

**RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACIÓN DE MODELOS DE
POLIESTIRENO PARA EL PROCESO DE MODELO PERDIDO**

Contenido

1. Material de Poliestireno	2
1.1. Densidad del Poliestireno	2
1.2. Estado de Secado del Poliestireno	2
1.3. Calidad del Poliestireno.....	3
2. Encolado y Encintado de los Modelos	4
2.1. Encolado.....	4
2.1. Encintado.....	4
3. Rotulación de Modelos de Poliestireno	5
4. Colocación de Elementos de Fijación, Transporte y Manipulación	6
4.1. Tubos Metálicos en Agujeros para Bulones de Transporte	6
4.2. Cáncamos de Transporte.....	6
4.3. Casquillos Roscados	7
4.4. Elementos para Sujeción, Transporte y Manipulación Posteriormente Eliminados.....	8
5. Refuerzo de Elementos Débiles	10
5.1. Torretas	10
5.2. Ranuras de Amarre de Base a Prensa	10
5.3. Asiento de las Bases	11
5.4. Velas de los Pisadores	12
6. Minimización de Calcinados	14
6.1. Salida de Retales	14
6.2. Salida de Retales: Desahogos.....	14
6.3. Alojamiento de columna o casquillo de guiado	15
6.4. Zonas estrechas (Inferiores a 50 mm).....	15
6.5. Conjunto de pasos y librados muy estrechos.....	15

1. Material de Poliestireno

En primer lugar, es necesario mencionar que la base para obtener piezas de fundición de calidad mediante modelo perdido de poliestireno está condicionada por la calidad del propio modelo. De esta forma y con el objeto de obtener piezas de fundición de calidad, Fundiciones Fumbarri considera fundamental mejorar el intercambio de conocimientos y la relación



entre **diseñadores, modelistas, controladores y fundidores**. Con este fin, Fumbarri quiere aportar su experiencia y problemática, y que esta serie de recomendaciones contribuyan a mejorar la calidad de las piezas de fundición.

A continuación, se detallan los aspectos más importantes del material de poliestireno empleado para la construcción de los modelos:

1.1. Densidad del Poliestireno

Es FUNDAMENTAL que la densidad del poliestireno sea la habitualmente empleada en la construcción de modelos, es decir, aprox. a 20 Kg/m³. Este hecho es esencial ya que esta densidad es la empleada para establecer una relación con la densidad del hierro, permitiendo estimar la cantidad de hierro que debe ser vertida en el molde. En el caso de emplear un material de otra densidad puede ocurrir que:

- a) Si la densidad es menor de la normalizada, existe el riesgo de que se estime una cantidad menor de la necesaria, provocando que el molde no se llene y, por consiguiente, la pérdida tanto del modelo como de la pieza.
- b) Si la densidad es mayor, la colada se hará con una cantidad excesiva de hierro, pudiéndose encontrar el fundidor con varias toneladas de sobra en la cuchara, que no tiene dónde verter.

Por otro lado, un poliestireno de baja densidad se estropea y se rompe con más facilidad, además de que presenta una calidad superficial inferior tras el mecanizado del modelo, la cual se trasmite a la pieza de fundición.

1.2. Estado de Secado del Poliestireno

Respecto al estado de secado del poliestireno es esencial saber que, si el poliestireno está demasiado fresco al fabricar el modelo, éste pierde su humedad y se contrae una vez terminado. Si a esta contracción se le añade la correspondiente a la de la solidificación del hierro puede suponer una importante problemática en cotas grandes debido a las diferencias con el plano.

Para corroborar este hecho, Fumbarri realizó un estudio de la contracción del poliestireno. Para ello, se hizo un seguimiento del proceso de secado en estufas, tanto de placas en bruto

procedentes de fábrica como de modelos construidos en poliestireno. Se constató que las placas podían sufrir una merma de hasta un 0.30% en función de la frescura del material y de hasta un 0.20% en modelos construidos en este material.

Teniendo en cuenta lo descrito en estos dos primeros puntos, y para evitar posibles problemas en pieza, donde su corrección es costosa o imposible, se recomienda encarecidamente que se tenga en cuenta la calidad del poliestireno EN DOS ASPECTOS:

1. Para poder emplear las planchas de poliestireno, éstas deben contraerse completamente. Para ello, debe pasar el tiempo suficiente desde su fabricación hasta su utilización en la construcción de modelos, de manera, que no se vean afectadas las cotas de los mismos a posteriori.
2. La densidad del poliestireno así curado debe ser aprox. 20 Kg/m³, para evitar falsear los cálculos.

