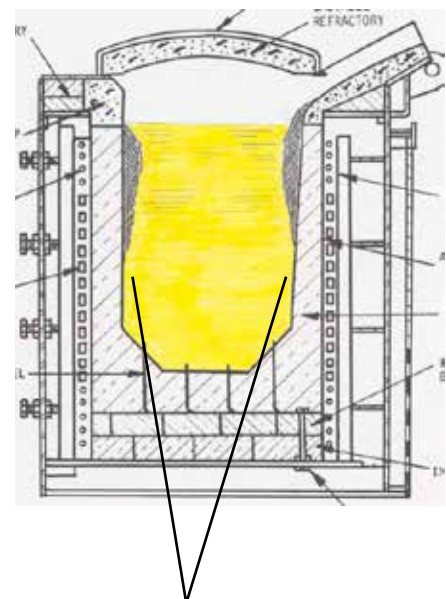


Figure 1: adherencia típica en un horno sin núcleo

Las áreas en donde se deposita la escoria se encuentran a una temperatura mucho menor que en la zona central de las paredes. La escoria también se deposita en área a mitad de camino del revestimiento del crisol, donde la turbulencia del metal líquido debido a la agitación magnética es insuficiente.

**Hornos de Canal:** Otro tipo de horno de inducción es el horno de inducción tipo de canal. Los hornos de inducción de canal y sin núcleo principalmente difieren en la ubicación de la bobina de inducción y el baño metálico. En el horno coreless, la bobina rodea completamente al crisol. En un horno tipo de canal, hay una serpentina separada e inductora que se agrega al crisol, el cual contiene a la mayor porción del baño metálico. Un horno a canal vertical puede considerarse una gran cuchara de transferencia o crisol con un inductor agregado en su parte inferior. La figura 2 muestra cómo se acumula la escoria a lo largo del tiempo en la parte inferior del circuito inductor o área de la “garganta”.

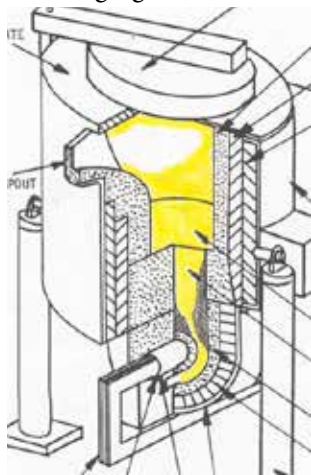


Figure 2: Incrustaciones en el sector de garganta del horno de Canal Vertical

Cuando esto sucede, circula una cantidad insuficiente de metal a través del circuito inductor lo cual obstaculiza la transferencia de calor e interfiere con la operación de fusión. Es muy difícil quitar las acumulaciones de escoria de la zona de la garganta. Frecuentemente, un operador del horno intentará insertar una vara de acero o un palo de madera dentro del área de la garganta aunque la accesibilidad suele estar severamente limitada. Casi parece que los diseñadores del horno no tomaron en consideración o no le dieron importancia a la generación de escoria y su remoción. Cuando hay cantidades significativas de adherencia acumulada que no puede quitarse, se saca al horno de servicio para colocarle un nuevo revestimiento refractario inductor. Típicamente, la vida útil del inductor puede ser de hasta 18 meses, sin embargo, si se ocurre la adherencia de escoria, puede reducirse a unos pocos meses - y en algunos casos, a semanas.

**Hornos de Vertido a Presión:** los Horno de Vertido a Presión son hornos de mantenimiento sellados normalmente cubiertos con una atmósfera de nitrógeno y traen una bobina de inducción en la parte inferior. Se diseñan a los hornos de vertido a presión para mantener al metal líquido a una temperatura constante por periodos de tiempo cortos o extensos como a lo largo de un fin de semana o por mayor tiempo. Se usan ampliamente en el tratamiento de hierro dúctil con magnesio. Al presurizar el horno, sale del recipiente un chorro de metal líquido para llenar el molde. Estos hornos no se diseñan para fundir metal. La circulación de metal líquido a través del conducto inductor o garganta le entrega el calor para mantener el metal líquido a temperatura constante. Como en un horno a canal vertical, la escoria generalmente se acumula en al área del conducto inductor y garganta (Figura 3). Ocurre también adherencia a lo largo de las paredes laterales, reduciendo en efecto la capacidad del contenedor. Adherencia adicional en las zonas de sifón de carga y descarga restringe el caudal de metal hacia dentro y fuera del recipiente.

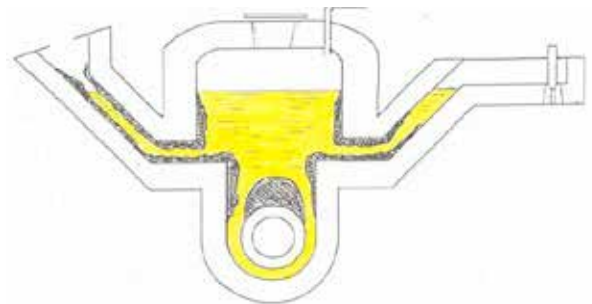


Figure 3: Recipiente de Vertido a presión tradicional mostrando adherencia (rayado en negro)

Cuando esto sucede, debe reemplazarse el inductor, ya que es extremadamente difícil, si no imposible, desprender la adherencia. Los intentos por modificar el inductor por uno sin garganta (Figura 4), solamente han resultado parcialmente exitosos en eliminar la escoria adherida.

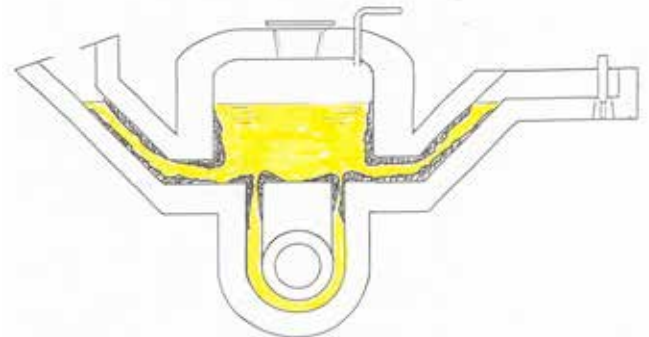


Figure 4: Recipiente a Presión sin garganta (adherencia sombreada en negro)

El despresurizado del recipiente de vertido a presión y la remoción de la escotilla para limpieza permite que entre aire adicional al recinto. Esto aumenta la oxidación



del metal y empeora los problemas de adherencia. Para remover la escoria adherida y restablecer la eficiencia eléctrica, se la debe raspar de las paredes laterales y garganta del inductor. Si la escoria es dura, es muy difícil de quitar. Si está adherida suavemente, entonces se puede hacer un mantenimiento de rutina (raspando las paredes laterales e insertando una varilla de metal o de madera en la garganta inductora) que puede minimizar la acumulación de escoria. Cuando la adherencia se vuelve severa, caen dramáticamente las lecturas del factor de potencia y la eficiencia del vertido a presión.

Si no se quitan totalmente las escorias y óxidos del baño generados por los métodos eléctricos de fusión detallados arriba, éstos se transferirán a las cucharas de vertido del metal. Debido a que las paredes de la cuchara se encuentran a mucha menor temperatura que el recubrimiento refractario del horno, la adherencia de la escoria es inevitable. La tarea de mantener continuamente las cucharas vertedoras limpias requiere una cantidad significativa de trabajo. El no hacerlo puede resultar en un costoso scrap de piezas debido a incrustaciones.

La formación de óxidos y escoria son inconvenientes usualmente muy problemáticos en la producción de hierro nodular. La adherencia de escoria ocurre inicialmente en las cucharas de tratamiento y luego puede continuarse en los recipientes de mantenimiento posteriores. La adherencia resulta un problema mayor en los recipientes de tratamiento de hierro dúctil que utilizan el proceso de magnesio puro que el que utiliza el proceso de agregarlo al flujo.

La adherencia de escoria en las cucharas de tratamiento de hierro nodular es un problema muy común en las fundiciones de hierro dúctil. La adherencia reduce el volumen de la cuchara y por lo tanto resulta en una disminución de la productividad. La inhabilidad de flotar de las partículas dispersas o emulsionadas de la escoria puede dar lugar a que se vierta en los recipientes recolectores aguas abajo del proceso, provocando ineficiencia del inductor.

El proceso convertidor de Magnesio presurizado es muy susceptible a la adherencia de escoria de los subproductos de reacción de Mao y Mugs. Además, pueden formarse óxidos y sulfuros de tierras raras. En recipientes convertidores grandes, pueden adherirse de 8 a 12 pulgadas de escoria en las superficies inter-cilíndricas a lo largo de unos días solamente, haciendo necesario reemplazar el convertidor y volver a revestir. Puede resultar también que falle la placa de la cámara de manera prematura debido a la adherencia, de nuevo su reemplazo es altamente costoso.

El proceso de flujo utiliza una cámara de reacción revestida. La cámara de reacción se llena con una aleación

nodulizante como magnesio ferrosilicio. La adherencia de escoria frecuentemente ocurre en la cámara donde atraviesa el flujo y reacciona. Tiende a obstruirse la apertura de la cámara como también el orificio de salida.

Fundentes y Aditivos para Escoria: Se llama fundentes a los aditivos al proceso de fusión que asegura que las escorias tengan un punto de fusión por debajo de la temperatura más baja del sistema. Los fundentes previenen que la escoria y otras partículas insolubles solidifiquen en las relativamente frescas superficies refractarias. El uso de un fundente usualmente asegura la flotación de los óxidos emulsionados y reduce el punto de fusión de la escoria por debajo de la menor temperatura encontrada tanto en el horno de fusión como en los equipos asociados de transporte del metal líquido.

Los fundentes se usan ampliamente en toda la industria del acero y su extenso uso se considera una ciencia. En la industria de la fundición, sin embargo, históricamente se ha resistido el uso de fundentes. El uso inapropiado de fundentes puede erosionar rápidamente los revestimientos refractarios del horno, en especial si se utilizan fundentes potentes. Sin embargo, más frecuentemente, los errores del operador causan problemas con los fundentes. El dicho de “si un poco funciona bien, entonces mucho debería ser mejor” no aplica necesariamente. El duplicar o triplicar la cantidad recomendada a agregar puede resultar en un acortamiento de la vida útil del refractario, especialmente con los fundentes altamente reactivos. Mientras tanto, los proveedores han convenido a los fundidores que el uso de cualquier fundente va a acortar la vida del refractario, generalmente sin tener el conocimiento de la química o el potencial del fundente.

Algunos fundentes pueden reducir la vida útil del refractario, pero si un fundente se diseña cuidadosamente para una aplicación específica y se lo usa correctamente y cuidadosamente, no hay problemas con el refractario. Los fundentes Na-BF cumplen ese criterio. De hecho, algunos usuarios de Na-BF vieron incrementada la vida útil del refractario debido a los resultados obtenidos en la reducción de adherencia. Estas mejoras en la vida útil del refractario asociadas al uso de fundentes Na-BF resultan de la reducción en el desconchado y otro tipo de daños mecánicos del recubrimiento provocados por la adherencia de escoria.

Los fundentes disminuyen la temperatura de fusión de la escoria. Si la escoria formada es viscosa y tiene afinidad para adherirse a las paredes laterales del horno, un fundente fluidizado puede reducir de manera significativa esta tendencia. El tipo de fundente requerido dependerá de la operación en particular. Debe tomarse

*Control of Slag Defects and Insoluble Buildup in Melting Furnaces continued.*

mucho cuidado al usar un fundente ya que su utilización en exceso puede provocar reacciones indeseadas con el recubrimiento refractario del horno.

Los fundentes son compuestos que se adicionan al acero y al hierro líquido principalmente para disminuir la temperatura de fusión de la escoria. Los fundentes sufren reacciones complejas con las escorias a temperaturas elevadas. Los fundentes generalmente se disocian en óxidos de metal alcalinos que interrumpen la estructura espacial de red de la sílica de la mayoría de las escorias. Al cortar los lazos de la red tridimensional en el espacio, los fundentes típicamente reduce la viscosidad de la escoria. Los fundentes también afectan la tensión superficial de las escorias. Aún más, los fundentes permiten la coalescencia de las gotitas de escoria de bajo punto de fusión que de otra manera podrían ser emulsionadas en el baño de metal líquido en los hornos de inducción de alta frecuencia.

Los fundentes de hierro y acero que contienen elementos alcalinos también ayudan en la reducción y remoción del azufre. Al agregar los fundentes se entrega un líquido no metálico para absorber las impurezas extrañas; ellos ayudan a producir una escoria líquida de no metálicos absorbidos, si la viscosidad de la escoria es lo suficientemente baja en las temperaturas operativas del horno. Los fundentes también modifican las escorias de modo que se separarán fácilmente del hierro y facilitarían la remoción de no metálicos. La adición de fundentes ayuda principalmente en la remoción de sílica y óxidos de metal, como MgO y óxidos de tierras raras, todos ellos tienen un punto de fusión relativamente alto. El alto punto de fusión de estos materiales no metálicos fomenta la formación de un constituyente viscoso o pastoso en hornos eléctricos de fusión.

Los no metálicos viscosos pueden afectar negativamente a los hornos sin núcleo, de canal y a presión. Por ejemplo, pueden causar formaciones de escoria en el horno inductor y/o en sus paredes. La adherencia interfiere con la fusión, por lo tanto bajando la eficiencia del horno. Mucho de los materiales en la escoria son ácidos. La acidez interfiere con la absorción de azufre. Como resultado, la mayoría de los fundentes para cubilote sean básicos, como caliza dolomítica y otros materiales que contengan calizas para neutralizar esta acidez.

La Fluorita, un mineral de fluoruro de Calcio ( $\text{CaF}_2$ ), es un poderoso agente fundente suplementario (fluorspar) que se usa comúnmente en pequeñas proporciones con calizas para mejorar la fluidez de la escoria. La fluorita, aunque efectiva, tiene serias desventajas, es un fundente muy agresivo y trabaja extremadamente bien tanto en acerías integradas como en operaciones de cubilote. Pero la adición sobredimensionada de fluorita o de fundentes

conteniendo fluorita a los hornos eléctricos de fusión resulta en severa erosión del recubrimiento. Aún más, cuando la fluorita descompone dentro del horno, libera fluoruros altamente reactivos en estado gaseoso. En operaciones de fusión eléctrica con sistemas de control de las emisiones que usan bolsas de fibra de vidrio como dispositivo de filtración, los fluoruros gaseosos atacan las fibras de vidrio.

Otros suplementos fundentes pueden incluir carbonato de sodio, carburo de calcio, boratos, olivinos, cloruro de sodio (sal de mina), aluminatos de calcio e ilmenita. Nuevamente, el uso desmesurado de cualquiera de estos suplementos fundentes puede causar ataque al refractario.

Durante el último año, se desarrolló un nuevo fundente a base de óxido de sodio (Na-BF) para su uso en hornos eléctricos de fusión, hornos con vertido a presión, cucharas y ciertos tratamientos de hierros dúctiles. Na-BF entrega una acción fundente excelente, comparable con el fluorspar, sin embargo, no se comporta agresivamente con los recubrimientos del horno y es amigable con el medio ambiente – sin emisiones de fluoruro. Este nuevo fundente se encuentra disponible en presentaciones de 20-gramos y 50-gramos para su fácil utilización. Es suficiente el agregado de 1 a 2 libras por tonelada de metal fundido, para limpiar el baño del metal, quitar las escorias y prevenir la adherencia de insolubles en las paredes del horno y en el canal de hornos a canal o en el vertedero de hornos con descarga a presión. La figura 5 ilustra la forma y tamaño del nuevo fundente.



Figure 5: Illustration of Na-BF sodium oxide-based electric furnace and pressure pour flux.

Resultados de Producción: al presente, varios cientos de fundiciones en los Estados Unidos y fuera del país utilizan fundentes en base a Na-BF para resolver los inconvenientes de adherencia y los defectos de piezas relacionados con la escoria en hornos eléctricos de inducción sin núcleo, a canal, a presión, convertidores Fisher y cucharas de tratamiento de ferrosos.

