



TECNOFUND

Equipos de Ensayos para
Arenas de Moldeo

DEFECTOS EN PIEZAS FUNDIDAS CAUSADOS POR ARENAS DE MOLDEO Y LOS ENSAYOS LABORATORIALES PARA AUXILIAR EN LAS SOLUCIONES



PUBLICACIÓN TÉCNICA

PUBLICACIÓN: TT-001E

REVISION: 01 / FECHA: 19/05/2020

TECNOFUND EQUIPOS DE ENSAYO PARA ARENAS DE MOLDEO

Dirección: Rua Leonis, 245 / Contagem / MG / Brasil / CEP 32241-280 – www.tecnofund.com.br

CONTENIDO

1 – OBJETIVOS DE LA PUBLICACIÓN	4
2 – TABLA DE CORRELACIÓN ENTRE EL DEFECTO EN LA PIEZA FUNDIDA, EL ORIGEN Y LOS ENSAYOS	5
2.1 – PARTE 1	5
2.2 – PARTE 2	6
2.3 – PARTE 3	7
2.4 – PARTE 4	8
2.5 – PARTE 5	9
2.6 – PARTE 6	10
3 –TABLAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS	11
3.1 - Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV	11
3.2 - Ensayo de friabilidad	12
3.3 - Ensayo de resistencia a la partición en verde	13
3.4 - Ensayo de resistencia a la compresión en caliente – RCC	14
3.5 - Ensayo de resistencia a la tracción en húmedo – RTH	15
3.6 - Ensayo para determinación de la arcilla activa.	16
3.7 - Ensayo de compactabilidad de la mezcla.	17
3.8 - Ensayo de resistencia a la tracción en verde – RTV	18
3.9 - Ensayo de permeabilidad en verde	19
3.10 - Ensayo de permeabilidad de arena base.....	20
3.11 - Ensayo de humedad de la arena de moldeo	21
3.12 - Ensayo de resistencia a la tracción en arena-resina	22
3.13 - Ensayo para determinar los volátiles	24
3.14 - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo.....	25
3.15 - Ensayos para determinar la arcilla AFS	26
3.16 - Ensayo de fluidez de la arena en verde	27
3.17 - Ensayos de dureza de moldes	28
3.18 - Ensayo para determinar el volumen y presión de gases.....	29
3.19 - Ensayo de permeabilidad de procesos de arena-resina (diversos procesos)	30
3.20 - Ensayo de dureza para procesos de arena-resina (diversos procesos).....	31
4 – EJEMPLOS DE DEFECTOS DE FUNDICIÓN CAUSADOS POR ARENAS DE MOLDEO	32
4.1 – Orificios de soplado / cavidades provenientes de afuera del metal.	32
4.2 - Orificios de soplado / cavidades provenientes de adentro del metal	33
4.3 – Cicatrices y porosidades	34
4.4 – Rugosidad o codificación ilegible	35
4.5 – Penetración metálica	36
4.6 – Erosión	37
4.7 – Escamas de expansión (Dartas)	38
4.8 – Inclusión de arena	39
4.9 – Inclusión de bentonita	40

4.10 – Inclusión de carbono brillante (lustroso)	41
4.11 – Cáscara de naranja / piel de caimán	42
4.12 – Penetración por explosión	43
4.13 – Pequeños poros (pinholes)	44
4.14 – Bordos o contornos deformados del molde.....	45
4.15 – Moldes partidos o rotos.....	46
4.16 – Rotura de machos (corazones).....	47
4.17 – Colas de rata o ratón.....	48
4.18 – Aletas (envenado)	49
4.19 – Sinterización	50
4.20 – Variación dimensional	51
4.21 – Machos (corazones) con alta porosidad.....	52
5 – ELABORACIÓN DESTAA PUBLICACIÓN TÉCNICA.....	53
6 – BIBLIOGRAFIA	53

1 – OBJETIVOS DE LA PUBLICACIÓN

1.1 – Presentar e ilustrar una serie de defectos en piezas fundidas y sus probables orígenes o causas. Los orígenes y causas presentadas en esta publicación están relacionadas principalmente a las arenas de fundición de los procesos de arena en verde para moldes y en la fabricación de corazones y modelos con procesos de área-resina.