1.3. Calidad del Poliestireno

Para la obtención de un buen acabado superficial de las piezas fundidas, es fundamental que la calidad del poliestireno sea buena y que el acabado superficial sea fino, en este sentido recomendamos:

- Las planchas de poliestireno deben de estar fabricadas con perlas (bolas) de diámetros pequeños (Ø1,5 a Ø2,5 mm):
- Las condiciones de mecanizado del poliestireno deben de ser las adecuadas, de tal forma que no se produzca arrancamientos de material ni se queme por fricción.



- La utilización de herramienta de corte en buen estado y de calidad, es crucial para obtener acabados superficiales finos. Se recomienda la utilización de herramienta específica para el mecanizado de poliestireno.
- La calidad superficial de la fundición, está condicionada por la finura que tenga el modelo. Si el acabado del modelo es fino se obtendrá una superficie en la fundición fina.



2. Encolado y Encintado de los Modelos

2.1. Encolado

El encolado de los modelos de poliestireno es de gran importancia ya que un correcto encolado de las planchas y capas es fundamental para asegurar una rigidez suficiente que asegure que el modelo no se rompa en su manipulación. El proceso de encolado debe de realizarse de forma



minuciosa sobre caras paralelas, asegurando que la cola cubre toda la superficie de unión y que las uniones al encolarse no son forzadas. Se recomienda, prestar especial atención, en cruzar las placas para que su unión no se produzca en un único plano, lo cual debilitaría el modelo y facilitaría su rotura en el pintado, secado y en otros procesos de manipulación.

2.1. Encintado

Del mismo modo, un buen encintado es esencial para cubrir las uniones entre las placas o capas del modelo, y evitando así que la pintura refractaria y/o arena penetre en el interior de las encoladuras.



El encintado debe realizarse sobre todas las uniones que tenga el modelo tanto exteriormente como interiormente ya que es la única forma de evitar la separación de las uniones o encoladuras. Para ello, se recomienda la utilización de cintas adhesivas, con buena adherencia, que aguanten la humedad y que tengan elasticidad.



3. Rotulación de Modelos de Poliestireno

El tipo, tamaño y posicionamiento de los rótulos influye sobre la correcta legibilidad de los rótulos en sobre relieve. En este sentido Fumbarri realiza las siguientes recomendaciones:

- a) Tipo: Las letras, números y logotipos no deben ser huecos o deben tener el suficiente espesor para resistir el estufado de los modelos.



- b) Tamaño: Proponemos que los rótulos tengan el mayor tamaño posible que el modelo permita.



- c) Relieve: Los rótulos deben tener los vértices marcados y sobresalir como mínimo 5 mm

- d) Posición: Es aconsejable que las referencias estén situadas en zonas en las que la reacción molde-metal afecte en menor medida, es decir, lo más cercanas posible a la cara de trabajo.



FUMBARRI ACONSEJA QUE LAS REFERENCIAS SE COLOQUEN EN LA ZONA ENMARCADA EN ROJO SOBRE LA FOTOGRAFÍA

4. Colocación de Elementos de Fijación, Transporte y Manipulación

4.1. Tubos Metálicos en Agujeros para Bulones de Transporte

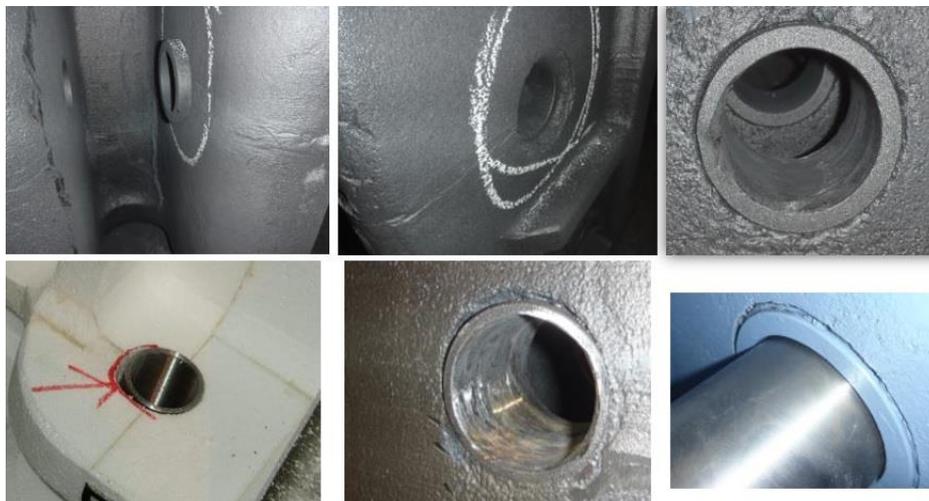
En todos los casos, se recomienda que los tubos para bulones de transporte vengan del modelista montados, encolados y encintados. De esta forma, se asegura que los tubos estén bien ajustados, sin que quede ningún espacio por el que penetre la pintura refractaria y que genere discontinuidades entre el tubo y la fundición.