Las experiencias e historias exitosas de estas fundiciones que experimentaban adherencia y una vida útil reducida del refractario se documentan como “white papers” informes que pueden consultarse haciendo una búsqueda en Google de “Slag Build up, Induction melting” (adherencia de escoria, hornos de inducción).

Además de resolver los problemas de adherencia en hornos eléctricos de fusión, Na-BF se volvió una herramienta muy efectiva para mantener limpias las cucharas y reducir los defectos por escoria de las piezas fundidas. Las siguientes historias exitosas son solamente unos pocos ejemplos de la aplicación satisfactoria de fundentes Na-BF en el combate contra los defectos por la escoria y para la mejora de limpieza de las cucharas.

**Eliminación de Escoria/Inclusiones:** la Fundición A funde hierro tanto gris como nodular en varios grandes hornos de fusión de canal y sin núcleo (coreless). La Fundición A funde aproximadamente 160 tons por día de gris y dúctil, produciendo un rango amplio de piezas fundidas con pesos de entre 50 libras a varias toneladas.

Antes de utilizar Na-BF, el scrap de piezas debido a escoria había sido cercano al 1.26% en promedio, a pesar de usar filtros en casi cada pieza. Fueron cambiando de filtros de espuma cerámica a filtros prensados luego usaron filtros extrudados sin que se viera una reducción en las tasas de scrap asociado a “óxidos o escoria”.

A mediados de Septiembre de 2012, Fundición A comenzó a utilizar Na-BF, agregando solamente 1 libra (5 libras) por ton de metal en cada cuchara de 5-ton y rápidamente descubrieron que la incidencia de defectos asociados con escoria descendió a 0.43%, una reducción del 65%. A mediados de Octubre, la Fundición X encontró que se le acabó su fundente Na-BF y casi inmediatamente, el scrap trepó dramáticamente a los niveles pre-Na-BF. Luego de volver a pedir Na-BF y agregarlo en la misma proporción de 5 libras para cada cuchara de 5 ton, las tasas de scrap asociadas a la escoria descendieron nuevamente. La reducción en los defectos relacionados con escoria que llevaban la pieza a scrap que la Fundición A logró durante 5 meses de uso de Na-BF se muestran en la Figura 6.

Fundición A continúa usando Na-BF diariamente en todas y cada una de las cucharas y ha logrado unos ahorros anuales estimados ¡de más de \$500,000 por año! Durante el año calendario de 2013, los defectos debido a escoria promediaron el 0.38% de la producción total y la Fundición A continúa logrando mejoras en sus sistemas de fusión y transporte de metal para reducir los defectos relacionados con la escoria aún más.

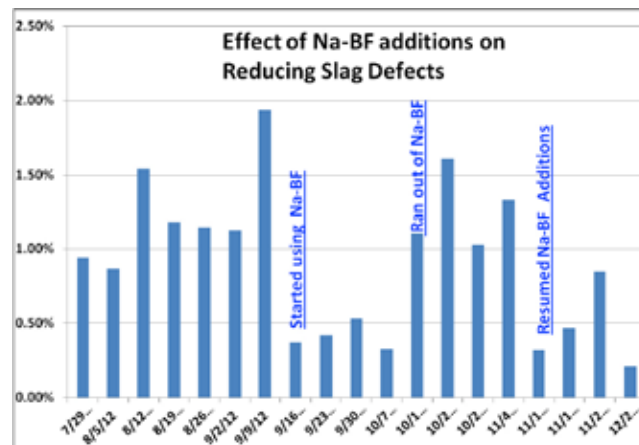


Figure 6: Efecto de la adición de Na-BF en la reducción de defectos relacionados con la escoria

Fundición B es una Fundición japonesa de autopartes que experimentaba niveles altos de scrap debido a inclusiones y oxidación. La Fundición B produce principalmente árboles de levas y múltiples de escape. La fusión se realiza en hornos de inducción sin núcleo. Por razones de costo, la Fundición B podía reutilizar solamente el 2% de las virutas que se generaban en sus propios procesos posteriores y tenían como objetivo alcanzar el 12%. Sin embargo, si aumentaban el porcentaje de virutas por encima del 2%, aparecían inconvenientes de inclusiones y óxidos, a pesar de que la Fundición B usaba filtros en todos los moldes. La Fundición B se enteró del fundente Na-BF luego de leer revistas especializadas. Al utilizar 1 libra de Na-BF por tonelada de carga, la Fundición B ahora carga un 12% de su propia viruta. ¡Las tasas de Scrap debidas a inclusiones y óxidos cayeron a prácticamente cero!

La Fundición C es una Acería europea que funde piezas robustas con alta resistencia al desgaste, altas en Cromo. Usa Na-BF en la cuchara en una proporción de ½ libra por tonelada. El recubrimiento de la cuchara es un material monolítico. Los tamaños de cuchara con descarga inferior variaban con tamaños de 700 Kg. a 2 toneladas (1543 a 4409 lbs) y unidades de pico tetera de 300 Kg. a 800 kg (661 a lbs). las temperaturas de colado entre 1680 - 1700°C. La vida útil de la cuchara se extendió de aproximadamente 40 coladas hasta unas 80 a 100 coladas antes de necesitar reemplazo. Las cucharas de descarga inferior mejoraron la vida del tapón de 3 a 5 usos mejorada a 20 usos en la mayoría de los casos. La pérdida o filtración del tapón es ahora casi inexistente, desde 8 de cada 10 que mostraban alguna pérdida a lo largo de su vida útil, y ahora se redujo a apenas 1 en 10, lo que resulta un ambiente de trabajo mucho más seguro.

Debido al acero más limpio, los ensayos de impacto Charpy tuvieron un cambio significativo. De unas lectur-

as promedio de aprox. 25 pie-lbs previo a la adición de Na-BF a la cuchara, las propiedades de impacto mejoraron a 70 pie-lbs, aun cuando no se notaron diferencias apreciables en las propiedades de tracción.

Fundición D es una Fundición internacional de hierro nodular que buscaba un método para extender la vida útil de sus cucharas. La Fundición también buscaba un método para mantener la artesa o cuchara Tundish limpia y reducir el uso de ferrosilicio al Magnesio.

Luego de 8-16 horas de producción, una cuchara Tundish de Tratamiento mostró una adherencia significativa en las paredes laterales y las estacas. (ver Figura 7 debajo)



Figure 7

Luego de 5 tratamientos con briquetas Na-BF, se restauró el fondo y las paredes laterales se encuentran libres de escoria. (vea la Figura 8 debajo)

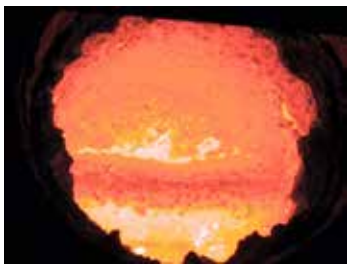


Figure 8

El refractario de la cuchara era un 85% de Alúmina de baja humedad calcinable aislación de respaldo. Previo a usar Na-BF, su vida útil era de 8-16 horas en producción antes de quitarla de servicio para limpieza de sus cavidades.

La adición de solamente 1 lb. (0.45 Kg.) de Na-BF a cada cuchara (ubicada en la parte superior de la cubierta de acero) mantuvo la cuchara limpia y extendió su vida útil 72 horas.

Esta Fundición experimentó:

- Mejora en la limpieza del Metal y de la cuchara refractaria
- Ahorro por Reducción de Mano de Obra – reducción del cincelado y emparchado de las paredes y el fondo de la cuchara
- Aumento de la Producción –extendida vida útil de la cuchara de tratamiento sin disminución del volumen.
- Reducción en el Costo de los Materiales – se reduce el emparchado del refractario, extendiendo la acción de los refractarios.
- Recuperación mejorada del Magnesio y disminución del consumo de Ferrosilicio Magnesio.

**Conclusiones:** La incorporación de 1 libra a 1.5 libras de Na-BF mejoró la vida útil del inductor de Hornos de volcado a presión y hornos de inducción sin núcleo alrededor del mundo. Los fundentes Na-BF pueden extender la vida útil del refractario del horno sin núcleo (coreless) al prevenir la adherencia de escoria. Al mantener constantes los volúmenes del horno, se mejoran ampliamente la eficiencia de fusión y la productividad. El Na-BF se encontró extremadamente efectivo para minimizar o eliminar los problemas de escoria y óxidos que llevan al descarte de piezas.

Las Fundiciones con hornos de inducción coreless (sin núcleo) reportaron beneficios operativos similares luego de usar los fundentes patentados Na-BF. Los fundidores declararon que el uso diario de fundentes de manera consistente resulta en cucharas más limpias y un mantenimiento reducido.

En todos los casos que operan con fundentes Na-BF, no ha habido reporte de ataque al refractario. Las briquetas de Na-BF combaten las adherencias de manera efectiva sin los efectos adversos del ataque agresivo al refractario ni las emisiones de gases de Cloro o Flúor.



**Find More...  
Metals, Alloys, & Fluxes**

Electric furnace and ladle cleansing fluxes, hot toppings and exothermics, non-ferrous fluxes, specialty inoculants and nodulizers ... all designed to reduce melting costs.

- Redux EF40L & EF40LP Electric Furnace Fluxes - doubles refractory life!
- Nodu-Bloc Low Silicon Nodulizers
- Sphere-o-Dox Inoculant Enhancing Replacement for Rare Earth Inoculants

**Alloys in Any Amount!**

[www.asi-alloys.com](http://www.asi-alloys.com) Toll Free: (800) 860 4766



**John Hall**  
 President  
 CMH Manufacturing Company  
[www.cmhmfg.com](http://www.cmhmfg.com)



The cost of a reverse tilting workcell is the same as setting up a traditional tilt pour cell with the casting machine, hydraulic power unit, and control being under \$75K. The mold cost varies with the geometry and complexity of the finished casting, but in most cases one would expect mold cost between \$15K and \$50K. In most foundries, existing peripheral equipment such as furnaces and saws can be utilized. Compared to the \$500K investment in a low-pressure casting cell, this is an attractive option.



HALL 12 Station Rotary Table with RT2 Casting Machines (w/o molds installed)

The productivity of a single machine cell is the same as the productivity of the low-pressure process, 12 – 30 cycles per hour. If the casting machines are placed on an indexing rotary table, the productivity rate for a casting with a five minute cycle time is 120 cycles per hour. When coupled with multi-axis tending robots, this productivity can be achieved with one operator. In most cases one can expect 95% uptime and scrap rates equal to other casting processes.

The reverse-tilting process is ideally suited for radial type castings. Examples include wheels, hubs, compressor housings, automotive structural castings, and cookware, but the process is not limited to radial casting and has been used to cast high performance brake calipers. Other value added features can be used such as cast in steel inserts or sand cores as in the semi-permanent mold process. Casting examples include:

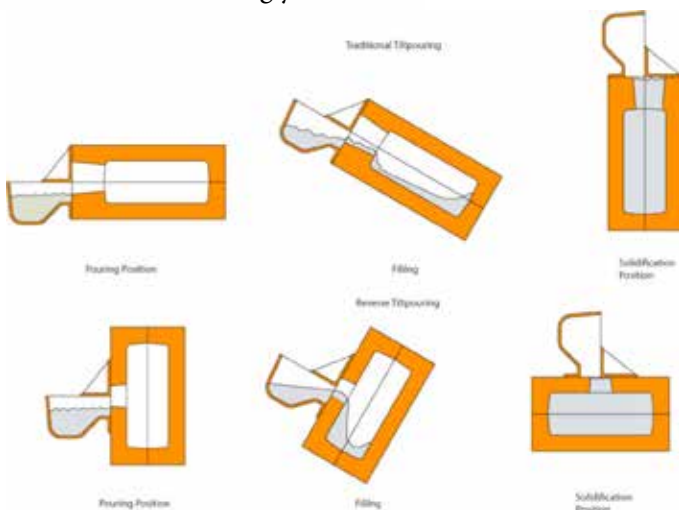


Automotive Steering Knuckle w/Riser Cast on a HALL RT3 Rotary Table

### Article Takeaways:

1. Understanding the difference between reverse tilt pour and traditional tilt pour.
2. The cost advantages of reverse tilt verses low pressure.
3. Why reverse tilt pour is ideal for radial type castings (wheels, hubs, compressor housings, and also brake calipers).

Aluminum permanent mold casting or gravity die-casting is the casting of molten aluminum in a reusable metal mold or die. The die material is most commonly cast iron or steel. The tilt pour process is one variation of the permanent mold process. Simply put, the tilt pour casting process is the pouring of molten aluminum into a mold by tilting the mold to fill it in a controlled fashion. In traditional tilt pouring the mold parting line is perpendicular to the floor during the solidification phase, while in reverse tilting the parting line is parallel to the floor. Turning the parting line allows the casting to be center fed similar to the way a casting produced in the low pressure process is fed. This feature makes reverse tilting a cost effective alternative to capital-intensive low-pressure casting. As illustrated below, in many cases the casting can be direct poured, eliminating costly runner bars and increasing yield.





High End Casserole w/Riser  
Cast on a HALL RT3 Machine

Dies can be as varied as the castings themselves and the only limit is the tool designer's imagination. A variety of chilling systems can be added to promote directional solidification. These include metal inserts, and air and water-cooling circuits. Currently there are four sizes of reverse tilting casting machines available with die sizes ranging from 20"x20" to 24"x48".

In summary, reverse tilting can offer the casting designer and tooling designer another alternative in casting and tool design. It will offer the foundry a production process that is cost effective and profitable.



Two Cavity Steering Knuckle Die

HALL

# Hall Foundry Systems

By CMH Manufacturing

Keep Your Foundry Up-and-Running ... Versus You Up-and-Running

**Permanent Mold Machines**  
Gravity Die Casting Machines  
Tilt Pour Process  
Autocast Style Machines  
Rotary Tables

**Automation Work Cells**  
Riser Saws  
Casting Coolers  
Casting Catchers  
Foundry Accessories



Booth #116



VAC-U-CHECK

- Accurately monitors hydrogen level
- Easy to use



Hall Foundry Systems  
By CMH Manufacturing

Tel: 806-744-8003  
sales@cmhmfg.com  
www.cmhmfg.com





**John Hall**  
 Presidente  
 CMH Manufacturing Company  
 www.cmhmfg.com



El costo de una unidad de trabajo de colado basculante inverso es el mismo que una de colado basculante tradicional, con el equipo de colada, el equipo hidráulico y el de control por debajo de \$75 mil. El costo del molde varía con la geometría y complejidad de la pieza final, pero en la mayoría de los casos se encuentra entre \$15 mil y \$50 mil. En la mayoría de las fundiciones, puede aprovecharse equipamiento periférico preexistente como hornos y sierras. En comparación con la inversión inicial de \$500 mil en una unidad de colado a baja presión, esta es una opción atractiva.

### Puntos sobresalientes del Artículo:

1. Comprensión de la diferencia entre la colada basculante y la tradicional.
2. Las ventajas económicas de la colada basculante versus baja presión.
3. Por qué la colada basculante inversa es ideal para piezas radiales (ruedas, bujes, carcasas de compresor y mordazas de frenos).