Muy importante es que, en la nota de entrega de los modelos, figure el peso de los insertos por cada marca.

A consecuencia de entregar los tubos sin montar, encolar y encintar, puede ocurrir:

- Que tengan holgura en el modelo de poliestireno, provocando que durante el transporte y almacenamiento de los modelos se produzca el desprendimiento de estos elementos, originándose roturas en distintas partes del mismo, así como posible riesgo de accidente.
- Que los tubos se descentren o desplacen en el proceso de pintado o moldeo y en consecuencia queden desplazados o descentrados en la pieza una vez fundida.



4.2. Cáncamos de Transporte

Los cáncamos de transporte, tienen que venir del modelista montados, encolados y encintados. La zona del modelo que soporta el peso del elemento metálico, no debe estar posicionada en la zona de encoladura de las capas del modelo, de esta forma se evita que se desprenda en la estufa de secado, debido a su peso.



En la nota de entrega de los modelos debe venir indicado el peso de los insertos por cada marca.

4.3. Casquillos Roscados

Para poder manipular los modelos sin riesgo de roturas y/o deformaciones, los casquillos roscados deben venir por separado en una caja con la identificación del Cliente, OT, Marca y Número de insertos que debe contener.



De esta manera, se podrá llevar un control de que llegan todos los insertos necesarios para cada modelo ya que se reciben insertos de diferentes formas que pueden coincidir en diámetro, además de que permite identificar qué insertos corresponden a cada modelo. Las cajas que contengan los insertos deben ser lo suficientemente resistentes para soportar su peso y permitir su transporte.

Sin embargo, esta forma de proceder conlleva dos inconvenientes para las fundiciones a la hora de gestionar un elevado número de insertos. Por un lado, existe el riesgo de que se fundan modelos sin haber colocado los insertos por error. Y, por otro, se plantea un problema de trazabilidad entre modelos y los insertos que correspondan a cada uno. Para tratar de minimizar estos problemas, los modelos e insertos deben recepcionarse bajo las siguientes premisas:

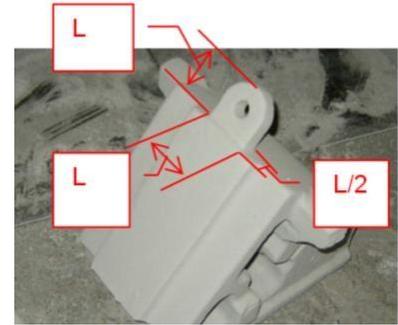
- a) Los alojamientos en los que deben ser introducidos los insertos, tienen que tener un diámetro ligeramente inferior al del inserto (alrededor de 2 mm menos) con objeto de que éste entre a presión en la fase de moldeo, una vez el modelo esté pintado y seco.
- b) Estos alojamientos no pueden ser pintados a la hora de aplicar la capa refractaria en los modelos, por lo que deben venir de modelista preparados de la siguiente manera:
 - Cada alojamiento debe estar tapado con un tapón de poliestireno a presión, de manera que no pueda salirse. Para que el tapón (y por lo tanto el alojamiento) sea reconocible, debe sobresalir al menos 40 mm de la superficie del modelo.
 - Para que este tapón no se confunda con una meseta del modelo, debe estar marcado con la letra “T” en relieve. No sirve pintar la letra “T” con rotulador, ya que debe ser visible una vez cubierto el modelo con la pintura refractaria.

Siguiendo estas instrucciones, el modelo puede ser pintado sin que entre pintura al alojamiento. Y, una vez seca la pintura, el tapón será extraído y quedará el alojamiento libre de pintura y listo para introducir el inserto.

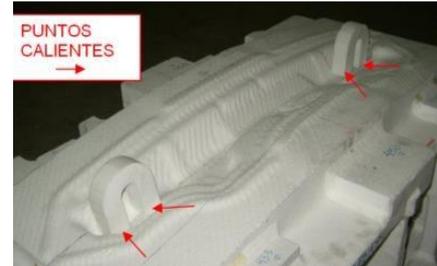
2. Argollas

Las argollas se emplearán para piezas de menos de 100 Kg y la superficie de unión a la pieza, debe ser tal que, longitud que sobresale (L) = longitud de unión a pieza (L), con un ancho de unión de la mitad de dicha longitud (L/2).