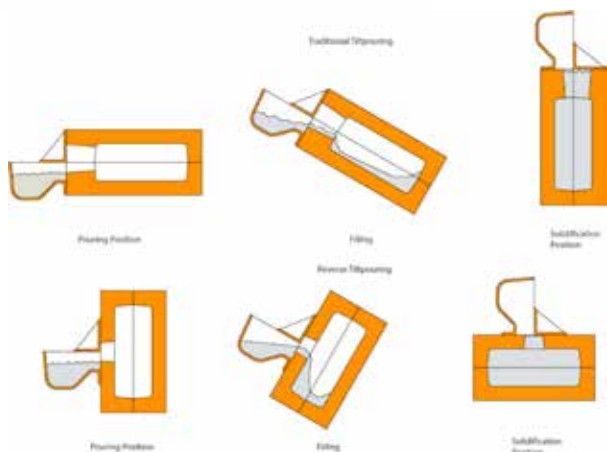


HALL 12 Estación Giratoria con Equipos de Colado RT2 (Sin los moldes instalados)

El colado en molde permanente por gravedad de Aluminio consiste en la fundición por gravedad en un molde reutilizable. El molde es mayormente de fundición o acero. El proceso de colada basculante es una variante del colado en molde permanente. De manera simplificada, la colada basculante es el vertido de aluminio líquido en un molde que va rotando de modo de llenarlo controladamente. En el colado basculante tradicional la línea de partición del molde está perpendicular al piso durante la fase de solidificación, mientras que en el colado basculante inverso la línea de partición queda paralela al piso. Al rotar la línea de partición se permite que la pieza se alimente por el centro de manera similar al efecto producido al fundir a baja presión. Esta característica hace del colado basculante inverso una alternativa más económica al colado a baja presión, el cual requiere una gran inversión de capital. Como se ilustra debajo, en muchos casos la pieza puede alimentarse de manera directa, eliminando los canales y aumentando el rendimiento.

La productividad de una celda única de colado basculante inverso es la misma que una de proceso a baja presión, 12 – 30 ciclos por hora. Si los equipos de colado se colocan en una mesa posicionadora giratoria, la productividad para una pieza de ciclos de cinco minutos es de 120 ciclos por hora. Cuando se lo combina con robots multiángulo, esta productividad puede alcanzarse con un único operador. En la mayoría de los casos se espera un 95% de piezas conformes igual que en otros procesos de colado.

La colada basculante inversa es ideal para piezas con forma radial. Como por ejemplo ruedas, bujes, carcasas de compresor y otras autopartes y piezas de cocina, aunque el proceso no se limita a geometrías radiales y se ha empleado satisfactoriamente en mordazas de freno. Otras características valiosas que pueden usarse son insertos de acero o corazones de arena moldeada. Los ejemplos de piezas incluyen:



Automotive Steering Knuckle w/Riser Cast on a HALL RT3 Rotary Table





High End Casserole w/Riser  
Cast on a HALL RT3 Machine

Los moldes pueden ser tan variados como las piezas mismas y el único límite es la imaginación del diseñador. Pueden agregarse distintos sistemas de enfriadores para dirigir la solidificación. Entre éstos se incluyen insertos metálicos y circuitos enfriadores de agua-aire. Actualmente hay cuatro tamaños de máquinas de colado basculante inverso disponibles para tamaños de moldes que van desde 20"x20" a 24"x48".

En resumen, el colado basculante inverso ofrece una atractiva alternativa al diseñador de producto y al de procesos ya que tiene una excelente relación costo beneficio.



Molde de dos cavidades de Muñón de dirección

**HALL**

# Sistemas de Fundición Hall

By CMH Manufacturing

Mantenga su fundición trabajando continuamente ... En lugar de estar usted trabajando continuamente para que su fundición funcione

**Máquinas para Molde Permanente**  
Fundición por Gravedad en Coquilla  
Proceso de Colada Basculante  
Equipos al Estilo AutoCAST  
Mesas Rotatorias

**Celdas de Trabajo Automatizadas**  
Sierras para Montantes  
Enfriadores  
Receptor de piezas fundidas  
Accesorios para la Fundición

**VAC-U-CHECK**

- Supervisa de manera precisa el nivel de Hidrógeno
- Fácil de usar

**Booth #116**

Sistemas de Fundición Hall  
por CMH Manufacturing

**Tel: 806-744-8003**  
[sales@cmhmfg.com](mailto:sales@cmhmfg.com)  
[www.cmhmfg.com](http://www.cmhmfg.com)



**Gerald Senk**  
President  
EMI, Inc.  
[www.emi-inc.com](http://www.emi-inc.com)



### Article Takeaways:

1. Jolt Squeeze Machines
2. Automation Matchplate Molding
3. Gravity-fill machines vs Blow-fill machines
4. Horizontal Tight Flask Molding Systems
5. In-line vs Cross-Loop vs Pallet Index Lines



Foundries, guiding their business, have to survive through the various economic cycles as well as emerging market pressures, are well aware of the continuous need to reinvest in equipment to increase productivity, and decrease the manual content of casting production, while still producing consistent castings economically in a very demanding market. From their position, the molding machine manufacturers have to provide the properly developed equipment and/or molding process to meet these demands, while at the same time improving casting quality and maintaining a safe working environment.

The continuous evolution of the mechanization of green sand molding has grown from simple jolt table, used to compact sand in the molding box, to the automatic systems of today, producing in excess of 400 molds per hour, with little or no manual involvement. Mold quality which can be achieved on today's molding machines is such that many of the old defects once associated with green sand have been eliminated or greatly reduced, either by using a simultaneous jolt squeeze action, or high pressure squeeze to minimize mold wall movement during pouring and solidification.

Green sand molding remains an attractive casting production method for two main reasons:

1. Green sand production is and will always be less expensive, as the price of chemical binders continues to rise faster than normal inflation.
2. Green sand foundries are not as labor intensive.

One obstacle preventing foundries from moving into green sand molding is the high capital cost of even a simple mechanized plant. However, foundries should realize that the increased productivity that green sand molding offers will offset these costs over time and have the potential for higher revenues.

However, before embarking on a high cost green sand investment program, certain questions should be asked and answered in order to establish whether it is necessary to invest in some form of mechanized molding equipment.

- a. What are current mold production/Future mold production requirements?
- b. Is current casting quality consistent and reliable?
- c. Is scrap is too high?
- d. Are my lead time delivery dates too long for large volumes?

## Standard Molding Machine Solutions



### Standard Jolt Squeeze Machines

To minimize the initial green sand investment, standard molding machines offer a major advantage because a foundry can mechanize for green sand molding with reasonable initial expense, and the balance of the mold handling can be built over time. These machines can be the small 212/214 jolt machines, up through the 722 & 730 jolt molding machines. These machines can use almost any standard green sand match plate and cope and drag pattern equipment. A number of flask sizes can be employed on the same machine, giving flexibility of production and product range.

A standard molding match plate solution can be found where cope and drag are formed simultaneously. The overall operating efficiency of these machines is very much dependent on the operator's ability to continually carry out these machines manual functions. By implementing mechanized mold handling systems, as previously stated, the machines can provide more productivity.

### Automatic Horizontal Flaskless Moulding (Matchplate)

After the development of the jolt, rap, and squeeze molding technology, the focus of the machinery for



green sand mold production was put into handling systems designed to reduce the reliance on labor to achieve a more reasonable production rate. Automatic horizontal flaskless molding machines, sometimes known as automatic matchplate molding machines, were designed and first introduced to foundries in the USA in the mid 1960's. These machines have probably had a more rapid growth in their use than any other innovation to green sand mold production in the last 60 years.

The main reason for this continued success in the US is that many small to medium foundries were of the type known as "Squeezer Shops", using standard jolt squeeze machines or Roto-lifts with snap flasks and matchplate. With so many matchplate patterns available from the OEM manufacturers, it was quite common for the foundries to install one of these machines and use their customer's existing patterns.

These automatic horizontal match plate machines are a relatively economic form of molding mechanization. The machine produces a complete mould in one cycle and only requires one machine operator who can set cores as necessary, thus removing some of the reliance on manual labor to make the mold. Production rates can be over 200 molds per hour un-cored. If cored work is required, the foundry is limited to automatic core setting if it wishes to maintain maximum production, although automatic core setting is really a misnomer, since a man is required to put the core or cores into the setting unit.

#### Two methods of filling are used in flaskless molding:

1. Gravity fill & Squeeze
2. Blow fill & Squeeze

The molding process for both the Gravity and Blow machines is virtually identical. Consequently, for the purpose of this comparison our comments will apply equally to both machines.

With blow machine, the pattern plate is trapped in between the cope and drag flasks which are then tipped up on edge so that the pattern is vertical. Sand is then blown straight down from a pair of blow slots to fill the flasks from above. This means that sand, which is traveling at a very high velocity, must make a right angle change of direction in order to fill deeper green sand pockets or mold cavities. Consequently, there are frequently problems filling and drawing deeper green sand pockets and cavities. Gravity fill & squeeze

machines have shown to give more consistent mold quality and are more suited to deep and complicated pattern shapes.

This has been a well known weakness of the side blow machines since were invented 50 years ago. Even though these newer machines tip the flasks and patterns up on edge to blow, it is still essentially a “side-blow” relative to the pattern.

Blowing a mold at the typical 40 or 50 psi pre-compacts the sand before it is squeezed. This makes it necessary for blow-fill machines to squeeze harder in attempt to force the sand into pockets on the pattern. This often results in a mold that is harder than desirable on the flat areas and the parting line, but too soft in deeper pockets and mold cavities. These higher squeeze pressures require thicker and more expensive patterns to avoid pattern flexing and breakage. *If a green sand pocket is not completely filled during the blow cycle, it is virtually impossible to squeeze hard enough to correct this problem.*

Aluminum foundries do not want to make a mold that is too hard because of gas problems caused by the reduced permeability of harder molds. Blow-fill machines sometimes have problems in this area due to the fact that they must squeeze harder to get an acceptable mold density in deeper pockets. *The important point is that mold hardness alone is not necessarily good; uniform density and repeatability is!*

Squeezing a mold too hard can cause green sand molds to break off rather than draw properly. Research has proven that any increase in mold hardness at squeeze pressures above 140 psi is almost negligible. Furthermore, higher squeeze pressures cause a phenomenon called spring-back in the sand. Under these conditions the sand actually springs back after the squeeze, and control over the casting dimensional tolerances is lost. Since there is not enough space between the sand grains for normal thermal expansion, there will be expansion defects in the castings and other defects due to cracking of the mold.

There are newer technology improvements of machines that work with gravity to fill the flask. Sand is riddled evenly onto the pattern through an aerator, and the flask & pattern is vibrated during the fill. The mold is then squeezed and drawn according to a computer controlled recipe. Sand in the flask is still highly flowable and can normally be compacted to mold hardness in excess of 90 with a squeeze pressure of only about 100psi.

As previously mentioned, any large projections or obstructions on the pattern plate make it difficult to get an adequately dense fill of the mold on the side of the mold opposite the blow slot. This causes what is commonly known as the “shadow effect” which is a soft spot in the mold. These soft spots prevent the mold from being uniformly dense and are a troublesome source of casting defects and scrap. This is why blow type machines are generally limited to doing smaller castings without any deep or difficult pattern shapes.

Large, deep or asymmetrical castings often require the use of patterns with an offset parting line. This offset parting will create an additional obstacle to the sand being blown in at 90° to the surface of the pattern plate. The obstruction is at least equal to the amount of offset on the parting line of the pattern.

Since anything sticking up from the pattern can exacerbate these problems, the blow process also severely limits where pouring basins, down sprues and risers to feed the casting can be located. This can be a serious problem when large risers are required or the pattern plate is crowded. The pouring cup and down sprue locations are further restricted due to the squeeze cylinder location and other mechanisms on the back side of the squeeze head. This restriction can cause a problem with efficient pattern layout, and the number of parts or pieces you can get per mold. It also dictates which way any given pattern must be oriented when the job is run on the machine which can cause difficulties for efficient core setting or pouring.

Patterns with deeper green sand pockets require venting to run on blow-fill machines. These vents are used in an attempt to get sand to flow into deeper pockets. This increases the cost of the pattern and later becomes a maintenance issue. While vents in the flasks are necessary for venting the mold, they are not very effective for filling pockets. If both halves of the mold are blown simultaneously, the blow pressure on both halves of the mold is equal. Then, how can venting through the pattern to fill a pocket on one side make any difference? Some blow-fill machines have the ability to blow the cope first and then the drag, or the reverse, depending on which side has the deepest pockets. This is called a “staggered-blow”. The theory is that the air will escape through the pattern vents and in the process carry sand with it into the pockets. The realities may be somewhat different. Accelerated flask and pattern wear is a problem due to the “sand blasting” effect caused by the blowing sand. Any projections on the pattern directly in front of the blow slots will wear the fastest and experience the most severe damage. Also, operating costs and down time will be

higher with numerous blow seals and flask and pattern vents to maintain and replace.

Squeezing the mold from both sides requires that both halves of the mold be filled with sand uniformly, and the squeeze pressures on both cylinders be perfectly balanced. Otherwise, the result will be a damaged or broken pattern plate. Users of blow-type machines must be very careful to adjust the machine's operating program during every pattern change. Attempting to make a mold that is not tall enough for a particular pattern can easily break or damage the pattern plate. High sand compactability when making a mold or a blow that is short of sand can also break the pattern.

In contrast, the gravity filled machine squeezes from the bottom and the pattern and flasks move up against a fixed squeeze head. In this process the pattern essentially floats, so that the squeezing forces on both sides of the pattern are naturally equal. The control system also protects against over squeezing due to short filling of the flasks.

Large asymmetrical castings such as cooking pots or brake drums inherently cause the biggest problems for these machines. One side with a large cavity will require significantly more sand and a longer stroke to squeeze. The other side with a large flat surface on the projection will require less sand and only permit a short squeeze stroke. This is very difficult to balance and control with the blow-fill machines limited ability to consistently fill and squeeze deep pockets to an adequate and consistent mold density.

Blow-fill machines permit only small variations in sand properties, especially moisture and compactability. Wet sand and/or higher clay levels will quickly plug up the machine's blow head.

## Sand Segregation

Most foundry workers are aware of sand segregation problems that occur when sand is transported pneumatically. There are indications that this occurs to degree during the blow-fill molding process and that finer material ends up at the mold interface on the joint line of the mold. This further reduces the mold permeability and can contribute to gas problems in the mold. In contrast, gravity-fill machines do not fluidize sand, so this is not an issue. Gravity machines can easily adjust squeeze pressures and vibration to produce a mold of optimum and uniform hardness for even the most difficult pattern configurations.

Operating blow-fill machines in warm or tropical climates can be difficult. A surge tank is required near the machine to supply a large quantity of air on demand. The air must be dry and there can be no fluctuations in the air pressure at the machine. They use large amounts of compressed air to blow the sand. In general they will consume 3 to 4 times as much compressed air as a gravity fill machine. Warm or hot sand combined with compressed air can cause condensation in the blow chamber. This in turn can cause sand to partially clog or plug up the blow chamber. A batch of sand that is too wet or too dry is very difficult to dispose of once it enters the blow chamber of the machine.

On the gravity filled machine the operator can easily inspect both sides of the pattern and the finished surface of the cope or drag molds before closing. With the blow machines, the operator never sees the drag side of the pattern or the cope mold. This means that the machine could be producing molds with a defect in the cope mold and the operator would never know about it.

Anything that is set on the pattern and /or invested in the mold is a problem for the blow machines. This includes ram-up cores, chills, filters, chaplets, facing sand, exothermic sleeves, insulated or even open risers, etc. The blow fill process precludes all of these operations, since the sand rushing in and pattern tipping up vertically during the molding process would dislodge anything placed on the pattern.

As always it should be kept in mind that green sand mold quality is a function of pattern and sand quality with the third essential ingredient being high density and uniform compaction of the mold.

## Horizontal Tight Flask Molding Systems

The development of high pressure molding using flasks, took place in the USA in the mid 1950's. These handling systems were a natural progression away from heavy manual labor, and the reliance on labor to meet production targets.

The IN-LINE arrangement is a single line arrangement, which runs parallel to a mould conveyor. It takes in all stages of mold manufacture from mold pick off, through punch out, flask separation, molding, core placing closing, and placing the completed mold back onto the mold conveyor. This system is designed to accept flask sizes in the range 20" x 16" up to 36" x 24", with production rates of between 300 to 400 molds per hour.

The CROSS-LOOP arrangement has two moulding lines, one to produce the drag and the other to produce the cope, as they span the mold conveyor loop. This arrangement is normally used for flask sizes above 36" x 24", and/or where heavy cores are placed in the drag, as in a cylinder block, for example. Production rates on the CROSS-LOOP are slower than the IN-LINE, normally between 260/300 molds per hour.

The benefits which these two systems offer are the infinite flexibility in use, high productivity and adaptation to all types of castings, especially those requiring cores where the tight flask system is found to be more efficient and economical. This is because more castings can be produced within the same given mold area when compared to flaskless molds.

Core placing does not slow production, since the coring zone is designed to give maximum flexibility, whether two or ten cores need to be placed.

Mold pouring can be automatic, but a pouring zone is always designed into the system to retain flexibility and allow for manual pouring as necessary. The extra cost of labor required for manual coring and pouring is insignificant, because the system is kept running at its maximum output, 300 to 400 moulds per hour, which assists the profitability of the entire foundry.

To further improve the flexibility of these systems, the molding machines can be equipped with a pattern shuttle change unit, so that pattern changes can be made within the automatic cycle without loss of production. Two patterns can be run at the same time or varied to suit conditions and even out core demand, and/or metal availability.

The IN-LINE and CROSS-LOOP systems offer the foundry the most productive and flexible approach to mechanized molding for castings requiring cores at a high production rate of +250 mph. The cost per mould is less than with any other system, calculating initial capital cost, against productivity and running costs.

For lower or more versatile production requirements of today's jobbing foundry, many of these continuous mold line conveyor loops have been replaced with index pallet systems. Pallet index systems offer the flexibility of parking lines for extended cooling times and can also take up less floor space due to closer line proximity and the elimination of the mold conveyor radius.

The molding machines used in any of the IN-LINE, CROSS-LOOP or even more common today the Pallet

Index systems are typically of the high pressure squeeze type.

Investigation using a wide range of squeeze pressures has shown that a casting produced in a mold which has been compacted to a squeeze pressure of 100/110 pounds per square inch, is as accurate as one produced using a squeeze pressure of 200 to 220 pounds per square inch. Therefore today it is generally accepted that the degree of mold compaction increase is very small above a pressure of 140 pounds per square inch in relation to the extra pressure applied. Therefore, molds can be produced which will make castings of consistent accuracy and soundness to meet the technical and dimensional requirements of today's casting users, by using much lower squeeze forces than was previously thought necessary.

The only advantage to be had by increasing the squeeze force above this pressure is to decrease the time taken to make a mold, since the higher the initial squeeze force the less time this force has to be applied to the mold in order to achieve optimum compaction. That is, the greater the squeeze force above 100 pounds per square inch, the higher the production rate, until a maximum is achieved around 200/220 pounds per square inch. Above this figure, there is no gain in mould production, or casting quality.

Using this information, some machine manufacturers have developed various means of compacting the mold inside the flask. That is Blow Squeeze, IMPACT molding with squeeze, vacuum molding, or even squeeze (top and bottom in some cases) with compensating peen feet, all in order to reduce the operating noise of the machine by eliminating the proven jolt and rap molding methodology. In practice however, all of these machines have limitations, as to what type of castings they can produce and they are extremely susceptible to varying sand conditions. Inconsistent mold hardness is also common.

In addition, improved hardness distribution is also achieved by jolting or rapping for some seconds to uniformly compact the sand against the pattern face. Then to jolt and squeeze simultaneously to compact the top of the mold preferably against a compensating squeeze surface to sufficiently support the mold face. Some type of pre-jolt is necessary to evenly compact the sand where it is most important to form a rigid mold, at the pattern face and joint line.

Since these types of high pressure automatic production systems require the foundry to use flasks, there are costs and maintenance to consider. Flasks for high pressure automatic molding are expensive, as are pallets/mold

cars. Flasks require maintenance cleaning and routine planned pin and bushing replacement. However, they should last at least ten to fifteen years, so cost is expensed over a long period.

These systems require handling equipment through the various stages of mold and casting production. The most important job they do is to ensure parting line accuracy. They support the mold through its various stages of movement and assist in resisting the metal head pressure, allowing a softer mold to be made than is necessary for a flaskless one. Because the green strength requirement is less, so is the clay content. This reduces the cost of sand preparation and increases mould permeability. They also allow at least 80% of the mould area to be used, where only 60% can be used effectively without flasks.

The higher capital cost of a high pressure IN-LINE, CROSS-LOOP or PALLET INDEX system does to some extent limit their market, however with life spans over 25 years, this investment needs to be weighed against the demand and productivity capacity these systems create. The heart of the high speed systems and the part which keeps it producing moulds in excess of 300 per hour, is the molding machine. Being high pressure jolt squeeze units, powered hydraulically, they can be costly, but from experience and knowledge built up over many years, certain criteria are necessary to include in a four post molding machine to produce molds of consistent high quality.

- a. Rigid structure to withstand the forces developed by the machine.
- b. Sand hopper to evenly distribute the correct amount of sand into the flask.
- c. Aerator to fluff the sand as it falls into the flask.
- d. Upset frame to give a head of sand above the flask for squeezing.
- e. Pre-jolt action to compact the sand before squeezing.
- f. Option of simultaneous jolting with squeezing to improve effective squeeze forces.

A high pressure molding machine will possess all of these features.

Referring back to investigation of the effects of jolting and squeezing, the jolt was found to be very important whereas squeeze assisted in improving mold rigidity, but also decreased the production cycle as the pressure increased. This has led to the development of a range of systems that can utilize one molding machine rather than having to use two machines, with the utilization of a pattern shuttle to make the cope and the other to make the drag.

As most four post molding machines incorporate a pattern shuttle for rapid change of pattern, this unit can be used also for producing cope and drag half molds alternatively, making it possible to have only one molding machine in the system. This immediately cuts the production capacity in half, but also reduces the capital cost significantly. It is possible to achieve up to 100/120 molds per hour using a single machine within an IN-LINE arrangement.

Referring back to information that the jolt is more important than the squeeze for hard rigid molds, it was thought possible to obtain this, with a flat squeeze head, leading to the design of a four post machine without the expensive squeeze feature.

## CONCLUSION

It is fairly reasonable to forecast that green sand will continue to be the most important medium for making molds, well into the foreseeable future. The demand for castings in the developed countries will decrease further, and alternative methods and materials will be adopted. The foundries which survive the market changes that will take place during this transition will have to mechanize more effectively and economically as basic labor, will either be too expensive or unobtainable.

## References

1. John H. Price-Davies, Foundry Trade Journal, 1980
2. K.E.L. Nicholas & W.R. Roberts, British Foundryman, 1963
3. W. Wiebelhau, SCRATA Conference Proceedings, 1973
4. H. R. Golka, Production of High Density Moulds by Jolt & Squeeze
5. J.W. Nimmo, Inverness, Illinois

www.emi-inc.com  
216.651.6700



The Benchmark in Engineering  
and Manufacturing...by Design

Rely on our family of companies for your next foundry project:

EMI, Osborn, SPO, Sutter, GF, Herman, Bartlett  
& Snow, Milwaukee, +IMPACT+, Wedge

- Automatic High Pressure Molding Machines
- Core Machines
- Green Sand Molding Machines
- Automatic Matchplate Molding Machines
- Jolt Units
- Mold Handling
- Turnkey – Design, Build, Install



EMI 1419 Matchplate Molding Machine

Booth #655



Cleveland, Ohio







La Referencia en Ingeniería y Fabricación...  
por Diseño

www.emi-inc.com  
216.651.6700

Confíe en nuestra familia de compañías para su próximo proyecto de fundición:

**EMI, Osborn, SPO, Sutter, GF, Herman, Bartlett  
& Snow, Milwaukee, +IMPACT+, Wedge**

- Equipos de Moldeo Automático a Alta Presión
- Corazonadoras
- Máquinas de Moldeo en Verde
- Moldeadoras Automáticas de Caja Cerrada (Matchplate)
- Unidades de Sacudido
- Manejo de Moldes
- Llave en Mano – Diseño, Construcción, Instalación



EMI 1419 Matchplate Molding Machine



Stand N°655





**Gerald Senk**  
Presidente  
EMI, Inc.  
[www.emi-inc.com](http://www.emi-inc.com)



### Puntos destacados del Artículo

1. Máquinas de Sacudido y Prensado
2. Automatización de Moldeo con Placa Modelo
3. Máquinas de Llenado por Gravedad vs. Máquinas de Llenado por Soplado
4. Sistemas de Moldeo Horizontal de Caja Cerrada
5. En-línea vs. Circuito Cruzado vs. Líneas de Pallet



Las Fundiciones, para guiar sus negocios, al sortear los variados ciclos económicos y las presiones del mercado, son concientes de la necesidad de reinversión en equipamiento para aumentar la productividad y la necesidad de disminuir el contenido manual de la producción de fundición, mientras aún están produciendo piezas de calidad de manera económica en un mercado cada vez más demandante. Desde su posición, los fabricantes de máquinas de moldeo deben proveer el equipo y/o proceso de moldeo debidamente desarrollado para alcanzar estos requerimientos, mientras al mismo tiempo mejoran la calidad de la pieza y la limpieza y seguridad del ambiente.

La evolución continua de la mecánica en el moldeo en verde evolucionó desde una simple mesa de sacudido, que solía compactar la arena en la caja de moldeo, a los sistemas automáticos actuales, que producen más de 400 moldes por hora, con muy poco o nada de trabajo manual. La calidad del molde que se logra hoy en día en las máquinas de moldeo es tal que muchos de los viejos defectos que se asociaban con moldeo en verde se eliminaron o se redujeron de manera significativa, ya sea usando una acción de sacudido y prensado simultánea, o un prensado a alta presión para minimizar el movimiento de la pared del molde durante el colado y la solidificación.

El moldeo en verde se mantiene atractivo para los fundidores por dos razones principales:

1. la producción de arena en verde es y será siempre menos costosa, ya que el precio de los ligantes químicos continúa elevándose aún por encima de la inflación.
2. las fundiciones con arena en verde no son intensivas en mano de obra.

un obstáculo que disuade a las fundiciones de pasarse al moldeo en verde es el alto costo de capital de incluso una simple planta mecanizada. Sin embargo, las fundiciones debieran notar que el aumento de productividad que se logra con equipos de moldeo en verde compensa la inversión con el tiempo y tiene el potencial de importantes ganancias.

Sin embargo, antes de embarcarse en una inversión de costo importante de moldeo en verde, deben preguntarse y responderse algunas preguntas para tener certeza si es necesario invertir en algún tipo de equipamiento mecánico de moldeo.

- a. ¿Cuál es su producción actual de moldes / cuáles los requerimientos futuros?
- b. ¿Es consistente y confiable la calidad de las piezas actuales?
- c. ¿Es demasiado alto el descarte de piezas?
- d. ¿Son mis tiempos de entrega demasiado largos para grandes volúmenes?

## Soluciones De Equipos De Moldeo Standard



### Equipos De Sacudido Y Prensado Standard

Para minimizar la primera inversión para moldeo en verde, las máquinas standard de moldeo poseen una gran ventaja ya que la fundición puede comenzar a producir moldes en verde con una inversión inicial razonable, y el resto del equipo de manejo de moldes puede construirse a lo largo del tiempo. Estos equipos pueden ser pequeños como las sacudidoras 212/214, pueden ser mayores como las máquinas moldeadoras y sacudidoras 722 & 730. Estas máquinas usan casi cualquier molde sobre (superior) y bajero (inferior) standard y se combinan con cualquier matriz. Pueden usarse varios tamaños de molde en una misma máquina, lo cual entrega flexibilidad de producción y amplitud de productos.

Cuando el sobre y bajero se moldean a la vez la solución es un equipo standard de moldeo Matchplate (de caja cerrada). La eficiencia global operativa de estos equipos depende mucho de la habilidad del operador para llevar a cabo las operaciones manuales del equipo. Cuando se implementan los sistemas de manejo de moldes mecánico, como se mencionó antes, los equipos se vuelven más productivos.



### Moldeo Automático Horizontal Caja Cerrada (Matchplate)

Luego del desarrollo de la tecnología de moldeo del sacudido, golpe y prensado (jolt, rap, squeeze), se puso el foco de la producción de maquinaria de moldeo en verde en el sistema de transporte que se diseñaron para reducir la necesidad de apoyarse en tanto labor manual para lograr una tasa de producción eficiente. Las máquinas automática de moldeo horizontal de caja cerrada, conocidas como equipos de moldeo matchplate, se diseñaron e introdujeron a la industria de las fundiciones en USA por primera vez a mediados de 1960. El uso de estas máquinas creció mucho más rápido que cualquier otra innovación en la producción de moldes en verde durante los últimos 60 años.

La razón principal de este éxito continuado en los EEUU y otros países fue que muchas fundiciones pequeñas y medianas eran del tipo “Squeezer Shops”, usando máquinas standard de sacudido y prensado o Roto-lifts (con sistema de volteo) con cajas intercambiables (marcos) y placa intermedia (matchplate). Con tantos diseños disponibles de matchplate de los fabricantes de equipos, era común que las fundiciones instalen uno de estos equipos y usen los patrones ya existentes de sus propios clientes.

Estas máquinas de moldeo automático de caja cerrada son unos equipos relativamente económicos para automatizar el moldeo. El equipo produce un molde completo en un ciclo y necesita solamente de un operador que pueda colocar los corazones que sean necesarios, de esta manera quitando la carga de depender tanto en la labor manual para la manufactura del molde. La producción puede ser de más de 200 moldes por hora sin corazones. Si se requiere colocar corazones, para mantener al máximo la producción, se puede complementar con un colocador automático de corazones, aunque el nombre automático no es el más preciso, ya que se necesita de una persona que coloque el corazón o los corazones en la unidad.

#### En el moldeo sin caja se utilizan dos tipos de llenado de moldes:

1. Por Gravedad & prensado
2. Por Soplado & prensado

El proceso de moldeo tanto para los equipos por gravedad como para los de soplado es virtualmente idéntico. Consecuentemente, nuestros comentarios subsiguientes aplicarán por igual a cualquiera de ellos.

Con la sopladora, la placa matriz (o patrón) está sujeta entre los marcos del sobre y el bajero los cuales se levantan de un costado, de modo que el patrón quede vertical. Se sopla arena hacia abajo desde un par de ranuras de soplado para llenar las cajas desde arriba. Esto quiere decir que la arena, la cual viaja a muy alta velocidad, debe realizar el cambio de dirección en el ángulo correcto para llenar las cavidades profundas o bolsillos del molde. Como resultado, frecuentemente aparecen problemas de llenado en las cavidades más pronunciadas o profundas de los moldes de arena en verde. Los equipos de moldeo por Gravedad & Prensado mostraron mejor consistencia en la calidad del molde y son más apropiados para moldes con cavidades profundas y diseños intrincados.

Esta ha sido una debilidad bien conocida de las sopladoras desde que se inventaron hace 50 años. Aún cuando los equipos más nuevos giran los marcos y patrones de costado, esencialmente es un “soplido-lateral” relativo a la placa patrón.

Un soplido a unos típicamente 40 o 50 psi de presión pre-compacta la arena antes de su prensado. Esto vuelve necesario un prensado más intenso en los equipos de soplado para intentar forzar la arena a introducirse en las cavidades del diseño. A menudo esto da como resultado un molde que es más duro de lo deseable en las áreas planas del patrón y en la línea de división, pero demasiado blando en cavidades profundas del molde. Estas presiones más altas de prensado requieren patrones de mayor espesor y más costosos para evitar que el mismo se flexione o parta. *Si una cavidad de un molde de arena en verde no se llena por completo durante el ciclo de soplado, es virtualmente imposible prensarlo lo suficientemente fuerte para corregir este problema.*

Las fundiciones de aluminio no quieren hacer un molde demasiado duro para evitar los problemas de gas atrapado que apareja un molde con problemas de permeabilidad. Los equipos sopladores a veces tienen problemas en esta área debido al hecho de que deben prensar más fuerte para tener una calidad de densidad de molde aceptable en las cavidades más profundas. *El punto importante es que la dureza del molde por sí sola no es necesariamente bueno ; ¡lo que es bueno es tener densidad uniforme y repetibilidad!*

Presionar demasiado un molde de arena en verde puede provocar su rotura en lugar de una distribución adecuada del diseño. La investigación probó que el incremento en la presión de prensado por encima de 140 psi resulta insignificante. Aún más, presiones de prensado mayores causan un fenómeno llamado spring-back en la arena. Bajo estas condiciones la arena retrocede luego del

prensado y se pierde el control de las tolerancias dimensionales del molde. Como no hay suficiente espacio entre los granos de arena para la expansión térmica normal, van a aparecer defectos debido a la expansión en la pieza y otros defectos debidos al quiebre o agrietamiento del molde.