Muy importante es que la unión de la argolla al modelo sea en radio, ya que si es con arista viva merma su resistencia y aumenta su fragilidad.



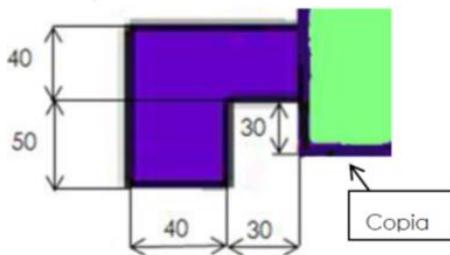
En ocasiones, las argollas van colocadas inadecuadamente en caras de trabajo, generando puntos calientes que pueden provocar rechupes. Por esta razón, Fumbarri recomienda que siempre que exista la posibilidad, estos elementos se sitúen sobre superficies no funcionales que minimicen la importancia de la aparición del mencionado rechupe.



3. Pies, Patas o Superficies de Apoyo

Este tipo de elementos no deben sobresalir excesivamente de la pieza ya que resultan frágiles en las operaciones de desmoldeo y rebabado, pudiendo originar arrancamiento de material de la pieza al desprenderse súbitamente. Estas patas irán colocadas preferiblemente en zonas no mecanizables.

Medidas recomendadas para las patas de apoyo adosadas en los machos o pisadores.



En ningún caso deben sobresalir en exceso ya que no se garantiza su integridad en el proceso de la fundición, haciendo imposible la manipulación segura de las piezas.



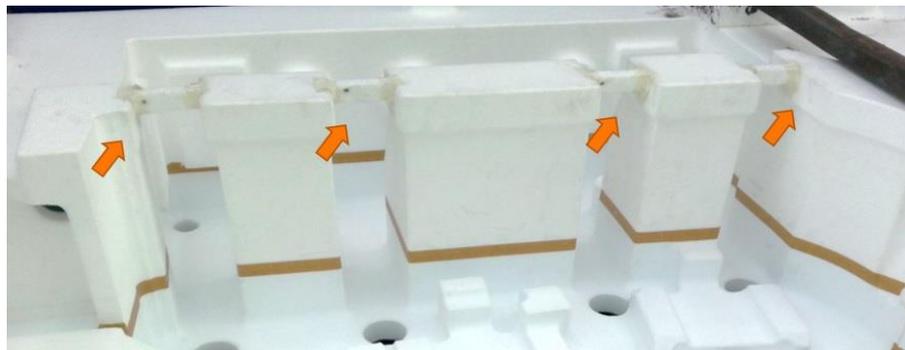
5. Refuerzo de Elementos Débiles

Para asegurar la integridad de los modelos y las piezas una vez fundidas es imprescindible reforzar las zonas débiles. Cualquier elemento que sobresalga en el modelo, debe venir reforzado de modelista para que no sufra rotura, bien en el mismo modelo como en la pieza fundida. Del mismo modo, las zonas débiles que estén situadas haciendo esquina, exteriores o salientes también han de ser reforzadas. Los tirantes a emplear serán de un grosor acorde al elemento a reforzar, siendo el mínimo de 20 x 20 mm.



5.1. Torretas

Es importante que, en las bases, los modelistas unan las torretas (asientos de cuchillas, tacos, matrices, reacciones, etc.) entre sí con tirantes, de tal forma que las torretas no queden aisladas. Esto sirve para reforzarlas, evitando que se deformen o rompan. Además, de que se asegura un correcto llenado de la pieza.



En este caso, los tirantes deben ser mínimo de 20 x 20 mm y máximo de 40 x 40 mm. Esta dimensión se elegirá en función del tamaño de la torreta a unir y espacio disponible.

5.2. Ranuras de Amarre de Base a Prensa

Estos elementos por su forma y posición debilitan la estructura de la pieza. A la hora de diseñar o fabricar los modelos, se tiene que tener en cuenta que estos elementos, así como la propia brida del origen de la base en los extremos estén lo suficientemente protegidos o reforzados para que tengan la debida resistencia y no se deformen o rompan en el proceso de moldeo, desmoldeo y/o rebarbado.

Se recomienda que las ranuras de los extremos estén cerradas en el modelo para su posterior mecanizado, ya que si se dejan abiertas resultan excesivamente frágiles al manipular la pieza en el desmoldeo y rebabado.