Hay mejoras más recientes en los equipos que utilizan gravedad para llenar las cajas de moldeo. La arena se esparce de manera pareja por sobre el diseño con un aireador y las cajas & placa patrón se mantienen vibrando durante el llenado. Luego se prensa al molde de acuerdo a la “receta” que controla una computadora. La arena en el molde aún es altamente fluidiza y normalmente puede compactarse con una dureza de molde de más de 90 psi con una presión de prensado de solamente 100psi.

Como se mencionó previamente, cualquier proyección u obstrucción mayor en el diseño de la placa patrón dificulta el logro de un llenado de adecuada densidad del lado opuesto del molde a la ranura de llenado. Esto causa el efecto comúnmente conocido como “efecto sombra” que es una marca suave en el molde. Estas marcas ligeras impiden que el molde tenga una densidad uniformemente densa y son una fuente de problemáticos defectos y piezas rechazadas. Esta es la razón por la cual generalmente se limitan a las sopladoras a los moldes más pequeños o con geometrías simples o sin depresiones profundas.

Las piezas grandes, asimétricas o profundas usualmente requieren el uso de placas patrón con una línea de partición desplazada. Esta línea desplazada creará un obstáculo adicional a la arena soplada en un ángulo de 90° respecto de la superficie de la placa patrón. La obstrucción es por lo menos equivalente al desplazamiento de la línea de partición del patrón.

Debido a que cualquier cosa asomando del patrón puede exacerbar estos problemas, el proceso de soplado limita severamente la ubicación en el molde del bebedero, canal de alimentación y montantes. Esto se vuelve un gran problema cuando se necesitan grandes montantes o cuando la placa patrón está abarrotada en su geometría. La ubicación del bebedero y del canal de alimentación a la pieza se encuentran restringidas aún más debido al lugar que ocupa el cilindro de prensado y otros mecanismos en la parte trasera del cabezal de prensado. Esta restricción puede causar un problema con la eficiencia del diseño de la distribución en el molde y de la cantidad de piezas que pueden obtenerse por molde. También limita al diseño imponiendo la dirección en que se debe orientar el mismo dependiendo del equipo y su eficiencia en la colocación de corazones o su eficiencia en el llenado.

Los patrones con bolsillos profundos para moldes de arena en verde usualmente requieren venteos para funcionar con sopladoras. Estos venteos se usan en un intento de hacer que la arena caiga dentro de las cavidades más profundas. Esto incrementa el costo de la placa patrón y más adelante trae algunas complicaciones por su mantenimiento. Aunque los venteos en las cajas se necesitan para ventilar el molde, no son muy efectivos para rellenar los bolsillos. Si se soplan ambas mitades del molde al mismo tiempo, la presión de soplado en ambas mitades son iguales. Por lo tanto, ¿cómo podría un venteo de un lado para hacer llenar una cavidad tener alguna diferencia? Algunas sopladoras tienen la capacidad de soplar primero el bajero (molde inferior) y luego el sobre (molde superior), o a la inversa, dependiendo cuál de ellos tenga las cavidades más profundas. A esto se lo llama “staggered-blow” (Soplado por etapas). La teoría es que el aire escapará por los venteos del patrón y durante el proceso arrastrar la arena dentro de las cavidades. La realidad puede ser algo diferente.

El aceleramiento del desgaste del marco y la placa patrón es un problema debido al efecto “arenado” causado por el soplado de arena. Cualquier proyección en la placa patrón directamente en el camino del soplo de arena se desgastará más rápido y en esas zonas se experimentará el mayor deterioro. Además, los costos operativos y los tiempos muertos debido a la cantidad de sellos de soplado y venteos de placas patrones que necesitan mantenimiento y reemplazo.

Presionar los moldes de ambos lados requiere que ambas mitades del molde se llenen con arena de manera uniforme, y que las presiones de prensado en ambos cilindros estén perfectamente balanceadas. De otra manera, el resultado será una placa patrón dañada o rota. Los usuarios de máquinas sopladoras deben ser muy cuidadosos para ajustar los parámetros del programa del equipo durante cada cambio de patrón. Intentar hacer un molde que no es lo suficientemente alto para un diseño particular puede romperse o dañarse fácilmente. La alta compactabilidad de la arena al hacer un molde que tiene insuficiente arena puede romper el patrón.

Al contrario, los equipos de prensado que llenan por gravedad desde el fondo y luego el patrón y las cajas se mueven contra un cabezal fijo de prensado. En este proceso la placa patrón esencialmente flota, de modo que las fuerzas prensadoras a ambos lados del patrón son naturalmente iguales. El sistema de control también protege contra el sobreprensado por un llenado incompleto de las cajas.

Piezas grandes inherentemente asimétricas como por ejemplo cacerolas o cajas de frenos, causan los mayores problemas a estas máquinas. Un lado con una gran cavidad va a necesitar significativamente más arena y un golpe de prensado mayor. El otro lado con una gran superficie plana va a necesitar menos arena y solamente permitirá un prensado corto. Esto es muy difícil de controlar y balancear con la capacidad limitada de las sopladoras para llenar de manera consistente y luego prensar los moldes con cavidades profundas con densidad de molde adecuada y coherente.

Las sopladoras de arena permiten solamente pequeñas variaciones en las propiedades de la arena, especialmente humedad y compactabilidad. La arena húmeda y/o niveles altos de calizas tapan rápidamente el cabezal de soplado de la máquina.

## Segregación de la Arena

La mayor parte de los trabajadores de la fundición está al tanto de los problemas de segregación de la arena que ocurre al transportarla de manera neumática.

El indicador de que algo de esto ocurre durante el proceso de moldeo por soplado es que el material más fino termina en la interfaz del molde, en su línea de unión. Esto reduce aún más la permeabilidad del molde y puede contribuir a problemas de gas atrapado en el molde. Al contrario, los equipos que llenan por gravedad no fluidizan la arena, por lo tanto esto no es un inconveniente. Las máquinas por Gravedad pueden ajustar fácilmente las presiones de prensado y la vibración para obtener un molde de dureza óptima y uniforme aún para los diseños más intrincados.

Puede ser difícil operar con máquinas sopladoras en climas cálidos o tropicales. Se precisa un tanque de abastecimiento cerca para entregar gran cantidad de aire a demanda. El aire debe estar seco y no puede haber fluctuaciones en la presión de aire del equipo. Se usan grandes cantidades de aire comprimido para soplar arena. En general se consumen de 3 a 4 veces la cantidad de aire comprimido que un equipo de llenado por gravedad.

Arena tibia o caliente en combinación con aire comprimido puede causar condensación en la cámara de soplado. Esto a su vez puede causar que la arena obstruya parcial o completamente la sopladora. Es difícil desechar un lote de arena que sea demasiado húmeda o demasiado seca una vez que entró a la cámara de soplado.

En un equipo de llenado por gravedad el operador puede inspeccionar fácilmente ambos lados de la placa patrón y la superficie terminada de los moldes superior e inferior (sobre y bajero) antes de cerrarlo. Con los equipos sopladores, el operador nunca ve el lado del bajero del patrón o el molde superior. Esto significa que la máquina podría estar haciendo moldes con un defecto en el molde superior y el operador nunca lo sabría.

Cualquier cosa que se coloca en la placa patrón o se introduce en el molde es un inconveniente para los equipos de soplado. Esto incluye corazones colocados en la placa patrón, enfriadores, filtros, espaciadores, arena de contacto, mangas exotérmicas, montantes abiertos o aislados, etc. El proceso de soplado antecede a todas estas operaciones, ya que la arena entrando a velocidad y acumulándose sobre la placa patrón verticalmente durante el proceso de moldeo descolocaría cualquier cosa ubicada sobre el patrón.

Como siempre debe tenerse en cuenta que la calidad de un molde de arena en verde es función del patrón y la calidad de la arena con el tercer ingrediente esencial que es la compactación y densidad uniforme del molde.

## **Sistemas De Moldeo Horizontal De Caja Cerrada**

El desarrollo del moldeo a alta presión usando cajas, ocurrió en USA a mediados de los 1950's. Estos sistemas fueron la progresión natural de la mano de obra intensiva y de la confianza en la fuerza laboral de alcanzar los objetivos de producción.

El arreglo IN-LINE (en línea) es la disposición en una línea, la cual corre paralela a la cinta transportadora de moldes. Participa en todas las etapas de manufactura del molde desde su levantado, golpe, separación de la caja, moldeo, colocación de corazones y ubicación del molde completo de nuevo en el transportador. Este sistema se diseña para aceptar tamaños de cajas en el rango desde 20" x 16" hasta 36" x 24", con una producción de entre 300 a 400 moldes por hora.

El arreglo CROSS-LOOP (circuito cruzado) tiene dos líneas de moldeo, una que produce el bajero y otra que produce el molde superior, mientras se desplazan en la cinta transportadora. Este arreglo se utiliza normalmente para tamaños de cajas por encima de 36" x 24", y/o donde se colocan corazones pesados en el molde inferior, como en un bloque de cilindros, por ejemplo. Las tasas de producción del CROSS-LOOP son menores que la del sistema EN-LINEA, normalmente entre 260 y 300 moldes por hora.

Los beneficios que estos dos sistemas ofrecen son la flexibilidad casi infinita en el uso, alta productividad y adaptación a todos los tipos de piezas fundidas, especialmente aquellas que requieren corazones donde el modelo de caja cerrada se encontró más eficiente económico. Esto se debe a que más piezas pueden producirse dentro de la misma superficie de molde que aquellos en moldes sin caja.

El colocado de corazones no enlentece la producción, ya que la zona de colocación de corazones se diseña para entregar la máxima flexibilidad, ya sea que se necesite colocar dos corazones o diez.

El llenado del Molde puede ser automático, pero siempre se diseña una zona de llenado en el sistema para mantener la flexibilidad y permitir el llenado manual de ser necesario. El costo extra de la mano de obra requerida para la colocación de corazones y llenado manuales es insignificante, ya que el sistema se mantiene funcionando con su entrega máxima, 300 a 400 moldes por hora, lo cual ayuda a la rentabilidad de la fundición completa.

Para mejorar aún más la flexibilidad de estos sistemas, las máquinas de moldeo pueden equiparse con una unidad de intercambio de patrón, de modo que se cambian los patrones dentro de estos ciclos automáticos de la producción. Se puede moldear con diferentes patrones al mismo tiempo o se lo puede variar según la necesidad y de acuerdo a la demanda de corazones y/o disponibilidad del metal.

Los sistemas EN-LINEA y CIRCUITO-CRUZADO ofrecen a la fundición el enfoque más productivo y flexible para moldeo mecánico para piezas que necesitan corazones a altas velocidades de producción de más de 250 millas por hora. El costo por molde es menor que con cualquier otro sistema, calculando el costo inicial de capital, contra los costos de productividad y funcionamiento.

Para requerimientos de producción menores o para producciones versátiles de hoy en día, muchas de estas líneas transportadoras continuas de moldeo se reemplazaron con Sistemas de Pallet. Los sistemas de Pallet ofrecen la flexibilidad de aparcar las líneas deteniéndolas para tiempos de enfriado extendidos, esto toma menor superficie en el taller debido a que la línea está más cercana y la eliminación del radio de la cinta transportadora.

Las máquinas de cualquiera de los sistemas de moldeo IN-LINE, CROSS-LOOP o los sistemas hoy en día más comunes con Pallets típicamente son de prensado a alta presión.

La investigación usando un amplio rango de presiones de prensado mostró que una pieza producida en un molde compactado a una presión de prensado de unas 100/110 libras por pulgada cuadrada, es tan preciso como uno producido usando una presión de prensado de 200 a 220 libras por pulgada cuadrada. Por lo tanto actualmente se acepta que generalmente la compactación se incrementa muy poco por encima de 140 libras por pulgada cuadrada en relación a la presión extra. Entonces, se sabe hoy que pueden producirse moldes que darán piezas fundidas con precisión y consistencia para alcanzar las especificaciones técnicas y dimensionales actuales, usando muchas menores fuerzas de prensado que las que se creían necesarias antes.

La única ventaja que se tiene al incrementar la fuerza del prensado por encima de esta presión es disminuir el tiempo que lleva hacer un molde, ya que cuanto mayor sea la fuerza inicial de prensado, menor es el tiempo que tiene que aplicarse al molde para alcanzar la compactación óptima. Esto es, cuanto mayor sea la fuerza de prensado por encima de 100 libras por pulgada cuadrada, mayor la tasa de producción, hasta lograr un pico máximo alrededor de las 200/220 libras por pulgada cuadrada. Por encima de este número, no hay mejora en la producción ni la calidad de la pieza mejora.

Usando esta información, algunos fabricantes desarrollaron distintas maneras de compactar el molde dentro de la caja. Estos son: “Blow Squeeze” Soplado y prensado, moldeadoras IMPACT con prensado, moldeo al vacío o con prensado parejo “even squeeze” (del molde superior e inferior en algunos casos) con pies compensatorios terminados en punta, para reducir el ruido operativo de la máquina al eliminar la tecnología ya probada de sacudido y fuerza de ariete. En la práctica, sin embargo, todos estos equipos tienen limitaciones, de acuerdo a qué tipo de piezas producen y son extremadamente susceptibles a las variaciones de las condiciones de la arena. También es común encontrar inconsistencia de la dureza del molde.

Adicionalmente, se logra una distribución de dureza mejorada del molde al sacudir o presionar con ariete por unos segundos para compactar de manera uniforme la arena contra la placa patrón del modelo. Luego se sacude y prensa simultáneamente compactando la parte superior del molde preferentemente contra una superficie compensatoria de prensado para sostener suficientemente la cara del molde. Algún tipo de pre-sacudido es necesario para compactar la arena de manera pareja en donde es más importante formar un molde rígido, en la cara del diseño y la línea de unión.

Ya que estos tipos de sistema de producción automatizada a alta presión requiere que la fundición utilice cajas, hay costos de mantenimiento que considerar. Las cajas para moldeo automático a alta presión son costosas, como así también los carros/pallets. Las cajas de moldeo precisan limpieza de mantenimiento y un plan de rutina de reemplazo de arandelas y pasadores. Sin embargo, deberían durar por lo menos de diez a quince años, por lo que el costo se reparte durante un largo periodo.

Estos sistemas necesitan equipos de movimiento de materiales a través de las varias etapas de la producción de moldes y el colado de piezas. El trabajo más importante que realizan es asegurar la precisión de la línea de partición. Los sistemas de transporte sostienen al molde a través de las diversas etapas de movimiento y ayudan a resistir la presión del metal líquido, permitiendo usar un molde menos rígido que en caso de no usar caja. Como para moldeo en verde el requerimiento de resistencia del molde es menor, se puede bajar el contenido de calizas. Esto reduce el costo de la preparación de arena y aumenta la permeabilidad del molde. El uso de cajas hace posible ocupar por lo menos el 80% del área del molde, mientras que en los moldes sin caja se usa hasta el 60% efectivamente.

El alto costo inicial de capital de los sistemas a lata presión EN-LINEA, CIRCUITO-CRUZADO o por con LINEAS DE PALLET limita un poco su mercado, sin embargo con vidas útiles por encima de los 25 años, esta inversión debe sopesarse tomando en cuenta el incremento de demanda y productividad que crean estos sistemas. El núcleo de estos sistemas a alta velocidad y lo que lo mantiene produciendo por encima de 300 moldes por hora, es la máquina de moldeo. Como las unidades de alta presión de sacudido y prensado, son hidráulicas, pueden ser costosas. A partir de la experiencia y conocimiento acumulados a lo largo de muchos años, sabemos que hay ciertos criterios necesarios para incluir en una máquina de moldeo de cuatro postes que produzca moldes de consistente alta calidad.

- a. una estructura rígida que soporte las fuerzas generadas por el equipo.
- b. un alimentador superior o tolva que distribuya la cantidad correcta de arena de manera pareja a la caja del molde.
- c. un Aireador para alivianar la arena que cae a la caja.
- d. Marco Superior que entregue arena por encima del marco para su prensado.
- e. una acción de sacudido previo para compactar la arena antes de prensarla.
- f. que tenga opción de presión y sacudido simultáneos para mejorar la efectividad de las fuerzas de prensado.

Una máquina de moldeo de alta presión poseerá todas estas características.

Volviendo a la investigación de los efectos del sacudido y prensado, se encontró que el sacudido era muy importante mientras que el prensado ayudaba a mejorar la rigidez del molde, pero también disminuyó el ciclo de producción cuando la presión se incrementó. Esto llevó al desarrollo de un rango de sistemas que pueden usar una máquina de moldeo en lugar de tener que utilizar dos equipos, con la utilización de un trasladador de placa patrón para hacer el molde superior y otra para el molde inferior.

Como la mayoría de los equipos de moldeo de cuatro postes incorporan un cambiador rápido de placa patrón, esta unidad puede usarse también para producir las mitades del molde superior e inferior alternativamente, haciendo posible tener solamente una máquina de moldeo en el sistema. Esto reduce inmediatamente la capacidad de producción a la mitad, pero también reduce significativamente el costo de capital. Es posible lograr hasta 100/120 moldes por hora con el uso de una única máquina con un arreglo EN-LINEA.

Volviendo a la idea de que el sacudido es más importante que el prensado para moldes duros y rígidos, se pensó que era posible obtenerlo, con un cabezal de prensado plano, esto llevó al diseño de una máquina de moldeo de cuatro postes quitando la costosa característica de prensado.

## Conclusión

Es razonable predecir que la fundición en verde continuará siendo el medio más importante entre los fundidores en arena. La demanda de piezas fundidas en los países desarrollados va a seguir bajando y se adoptarán métodos y materiales alternativos. Las fundiciones que sobrevivan a estos cambios del mercado durante esta transición van a tener que automatizarse de manera más efectiva y económicamente, ya que la mano de obra básica, será o demasiado costosa o difícil de obtener.

### References

1. John H. Price-Davies, Foundry Trade Journal, 1980
2. K.E.L. Nicholas & W.R. Roberts, British Foundryman, 1963
3. W. Wiebelhau, SCRATA Conference Proceedings, 1973
4. H. R. Golka, Production of High Density Moulds by Jolt & Squeeze
5. J.W. Nimmo, Inverness, Illinois



**Send us an idea for a simple solution anytime — if selected, you'll be published in this guide that goes to thousands of foundry people in hundreds of foundries around the world. All articles are published in English & Spanish. Plus!!! You get \$100 Palmerbucks! Palmerbucks are good for purchase of any Palmer product including parts, pattern plates, bottom boards, venting, machinery, etc. But wait!!! There's more — you also receive a serialized cast aluminum Palmerbuck plaque with felt backing for display!**  
(Sorry...Palmerbucks have to be returned when redeemed.)

**Envíenos una idea para una solución simple en cualquier momento — si se selecciona, será publicada en esta guía que llega a miles de fundidores en cientos de fundiciones alrededor del mundo. Todos los artículos se publican en inglés & español ¡Además!!!! ¡Usted gana \$100 en Palmerbucks!**

Los Palmerbucks sirven para comprar cualquier producto Palmer incluyendo repuestos, placas patrón, marcos bajeros, venteos, equipos, etc.

Pero ¡espere!!! También recibe una placa fundida de Aluminio seriada con su soporte para exhibición.

(Lo sentimos..... los Palmerbucks deben devolverse al momento de canjearlos)



**800.457.5456**



**FUNDIEXPO 2014  
Booth #116**

**[www.palmermfg.com](http://www.palmermfg.com)**

**PALMER**  
MANUFACTURING & SUPPLY, INC.

**No-Bake Machinery and Systems**

Made In USA 

## Melting & Holding Basics to Reduce Scrap

### Step #1. Analyze melting requirements

The most important step in moving to a more efficient melting operation is a thorough and accurate analysis of your current and future melting needs. Not knowing where you are now makes it impossible to plan a route to a successful future. Quantifiable data is needed to identify the opportunities and potential for improvement.

Energy efficiency is a valid concern and a major cost, but sometimes we only see the obvious and ignore other factors which contribute to the “energy footprint” of a process. It is therefore important to look at optimizing the overall contribution cost of the melting shop. Having the most energy efficient furnace won’t help if the metal input quality, metal handling and pouring practices produces scrap that has to be remelted. Not only does this result in extra energy to remelt the scrap but if you add the energy and processing costs to those scrap castings then it becomes the most expensive charge materials you have!

### Step #2. Improve melt quality to reduce returns and scrap castings (the most expensive charge materials)

Many foundries will look at Btu per lb of metal melted but not always at the amount of metal melted to get 1 lb out of the door as a good casting.

Poor yields and/or scrap means that the same metal several times; an unnecessary energy cost and reduction in efficiency. Improving the metal quality will reduce metal related scrap and effectively reduce overall energy consumption.

### Step #3. Keep melting temperatures low

Preheating of the charge using the waste heat and reducing effective melting chamber temperatures is a means of saving energy in melting but as importantly, it improves metal quality, reduces dross formation (saving money), and increases refractory life.

### Step #4. Keep holding temperature low

Holding at the lowest temperature doesn’t just save energy (aka money) but also improves metal quality. Lower temperatures mean lower hydrogen pick up and quicker degassing. Even for diecasters the improvement in metal quality will bring rewards in lower scrap rates.

Determining the right amount of heat is critical and often overlooked. Too little heat into the charge and melting will be slow and energy hungry. Too much heat



**Martin Reeves**

StrikoWestofen America  
www.strikodynarad.com

StrikoWestofen<sup>®</sup>  
America

### Article Takeaways:

1. Melt quality is the starting point to reduce scrap
2. Importance of furnace sizing
3. How poor maintenance costs your operation

What separates the best foundries from the rest? It’s the synergy created by doing all the basics – the “simple” things, right first time. Too often the “simple” things often get missed in the apparent multitude of activities in the modern cast shop.

Making scrap castings is something that none of us want to do but sometimes we start at the wrong end of the process to correct errors that created the scrap. Do you work backwards from a scrap casting to find the point of wayward process instead of starting at the beginning and building quality and process control as the foundation? It doesn’t matter what is done to the down stream processes – if the metal quality is not correct then everything else becomes more difficult, costly, and energy consuming.



and excess heat will be lost through exhaust and dross will be created. Energy input needs to match the charge; multiple smaller burners allow heat input to match energy needs while also distributing it evenly across the melt zone.

## Step #5. Keep the charge shaft full

Recuperation provides big savings, therefore, keeping the charge shaft full will allow maximum heat recovery. Preheating of charge without melting is also important to bring the charge to a point where all sections are heated through but the surface is not at the point of oxidation. At this point it is possible to “flash” melt quickly with little additional energy input. This results in reduced metal loss through oxidation, no superheating, and lower hydrogen gas content.

## Step #6. Maintenance & Cleaning

Often looked at from a maintenance perspective (but more often due to a breakdown) are in the very simple but necessary tasks associated with cleaning and keeping a furnace clean.

- Dirty thermocouples cost money and cause burners to run more.
- When burners run longer for the same bath heat, chamber temperatures are hotter, dross is formed and corundum growth is encouraged.
- A dross layer on the bath prevents efficient heat transfer and more dross formation.
- Making dross is losing metal!
  - o It's metal lost, energy and labor consumed and then it's almost given away!
  - o And taking energy and processing costs with it.

Even with today's furnace technology, cleaning furnaces is never a particularly pleasant job. In order to ensure regular cleaning takes place; make the job as easy and quick as possible with furnaces that make cleaning a manageable task. Hard to reach corners or special cleaning tools required to clean will hinder the cleaning process. Also look for furnaces that use materials that resist adhesion.

Set a sustainable schedule to keep it clean. Once a cleaning is missed, the desire to do the extra work to return it to its prior clean state evaporates and the furnace will deteriorate quickly.

## Step #6. Furnace Sizing

Correct sizing of furnace means having a furnace that is sized to accommodate reasonable production increases (and not oversized), will ensure that melting and holding are optimal while still allowing a buffer of capacity for “catch up” situations after cleaning and maintenance.

- A furnace that is too big will use additional holding energy.
- A furnace that is too small will be working beyond its capacity.
- An empty shaft means it's only a holding furnace with no recuperation of energy.
- Operating at more than the rated capacity means inconsistencies in control and no opportunities for cleaning and maintenance.
- Charging the optimum ratios of returns and ingot ensures optimum recuperation of energy and consistent metal chemistry and quality.
- Sizing furnaces according to the available charge material is as important as sizing for melt demand.

## Get the basics right first!

Like many activities in our lives there are only a handful of basic skills on which everything else is built. Trying to do complicated moves without having perfected the basic skills will only end in disaster.

Get the simple things right first is the easiest way to build a scrap reducing, energy reducing, and efficient operation. And, you may find the complicated answers are no longer needed!



**StrikoWestofen**<sup>®</sup>  
America

Efficiency. Powered by knowledge.

# Experience the Striko Furnace Advantage - Lowest Energy Consumption Lowest Metal Loss

StrikoMelter<sup>®</sup>

Westomat<sup>®</sup>

KombiMelter<sup>™</sup>

Dynarad<sup>®</sup>



Melting/Holding Furnace

Dosing/Holding Furnace



FUNDIEXPO 2014  
Booth #101



**StrikoWestofen America**

*StrikoWestofen America is a wholly owned subsidiary of StrikoWestofen Group.*

TEL: 616.772.3705

[sales@strikodynarad.com](mailto:sales@strikodynarad.com)

[www.strikodynarad.com](http://www.strikodynarad.com)

[www.strikowestofen.com](http://www.strikowestofen.com)

**StrikoWestofen<sup>®</sup>**  
America

Eficiencia. Impulsada por el Conocimiento.

# Experimente la Ventaja del Horno Striko

El Menor Consumo de Energía  
Las Menores Pérdidas  
de Metal

StrikoMelter<sup>®</sup>  
Westomat<sup>®</sup>  
KombiMelter<sup>™</sup>  
Dynarad<sup>®</sup>



Horno de Fusión/Mantenimiento

Horno de Mantenimiento/Dosificación



FUNDIEXPO 2014  
Booth #101

**StrikoWestofen America**

*StrikoWestofen America is a wholly owned subsidiary of StrikoWestofen Group.*

TEL: 616.772.3705  
[sales@strikodynarad.com](mailto:sales@strikodynarad.com)  
[www.strikodynarad.com](http://www.strikodynarad.com)  
[www.strikowestofen.com](http://www.strikowestofen.com)



**Martin Reeves**  
StrikoWestofen America  
[www.strikodynarad.com](http://www.strikodynarad.com)

**StrikoWestofen**  
America

## Puntos destacados del Artículo:

1. La calidad del metal fundido es el punto de partida para reducir scrap
2. La importancia del dimensionamiento del Horno
3. Cuánto le cuesta a su operación un pobre mantenimiento

¿Qué distingue a las mejores fundiciones del resto? Es la sinergia creada al hacer todo lo básico – las cosas “simples”, bien la primera vez. Demasiado a menudo las cosas “simples” se pierden entre la aparente multitud de actividades en la fundición moderna.

Hacer piezas de scrap es algo que ninguno de nosotros quiere pero a veces comenzamos en el extremo equivocado del proceso para corregir los errores que crearon la pieza rechazada. ¿Acaso usted trabaja hacia atrás buscando el punto en el que se desvió el proceso para llegar al rechazo en lugar de comenzar por el principio construyendo un proceso controlado y de calidad como base? No importe qué ocurre aguas abajo – si la calidad del metal es incorrecta entonces todo el resto se vuelve difícil, costoso y consume energía.

## Bases de Fusión & Mantenimiento para Reducir Scrap

### Paso N°1. Analice los requerimientos de la carga a fundir

El paso más importante para ir hacia una operación de fundido eficiente se logra mediante un análisis preciso de sus requerimientos de fusión presentes y futuros. Si no se conoce dónde se está es imposible trazar una ruta confiable a un futuro exitoso. Se precisa datos cuantificables para identificar las oportunidades y los potenciales para la mejora.

La eficiencia energética es una preocupación válida y uno de los mayores costos, pero a veces solamente vemos lo obvio e ignoramos otros factores que contribuyen a la “huella energética” de un proceso. Por lo tanto es importante cuidar que se optimiza la contribución general al costo de la fundición. No ayuda tener el horno de fusión más eficiente si el metal ingresa con baja calidad o las prácticas de manejo del metal fundido producen piezas defectuosas que deben volver a fundirse. Esto no solamente trae como resultado la energía extra para fundir el scrap sino los costos de su procesado ¡hacen que este sea el material más caro de su carga!

### Paso N°2. Mejorar la calidad de fusión para reducir los rechazos – que son los materiales de la carga más costosos

Muchas fundiciones buscarán las Btu por libra de metal fundido pero no siempre a la cantidad de metal fundido para logra 1 libra de buena pieza entregada.

Un bajo rendimiento y/o scrap que significa que el mismo metal se funde varias veces; con un innecesario costo de energía. Mejorar la calidad del metal reducirá los rechazos de piezas por defectos de material y bajará el consumo energético global.

### Paso N°3. Mantener las temperaturas de fusión bajas

El precalentado de la carga utilizando el calor residual y reduciendo las temperaturas efectivas de fusión de la cámara es una manera de ahorrar energía en la fusión, pero también es igual de importante, mejora la calidad del metal, reduce la formación de óxidos (ahorrando dinero) e incrementa la vida del refractario.

### Paso N°4. Baja temperatura de Mantenimiento

Mantener el metal en la menor temperatura posible no solamente ahorra energía (es decir dinero) sino que también mejora la calidad del metal. Unas temperaturas menores se traducen en menor absorción de hidrógeno

y un desgaseado más veloz. Aún cuando se funde en coquilla la mejora de la calidad del traerá recompensas en forma de menos piezas rechazadas.

Determinar la cantidad correcta de calor es crítico y con frecuencia se pasa por alto. Si el calor es insuficiente para la carga la fusión será lenta y hambrienta de energía. Demasiado calor y el exceso se perderá en ventilaciones y se crearán óxidos. El ingreso de energía necesita estar en coherencia con la carga; pequeños quemadores múltiples permitirán a la carga térmica satisfacer exactamente la necesidad de la carga a la vez que también la distribuye de manera pareja a lo largo de la zona de fusión.

## **Paso N°5. Mantenga la alimentación llena**

La recuperación de calor entrega grandes ahorros, por lo tanto, mantener el tornillo de carga lleno permitirá la máxima recuperación del calor. También es importante el precalentamiento de la carga antes de la fusión dándole a la carga calor en todos los sectores pero que la superficie no llegue al punto de oxidación. En este punto es posible fundir la carga en un “flash” con apenas energía adicional. Esto reduce las pérdidas de metal por oxidación, sin sobrecalentar y con un menor contenido de gas hidrógeno.

## **Paso N°6. Mantenimiento & Limpieza**

A menudo se miran estos temas desde el punto de vista del mantenimiento (aún más frecuentemente debido a una parada de máquina) sin embargo son tareas simples pero necesarias asociadas con la limpieza y mantener un horno limpio.

- las termocuplas sucias cuestan dinero y hacen que los quemadores trabajen más.
- Cuando los quemadores trabajan más para el mismo baño calorífico, las temperaturas de la cámara son más calientes, se forma óxido y se estimula el crecimiento de óxido de aluminio (corundum).
- Una capa de escoria en el baño previene una transferencia de calor eficiente y facilita la formación de más escoria.
- ¡Hacer escoria es perder metal!
  - o ¡Es una pérdida de metal, energía y trabajo relacionado que se desecha!
  - o Y se lleva con ella energía y costos de procesamiento.