Del mismo modo, las ranuras de amarre de las bases de los troqueles deben venir cerradas en los modelos. Se recomienda que las ranuras se fabriquen en el modelo cerradas totalmente o cerradas parcialmente.



5.3. Asiento de las Bases

Se recomienda que los extremos del asiento de las bases, que tengan o no ranuras de amarre, se diseñen de forma reforzada. En este sentido estas áreas nunca deben quedar en voladizo.



5.4. Velas de los Pisadores

Para asegurar la rectitud y verticalidad de las velas en los pisadores, es necesario que el modelista entregue junto con el pisador una plantilla con los agujeros de las velas realizados. Se recomienda que esta plantilla venga ya montada desde el modelista ya que de esta forma se asegura que no se rompan en el transporte.

- Aunque los pisadores sean simétricos se fabricarán dos plantillas. Esto es debido a que las plantillas no se recuperan una vez se moldee el pisador.
- La plantilla de poliestireno debe ser de un espesor de 40 ó 50 mm y disponer de tantos agujeros como velas disponga el pisador.
- Los agujeros en la plantilla serán de un diámetro 4 mm mayor que el diámetro de las velas.



Por otro lado, las velas son elementos muy frágiles, con lo que a la hora de diseñar estos elementos recomendamos que se unan entre sí o se dimensionen lo suficiente para que sean elementos rígidos.



Las velas no deben tener un diámetro inferior a 80.

Las uniones de las velas a los pisadores siempre deben ser en radio o en chaflán, NUNCA EN ARISTA VIVA.

A la hora de fabricar las velas, el modelista debe evitar que sean elementos postizos y si lo son, encolarlos y encintarlos debidamente para evitar que se separen o entre pintura refractaria en su interior.



6. Minimización de Calcinados

Uno de los mayores defectos en la fundición son los calcinados. Generalmente es debido a que la pieza dispone de puntos calientes y que, no habiendo una refractariedad suficiente, la arena se calcina y se pega al fundido, originando:

Aumento en el tiempo de rebabado de las piezas.

Penetración de arena y pintura refractaria, dificultando el mecanizado.

Para evitar las calcinaciones, se recomienda a la hora de diseñar las piezas, que los accesos (huecos) sean lo más amplios posibles, de tal forma que se pueda prensar la arena con la mano. En este sentido, a continuación, se muestran ejemplos de diseños desfavorables para evitar la aparición de calcinados.

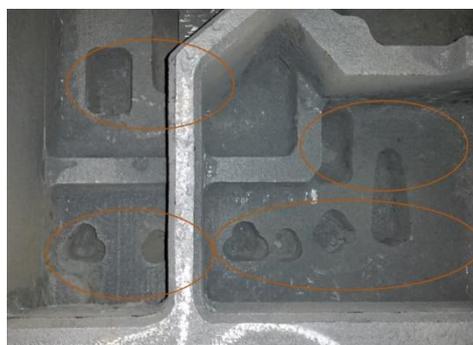
6.1. Salida de Retales

Las salidas de retales menores a 30 mm se tienen que dejar cerradas en el modelo ya que en pasos estrechos se calcina la arena.



6.2. Salida de Retales: Desahogos

Se deben intentar evitar la realización de los desahogos mostrados en la siguiente fotografía ya que generan calcinados. Estos calcinados además de incrementar el tiempo de rebabado, generan dificultades e incremento en el tiempo de mecanizado.



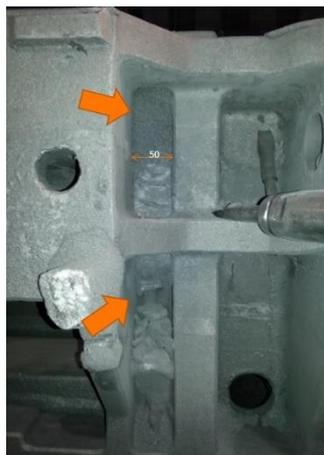
6.3. Alojamiento de columna o casquillo de guiado

Se ha dejado un espacio en la parte trasera y lateral estrecho donde ha calcinado la arena. Son zonas difíciles de moldear e imposibles de rebabar. Para evitar la calcinación no se debería de haber generado estos huecos.



6.4. Zonas estrechas (Inferiores a 50 mm)

Se han generado puntos calientes y de difícil prensado de la arena, por lo que se han generado los consiguientes calcinados. Para evitar esto los huecos no deberían ser menores a 120 mm.



6.5. Conjunto de pasos y librados muy estrechos

Se han generado puntos calientes y de difícil prensado de la arena. A la hora de diseñar, se tiene que proveer la posibilidad de introducir la arena.