Aún con las tecnologías modernas, la limpieza de los hornos nunca es un trabajo placentero. Para asegurar una limpieza regularmente; haga que el trabajo sea tan fácil y rápido como sea posible con hornos que lo hagan una tarea manejable. Si hay esquinas difíciles de alcanzar

o se precisa de herramientas especiales, el proceso de limpieza se verá entorpecido. También busque hornos que usen materiales que resistan la adherencia.

Programe las tareas de limpieza de modo que sea sustentable en el tiempo. Una vez que se ha perdido una limpieza, el deseo de sacar adelante el trabajo pendiente evaporará el deseo de devolverle la limpieza al horno y esto lo hará deteriorar rápidamente.

## **Paso N°7. Mantenimiento & Limpieza**

Un dimensionamiento correcto del horno permitirá acomodar un aumento razonable de la producción (sin sobredimensionamiento),asegurarán un uso óptimo de fusión y mantenimiento con capacidad de “buffer” para acomodarse a fluctuaciones en la producción por limpieza y mantenimiento.

- Un horno que es demasiado grande utilizará energía adicional para mantenimiento.
- Un horno demasiado pequeño se encontrará trabajando por encima de su capacidad.
- Un tornillo de alimentación vacío significa que es un horno de mantenimiento solamente sin recuperación de energía.
- Operar a mayor capacidad de la preestablecida significa inconsistencias en el control y no tener oportunidades para limpieza y mantenimiento.
- Cargar en la proporción óptima de piezas retornadas y de lingotes asegura una recuperación de energía y calidad y fórmula química consistente.
- Dimensionar los hornos de acuerdo al material de carga disponible es tan importante como dimensionarlo para la demanda.

## **Get the basics right first!**

Como muchas actividades en nuestra vida solamente hay un puñado de habilidades básicas a partir de las cuales todo el resto se construye. Intentar movidas demasiado complicadas sin tener perfeccionadas las destrezas básicas solamente puede acabar en desastre.

Entender los procesos simples primero es la manera más fácil de construir una operación eficiente, que reduce los rechazos y la energía. Y, puede que encuentre que ¡ya no necesita las respuestas complicadas!

## Advanced Centrifugal Process for High Quality Complex Castings



**William Basso**

Partner

Gravcentri LLC

[www.gravcentri.com](http://www.gravcentri.com)



### Article Takeaways:

1. Different between traditional and advanced centrifugal process
2. How an advanced centrifugal process improves the quality – with superior grain structure, and without shrinkage
3. How this process reduces waste, eliminates venting, and improves yield

With recent advances in technology and design capabilities, an advanced centrifugal casting process is far from just used to make pipe. Compared to a traditional casting process there are surprising benefits to using a centrifugal casting process due to recent developments in casting automation and data recording procedures allowing for streamlining the manufacturing process.

The advanced centrifugal process combines gravity feeding and centrifugal forces after the molten metal has been introduced into the cavity. This casting process uses a variable-speed rotating table under electronic controls that allows for optimizing centrifugal forces making it more consistent until the metal solidifies that also makes it ideal specifically for complex castings.

The ramp-up acceleration of the turntable is controlled where the rotational velocity is a time-dependent functional rotational radius of the molten metal mass and taking into account the flow rate and cooling rate of the liquid. The advanced centrifugal casting process can produce castings with more complex geometries again by optimizing centrifugal forces, a challenge with traditional centrifugal casting processes.

In addition to producing more complex parts, this process also comes with improved quality. Therefore, this process opens the door to producing complex parts in the most demanding industries including aerospace, automotive and medical.

### Improved Quality

The centrifugal process produces castings with superior grain structures resulting in consistent mechanical and physical properties. The denser alloy is forced to the outside diameter of the mold while less dense materials, impurities, slag, dross, remain to the inside diameter of the mold during the casting process. With directional solidification due to centrifugal forces, the outer edge to the inner edge forms a casting with a dense grain structure.

Advanced centrifugal castings that are implemented correctly are free from shrinkage. As the metal freezes it contracts the mold forcing the solidification to the inner diameter, hence the directional solidification outer to inner eliminates the possibility of internal shrinkage and voids.

The controlled influx technique with this casting process advantageously places the hot spot of the cooling metal at ingate so that any product shrinkage that occurs when the metal finally solidifies will occur at the ingate and thus in the sprue and/or riser to be removed.



## Minimizing Waste

Centrifugal castings do not require extensive gating and riser systems. The controlled influx technique advantageously keeps the majority of the heat at the ingate. When the ingate is designed with a riser, the riser is heated with the metal flowing into the mold making the riser size requirements less than in traditional static single gravity technique. This heated riser process, in addition to the pressurization of the riser from centrifugal force allows for: smaller risers which improve yield, lower cleaning room time since attachments are smaller, simpler gating design, more quantifiable solidification modeling, etc.

## Yield Improvements

Increasing yields by 20-30% are not uncommon with this process versus a conventional process.

## Reduces Energy Usage

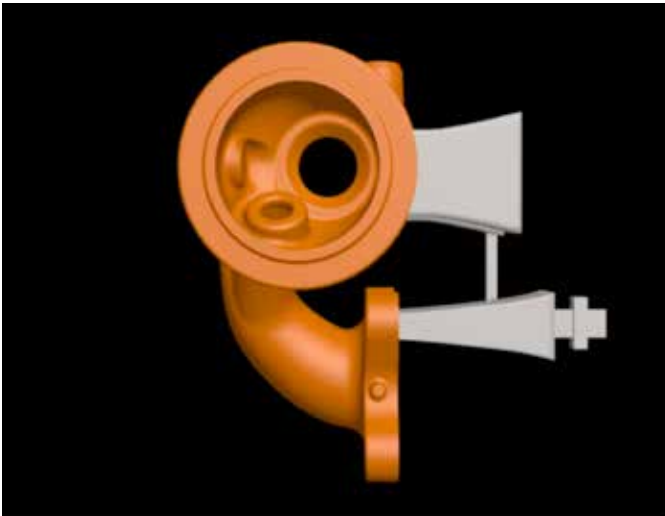
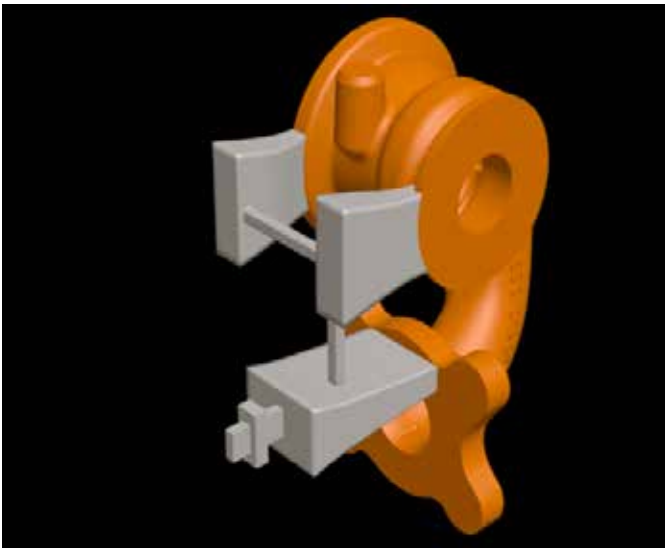
With an advanced centrifugal casting process the energy intensity and greenhouse gas generation in a number of casting market segments could be reduced by up 37%.

## Greatly Reduces or Eliminates Venting

This process reduces or eliminates the use of vents due to the controlled process, as a result both labor and cleaning costs are reduced.

Additional sand cores can be used in place of metal dies, which allow for more than one material to be processed and increases design possibilities.

Any material that can be cast with a traditional metalcasting process can be cast with advanced centrifugal casting processes.



The above 3D models are views of a complex casting with risers designed for an advanced centrifugal casting process.





**William Basso**

Partner  
Gravcentri LLC  
www.gravcentri.com



### Puntos destacados del Artículo::

1. Diferencias entre el proceso de centrifugado tradicional y el Avanzado.
2. Cómo el proceso de centrífuga avanzado mejoró la calidad de las piezas – con estructura de grano superior y sin rechupes
3. Cómo este proceso reduce los desperdicios, elimina los venteos y mejora el rendimiento

Con los recientes avances tecnológicos y de capacidades de diseño, un proceso de centrifugado avanzado es mucho más que acostumbrarse a hacer tuberías. En comparación con los procesos de fusión tradición al hay beneficios sorprendentes al usar un colado centrífugo debido a los desarrollos recientes en automatización y procedimientos de registro de datos que permiten la modernización del proceso de manufactura.

El proceso centrífugo avanzado combina la alimentación por gravedad y las fuerzas centrífugas luego de que el metal fundido se ha introducido en la cavidad. Este proceso de colado usa una mesa rotatoria con velocidad variable bajo control electrónico que permite optimizar las fuerzas centrífugas haciéndolo más consistente hasta que el metal solidifica de manera que resulta ideal específicamente para piezas complejas.

Se controla la aceleración de tipo rampa ascendente de la mesa giratoria donde la velocidad de rotación es un función dependiente del tiempo del radio de rotación de la masa de metal fundido y tomando en cuenta el caudal y la velocidad de enfriamiento del líquido. El proceso de fundición centrífugo avanzado puede producir piezas con geometrías más complejas al optimizar las fuerzas centrífugas, un desafío a la manera tradicional del proceso centrífugo.

Aparte de producir piezas más complejas, este proceso trae aparejada una mejora de la calidad. Por lo tanto, este proceso abre la puerta a producir las piezas complejas de las industrias más demandantes incluyendo la industria aeroespacial, autopartista y médica.

### Calidad Mejorada

El proceso centrífugo entrega piezas con estructuras superiores de grano que resultan en propiedades mecánicas y físicas consistentes. La aleación que es más densa es forzada hacia fuera del diámetro exterior del molde mientras que los materiales menos densos, impurezas, escoria, oxidación, permanecen en el diámetro interno del molde durante el proceso. Con una solidificación dirigida debido a las fuerzas centrífugas, del extremo externo al interno se forma una pieza con una estructura de grano denso.

Las piezas por centrifugado avanzado correctamente implementado se encuentran libres de defectos por contracción. Cuando el metal se enfría se contrae el molde forzando la solidificación hacia el diámetro interior, por lo tanto la solidificación dirigida de afuera hacia adentro elimina la posibilidad de rechupes internos y huecos.

La técnica de flujo de entrada controlado con este proceso de colado ubica ventajosamente al punto caliente del metal enfriándose en la entrada de manera que cualquier contracción del producto que ocurra cuando el metal finalmente solidifica sucederá en la entrada y por lo tanto en el canal de entrada y/o en el montante a ser quitados.

## Minimizando Desperdicios

Las piezas centrífugas no requieren sistemas grandes de alimentación o de montantes. Las técnicas de flujo de entrada controlada mantienen ventajosamente la mayor parte del calor en la entrada del metal. Cuando se diseña la alimentación con una mazarota, este montante se calienta con la entrada de metal fluyendo al molde haciendo que el tamaño de la mazarota sea menor que el que requeriría un modo tradicional de moldeo por gravedad simplemente. Este proceso de mazarota calentada, sumada a la presurización de la misma por la fuerza centrífuga permite: mazarotas más pequeñas lo cual aumenta el rendimiento, menos tiempo de desbarbado y granallado ya que hay menos que quitar, diseño de alimentación más simple, modelo de solidificación más cuantificable, etc.

## Mejoras de Rendimiento

No es raro encontrar aumentos en el rendimiento de 20-30% con este proceso en comparación con el convencional.

## Reduce el Uso de Energía

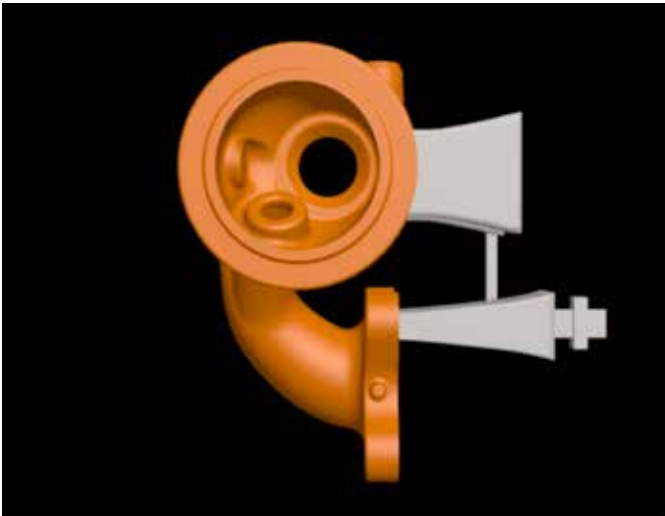
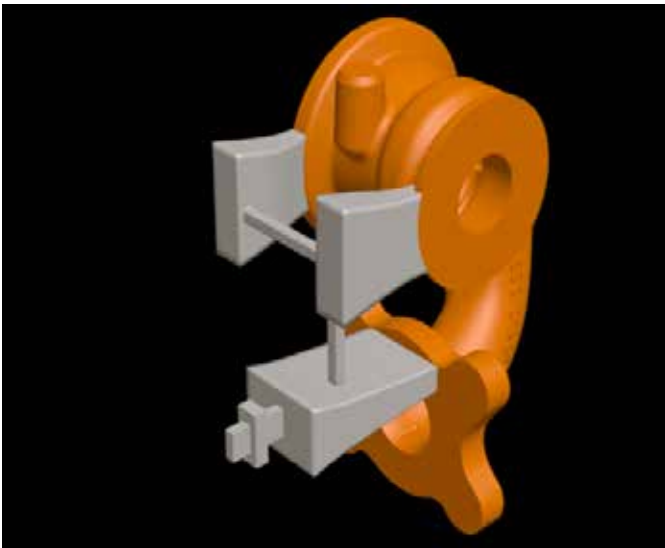
Con un proceso centrífugo avanzado la intensidad de generación de energía y gases invernadero en un amplio segmento del mercado de piezas fundidas podría ser reducido hasta un 37%.

## Reduce Dramáticamente o Elimina los Venteos

Este proceso reduce o elimina el uso de venteos debido al control del proceso, como resultado se reduce el costo en limpieza y mano de obra.

Adicionalmente pueden usarse corazones de arena en lugar de metales, lo cual permite procesar más de un material e incrementar las posibilidades del diseño.

Cualquier material que puede colarse con los métodos tradicionales de fundición pueden usarse en los procesos centrífugos avanzados.



Los modelos 3D de arriba son vistas de una pieza compleja con montantes diseñada para un proceso de colado centrífugo avanzado.



## 3 Steps to 3D Printing in Your Foundry



**Will Shambly**

President

Viridis3D

<http://www.viridis3d.com>



### Article Takeaways:

1. Use 3D printing in your foundry today
2. Picking a 3D printing strategy

#### If you accept the basic tenets that:

1. Foundries make metal parts.
2. Foundries have been using substantially the same process for thousands of years.
3. New processes like 3D printing are starting to mature to the point that they can be used in the foundry.
4. Foundries should be using 3D printing as one of the tools in their arsenal to make metal parts.

Then— you need to chart a course from the Bronze Age to digital fabrication in your own shop.

The three basic steps for implementing 3D printing into your metal casting cosmos are summed up as Design, Print, and Pour and are outlined below.

#### Step One: Design

As with any category of manufacturing technology, there are various paths to an end part, and choosing the path will influence the design of the part you are making. You'd make a part differently if you were chucking it up to manually machine it with an old Bridgeport, than you would if you were hitting "go" on a new 6 axis robotic milling station. There are many design considerations that you'd have to take into consideration before you even start to layout the design; how many of these am I going to make per run, how many runs a year, what metal am I going to make it out of, what's the surface finish and tolerance requirements, etc.

Similarly, there are several paths to a metal part when using 3D printing as your manufacturing technology and the needs of the final casting are what should determine your selection.



**1. 3D Printed Patterns:** Stable design, good draft, and you need more than 20 copies?

You or your pattern shop can print out the pattern pieces and have them in production this afternoon with no tool path calculations or CNC programming required. Most good foundries already know how to use a pattern board, so there isn't really a learning curve at all for implementation this way.

**2. Direct Pour Molds & Cores:** Still figuring out the core-pack? Need to make a "family" of parts that are all different? Just need to pour a one-off by the end of the day to get a service part in the mail?

3D printers can make sand molds and cores directly from CAD, and you can skip the tooling entirely. Castings can be made within hours of receiving a new CAD file. You can't get the design to Asia and back that fast. Printing the molds and cores lets a foundry make those profitable high complexity / low volume castings quickly and affordably. If you don't have a printer yet, make friends with your local school or service center. They'll be happy to help you out.

**3. Wax Patterns:** A few 3D printing technologies can make investment casting waxes that fit pretty well into standard processes. These are widely used for making jewelry, medical devices, and smaller models. Larger systems can make parts like pump rotors, valve bodies, oil pans, and transmission housings.

**4. Direct Metal Techniques:** Need one or two very complex, thin wall parts?

Laser melting processes combine a digital file and some metal powder into metal parts that sometimes exceed the capability of a traditional casting. GE is paving the way with "rocket science" parts for jet engines now. Jewelry, fashion, home goods, and medical implants are already being made this way.

Regardless of your choice on how to make the metal part, you (or your customer or your pattern shop) will have to get the part design into a digital format. Prices on CAD packages continues to drop, and the number of contractors that can walk in and turn a design around (using your tribal foundry knowledge) is on the rise - which means that you don't have to add a full time CAD jock to your payroll just yet. There are a few schools that are graduating small classes of metallurgy & CAD trained individuals - these candidates will be hot commodities in the immediate future.

The capability of modern desktop software is staggering; to design a casting, simulate the mechanical properties of the part, then design the mold and simulate the tempera-

ture, gas, shrinkage, etc. I sat by while a 20-something drew a part, simulated deflection based on materials property and structure, and created a simple mold of the part. It took him 20 minutes on a laptop. If he had a 3D printer, the part could have been in production within an hour. Which brings us to STEP 2...

## Step 2: Print

Most foundries don't have 3D printers yet. That's one of the rubs here. Unfortunately there are a lot of pattern shops that don't have them yet either. Given the speed of the process, and the ability to print multiple parts for multiple jobs at the same time, the efficiency of the 3D printing is maximized when the foundry has a printer on-site. I've been in plenty of foundries that have extra storage space, which is neglected or housing an old boat. I'd rather see a 3D printer on my next tour.

Printers typically run on their own software, but these packages are usually pretty standard MS Windows programs which are easier to use than CAD programs: open the file, orient the part on the screen, set up your printer, then click "print" and wait for the job to end.

Depending on the process and system you used, there will be some amount of work to get parts out of the printer, whether it's cutting off some support material, or blowing off extra powder. These tend to be pretty easy to learn labor jobs, and they don't take as long as detractors like to advertise.

Total cycle time can range from a day or two for the biggest & most complex parts, down to MINUTES.

## Step 3: Pour

- Got a pattern? You know what to do – ram it up, pour some metal, and get those parts out the door.
- Got a direct pour mold or core ready to go? Make sure it's dry, apply core wash or hard coat as necessary, and pour it off.
- 3D printed "wax" in hand? You got it, invest it. Burn it out & pour the metal on in.
- Did you print the part on one of those DMLS machines? Well, pouring is done, head to the finishing room.

A quick survey of the "2014 Castings of the Year" shows a trend towards high complexity, feature rich, thinner wall castings. The more features that can be designed into a part, the less parts you need, the less labor there is to assemble a product. Total product weight can go down, while structural qualities improve. Castings can continue to find new niches in product design, and expand their utility and market share versus other fabrication techniques.

Foundries should see 3D printing as a very viable route to make metal parts these days. 3D printers can build patterns as fast as or faster than many processes. In a growing number of cases, they can eliminate tooling cost and lead time altogether.

You can 3D print a wax for a 20 plus inch rotor in a few hours. Can you find the tools, prep, and mold one complex part with your traditional processes in just a few hours? 3D printers can also print parts for several jobs at the same time.

Foundries make metal parts. You use molds, cores, patterns, or waxes to do so. 3D printing is a set of new processes to make metal parts. 3D Printing, or Additive Manufacturing, has progressed well past its roots of "rapid prototyping," and is being used to manufacture real, durable parts every day.

**Design. Print. Pour. It's that easy. Now let's go fishing!**

### Primary 3D Printing Technologies:

1. Ink on Powder: MIT pioneered technology for a range of metal, ceramic, sand, plastic, and composite applications.
2. Laser on Powder: SLS uses lasers to fuse grains of plastic, metal, or ceramics to form solid objects with a wide variety of metals to choose from.
3. Laser on Liquid: SLA and DLP technology use photo polymer and UV light to form plastic parts.
4. Extrusion: FDM systems or "glue gun" style machines make plastic parts from a huge range of polymers. Prices range from \$500 home units to \$500,000 manufacturing systems.



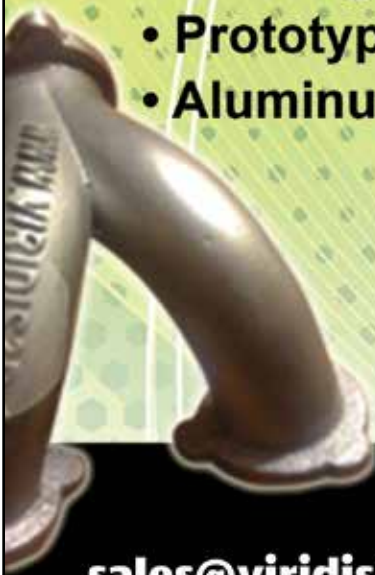


**Viridis3D** LLC

# From CAD to Casting in 7 Hours!



- 3D Printing Materials
- 3D Printing Machines & Software
- Full Systems & Custom Products
- Training to make molds/cores from CAD
- Prototype, Low Volume, Complex Castings
- Aluminum, Copper, Iron Alloy



**(978) 455-0131**

[sales@viridis3D.com](mailto:sales@viridis3D.com)  
[www.viridis3D.com](http://www.viridis3D.com)



Made in USA



**Viridis3D** LLC

# ¡Del CAD a la Pieza en 7 horas!



- Materials de Impresión 3D
- Impresoras 3D & Software
- Sistemas Completos & Productos a Medida
- Entrenamiento para hacer moldes/corazones desde el CAD
- Prototipos, Series Cortas, Piezas Complejas
- Aluminio, Cobre, Ferroaleaciones



**(978) 455-0131**

**sales@viridis3D.com**  
**www.viridis3D.com**



Made in USA

## 3 Pasos para Imprimir en 3D en su Fundición



**Will Shambly**

Presidente

Viridis3D

<http://www.viridis3d.com>



### Puntos destacados del Artículo:

1. El uso de impresoras 3D en su fundición hoy
2. Elección de una estrategia de impresión 3D

#### Si usted acepta los principios básicos que:

1. Las fundiciones hacen piezas metálicas.
2. Las fundiciones han estado usando sustancialmente el mismo proceso por miles de años.
3. Los nuevos procesos como la impresión 3D comienzan a madurar al punto de que pueden usarse en la fundición.
4. Las fundiciones deberían estar usando la impresión 3D como una de las herramientas de su arsenal para fabricar piezas metálicas.

Entonces— necesita marcarse un curso de navegación desde la era de Bronce a la de la fabricación digital en su propio taller.

Los tres pasos básicos para implementar la impresión 3D en el universo de su fundición metálica se resumen en Diseño, Impresión y Colado y se delinean debajo.

#### Paso uno: diseño

Como con cualquier categoría de tecnología de fabricación, hay muchas vías para llegar a una pieza final y elegir el camino influenciará el diseño de la pieza que está fabricando. Usted diseñaría una pieza de manera diferente si fuera a arrojarlas a un mecanizado manual en una vieja Bridgeport, que si fuera a “dar largada” a una nueva estación robótica de fresado de 6 ejes. Hay muchas consideraciones que pensar de diseño a las cuales prestarle atención antes de trazar el layout del proceso; cuántas piezas realizaré por serie, cuántas series por año, de qué aleación las voy a realizar, cuál es el acabado superficial requerido y cuales las tolerancias dimensionales, etc.

Los tres pasos básicos para implementar la impresión 3D en el universo de su fundición metálica se resumen en Diseño, Impresión y Colado y se delinean debajo.



**1. Placas Patrón impresas en 3D:** Diseño estable, buen bosquejo, ¿Y necesita más de 20 copias?

Usted o su proveedor de diseños imprime las piezas patrón y las tiene en producción esta tarde sin cálculos de trayectoria de la herramienta ni programación del CNC. La mayoría de las buenas fundiciones ya sabe cómo utilizar una placa patrón, por lo que no hay una curva de aprendizaje para la implementación de este modo de utilización.

**2. Colado Directo de Moldes & Corazones:** ¿Aún visualizando cómo será la disposición del grupo de corazones? ¿Necesita hacer una “familia” de piezas que son todas diferentes? ¿Solamente necesita colar una al final del día para entregar un repuesto que será enviado por correo?

Las impresoras 3D pueden hacer moldes y corazones de arena directamente del CAD y puede saltarse el herramental completamente. Las piezas fundidas se pueden hacer a las horas de recibir un nuevo archivo CAD. Usted no puede llevar ese diseño a Asia y de vuelta así de rápido. La impresión de moldes y corazones permite que la fundición produzca esas piezas económicamente redituables de alta complejidad / bajos volúmenes de manera accesible y rápida. Si aún no tiene una impresora, hágase amigo de la escuela o centro técnico local. Estarán felices de ayudarlo.

**3. Modelos de Cera:** Algunas pocas técnicas de impresión 3D pueden hacer las ceras para microfusión que encajan bastante bien en los procesos standard. Se usan ampliamente en joyería, dispositivos médicos y modelos más pequeños. Los sistemas más grandes pueden hacer piezas como rotores de bombas, cuerpos de válvulas, depósitos de aceite y cajas de transmisión.

**4. Técnicas de Metal Directo:** ¿Necesita una o dos piezas muy complejas de paredes delgadas?

Los procesos de fusión con láser combinan un archivo digital y un polvo metálico en piezas de metal que a veces exceden la capacidad de la fundición tradicional. GE está ahora preparando el terreno con piezas de “ciencia aeroespacial” para motores de jet. Joyería, moda, artículos para el hogar e implantes médicos se fabrican actualmente de esta manera.

Sin importar cuál sea su elección para fabricar la pieza metálica, usted (o su cliente o su fabricante del molde) tendrá que llevar el diseño de la pieza a un formato digital. Los precios de paquetes de CAD siguen cayendo y la cantidad de contratistas a los que uno entra y le logran un diseño (usando sus conocimientos de fundición tribal) está aumentando – lo que significa que no necesita agregar a su planilla un diseñador CAD a tiempo completo por el momento. Hay algunas escuelas de las que egresan técnicos con conocimiento en metalurgia & CAD – estos candidatos serán solicitados en el futuro inmediato.

La capacidad del software moderno de escritorio es impactante; de diseño a colado, simular las propiedades mecánicas de la pieza, luego diseñar el molde y simular la temperatura, los gases, rechupes, etc. Me senté junto a un veinteañero mientras



dibujaba una pieza, simulaba las desviaciones basado en las propiedades del material y su estructura y creaba un modelo simple de la pieza. Le tomó 20 minutos en una laptop. Si hubiese tenido una impresora 3D, la parte hubiese estado en producción dentro del plazo de una hora. Lo cual nos lleva al PASO 2...

## Paso 2: Imprimir

La mayor parte de las fundiciones no tienen todavía impresoras 3D. Ese es uno de los escollos aquí. Desafortunadamente hay muchos modelistas que aún no los tienen tampoco. Dada la velocidad de este proceso y la habilidad para imprimir múltiples partes para distintos trabajos al mismo tiempo, la eficiencia de la impresión en 3D se maximiza cuando la fundición tiene una impresora in situ. Estuve en una multitud de fundiciones que tienen espacio de almacenado extra, el cual queda desaprovechado o albergando un viejo bote. Preferiría ver una impresora 3D en mi siguiente visita.

Las impresoras típicamente funcionan con su propio software, pero estos paquetes son usualmente programas standard del entorno Windows que son más fáciles de usar que los programas CAD: abrir el archivo, orientar la pieza en la pantalla, preparar su impresora, luego hacer click en "print" y esperar que termine el trabajo.

Dependiendo del proceso y del sistema que usted use, habrá alguna cantidad de trabajo para sacar las piezas de la impresora, ya sea cortar algún material de soporte o soplando el polvo sobrante. Estas labores son trabajos bastante fáciles de aprender y toman tanto tiempo como sus detractores quieren publicitar.

El tiempo total del ciclo puede variar de un día o dos para las partes más grandes & complejas, hasta solamente MINUTOS.

## Paso 3: Colado

- ¿Tiene una placa patrón? Ya sabe qué hacer – apisonar la arena, colar el metal y sacar las piezas por la puerta.
- ¿Tiene un molde o corazón de colado directo listo para usar? Asegúrese que esté seco, aplique un enjuague al corazón o un recubrimiento de ser necesario y cuélelo.
- ¿tiene "cera" impresa 3D a mano? Ya lo tiene, micro fusiónelo. Quémelo & Cuele el metal dentro.
- ¿Imprimió la pieza en una de esos equipos DMLS? Bueno, el Colado está hecho, vaya al sector de acabado.

Una encuesta rápida de "las Piezas fundidas del 2014" muestra la tendencia hacia la alta complejidad, la riqueza de características, las paredes cada vez más delgadas. Cuantas más características se puedan agregar al diseño de una pieza, menos partes necesita, menor es el trabajo de mano de obra para su ensamble. El peso total del producto puede bajar, mientras sus características estructurales mejoran. Las piezas coladas pueden continuar encontrando nuevos nichos de diseño de productos y expandir utilidades y participación del mercado versus otras técnicas de fabricación.

Las fundiciones debieran ver la impresión en 3D como una ruta muy viable para producir piezas metálicas en estos días. Las impresoras 3D pueden construir moldes patrones tanto o más velozmente que como otros procesos. En un creciente número de casos, pueden eliminar el costo de herramental y también el tiempo de desarrollo.

Puede imprimir 3D una cera para un rotor de más de 20 pulgadas en pocas horas. ¿Puede encontrar el herramental, la preparación y moldear una pieza compleja en un proceso tradicional en sólo pocas horas? Las impresoras 3D pueden imprimir piezas para varios trabajos al mismo tiempo.

Las fundiciones hacen piezas de metal. Usted usa moldes, corazones, modelos o ceras para hacerlo. La impresión 3D tiene un conjunto de nuevos procesos para hacer piezas de metal. La impresión 3D o "Additive Manufacturing" fabricación aditiva, progresó mucho más allá de sus raíces de "prototipado rápido" y se usa para fabricar piezas reales, duraderas, todos los días.

**Diseño. Impresión. Colado. Es así de simple. Ahora ¡vayamos de pesca!**

### Tecnologías de Impresión 3D Primarias:

1. Ink on Powder (Tinta sobre Polvo): tecnología pionera del MIT para un rango de aplicaciones de metal, cerámicos, arena y plástico.
2. Laser on Powder (Láser sobre Polvo): SLS usa láseres para fusionar granos de plástico, metal o cerámicos para formar objetos sólidos con una amplia gama de metales para elegir.
3. Laser on Liquid (Láser sobre Líquido): la tecnología SLA y DLP usa fotopolímeros y luz UV para formar piezas plásticas.
4. Extrusión: los sistemas FDM o al estilo de "pistola de pegamento" hacen piezas plásticas a partir de un gigantesco rango de polímeros. Los precios van desde \$500 para unidades hogareñas hasta sistemas de producción de \$500,000.