1.2 – Mostrar una correlación entre los ensayos que miden determinadas características de las arenas asociadas con los defectos, juntamente con los equipos Tecnofund que realizan estos ensayos. Así se facilita la consulta de ensayos, equipos e accesorios.

1.3 - Esta publicación no tiene la finalidad de dar soluciones para las causas de los defectos mostrados, eso siempre será realizado por profesionales y especialistas en arenas de moldeo que tratan de este tema.

2 – TABLA DE CORRELACIÓN ENTRE EL DEFECTO EN LA PIEZA FUNDIDA, EL ORIGEN Y LOS ENSAYOS



Origenes de defectos mostrados en verde indican que son ensayos o características que pueden ser medidos por equipos Tecnofund,

2.1 – PARTE 1		
TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Orificios de soplado / cavidades provenientes de afuera del metal	<ul style="list-style-type: none"> En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Humedad elevada; - Permeabilidad inadecuada; - Exceso de materiales combustibles; Exceso de agua libre. En los corazones (procesos de arena-resina): <ul style="list-style-type: none"> - Exceso de sustancias combustibles. - Exceso de % de resina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de humedad de la arena de moldeo - Ensayo de permeabilidad en verde - Ensayo para determinar los volátiles - Ensayo para determinar el volumen y presión de gases
Orificios de soplado / cavidades provenientes de adentro del metal	<ul style="list-style-type: none"> En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Baja permeabilidad. Adentro del metal fundido: <ul style="list-style-type: none"> - Elevado teor de gases; - Reacción del Carbono con óxidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de permeabilidad en verde - Ensayo para determinar el volumen y presión de gases
Cicatrices y porosidades	<ul style="list-style-type: none"> En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Presencia de impurezas; - Falta de arena base. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo - Ensayo de permeabilidad de arena base
Rugosidad o codificación ilegible	<ul style="list-style-type: none"> En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Deficiencia de la mezcla; - Uso de arena base muy gruesa; - Exceso de arcilla activa; - Exceso o falta de volátiles; - Excesiva friabilidad de la arena; Uso excesivo del separador. En el molde: <ul style="list-style-type: none"> - Molde quebrado cerca de la codificaciones; - Localización inadecuadas de las codificaciones en el modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo - Ensayo de permeabilidad de arena base - Ensayo para determinación de la arcilla activa - Ensayo para determinar los volátiles - Ensayo de friabilidad

2.2 – PARTE 2

TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Penetración metálica	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Baja refractariedad de la arena base; - Fluidez insuficiente de la mezcla; (arena arriba de 50 °C o muy húmeda); - Problemas en la pintura utilizada en los moldes (si aplicable); - Exceso de grumos “pelotillas” en la arena, pueden ser pedazos de corazones o residuos metálicos. • En el molde: <ul style="list-style-type: none"> - Ambiente oxidante en la cavidad del molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo para determinar la fluidez de la arena en verde - Ensayo de humedad de la arena de moldeo - Ensayo para determinación de la compactabilidad de la mezcla
Erosión	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Arena muy seca (elevada velocidad de producción de los moldes); - Uso de arena base muy gruesa; - Exceso de finos o sales en la arena de moldeo. • En el modelo (maquinado): <ul style="list-style-type: none"> - Ataques mal localizados (mal proyectados); 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo para determinación de la compactabilidad de la mezcla - Ensayo de humedad de la arena de moldeo - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo - Ensayo de permeabilidad de arena base - Ensayos para determinar la arcilla AFS
Escama de expansión (Dartas)	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Preparación deficiente de la mezcla de arena; - Empleo de bentonitas con baja resistencia a la tracción en húmedo; - Sistema de retirada de los finos de arena con problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de resistencia a la tracción en húmedo – RTH - Ensayo para determinación de la arcilla activa - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo - Ensayo de permeabilidad en verde - Ensayo de friabilidad
Inclusión de arena	<ul style="list-style-type: none"> - Normalmente este defecto proviene de otros defectos como: escama de expansión, erosión, compresión, penetración por explosión. • En el molde (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Exceso de friabilidad del molde; - El molde fue raspado durante la colocación del macho (corazón/noyo); - limpieza inadecuada del molde; - Negligencia en la colocación de los corazones en el molde; - Cierre de los moldes hecho de manera incorrecta; • En la arena de los corazones: <ul style="list-style-type: none"> - Corazones presentan restos de arena en la superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo para determinación de la compactabilidad de la mezcla - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo

**TECNOFUND**Equipos de Ensayos para
Arenas de Moldeo**PUBLICACIÓN
TÉCNICA**

NÚMERO: TT-001E

REVISION: 01

FECHA: 19/05/2020

PÁGINA: 7 / 53

2.3 – PARTE 3

TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Inclusión de bentonita	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): - Valor elevado de arcilla activa en la mezcla.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo para determinación de la arcilla activa
Inclusión de carbono brillante (Lustroso)	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): - Probable exceso en la adición de carbón.- Presencia excesiva de pedazos de corazones en la mezcla de arena;• En la arena de corazones (procesos de arena-resina): - Corazones hechos con exceso de resina.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo para determinar los volátiles- Ensayo para determinar la resistencia la tracción en arena-resina- Ensayo de dureza para procesos de arena-resina (diversos procesos)
Cáscara de naranja / piel de caiman	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): - Alto contenido de arcilla activa de la mezcla (causado por exceso de bentonita o problemas en la eficiencia de la mezcla); - Baja plasticidad de la mezcla resultante de un exceso de finos en el sistema.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo para determinación de la arcilla activa- Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV
Penetración por explosión	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): - Problemas de permeabilidad de la mezcla asociada a la humedad.• En el molde: - Evaporación explosiva de agua en la superficie del molde en contacto con el metal líquido.• En el metal fundido: - Expansión del metal durante el proceso de solidificación (para casos específicos de hierro gris).	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo de humedad de la arena de moldeo- Ensayo para determinación de la compactabilidad de la mezcla- Ensayo de permeabilidad en verde- Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV- Ensayos para determinar la dureza de moldes
Pequeños poros (pinholes)	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): - Presencia de carbonatos en la arena. - Humedad elevada; - Alta Compactabilidad; - Alto nivel de volátiles.• En la arena de corazones (procesos de arena-resina): - Alto contenido de nitrógeno en la resina de la mezcla; - Presencia de carbonatos en la arena; - Alto contenido de nitrógeno en la pintura utilizada para corazones; - Secado incompleto de la pintura.• En el metal fundido: - Para hierro nodular es la presencia de aluminio o titanio.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo de humedad de la arena de moldeo- Ensayo para determinación de la compactabilidad de la mezcla- Ensayo para determinar los volátiles

**2.4 – PARTE 4**

TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Bordes o contornos deformados del molde	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde):<ul style="list-style-type: none">- Baja plasticidad de la arena causada por aumento del contenido de cenizas y de arcilla inerte;- límite de deformación en verde insuficiente mismo que la arena tenga una buena resistencia a la compresión en verde relativamente elevada.• En el molde:<ul style="list-style-type: none">- Tensiones de compresión y tracción existentes en las cavidades de los moldes sobre la arena.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV- Ensayo de resistencia a la tracción en verde – RTV- Ensayo de resistencia a la partición en verde
Moldes partidos o rotos	<ul style="list-style-type: none">• En la arena de moldeo (proceso de arena en verde):<ul style="list-style-type: none">- Baja plasticidad de la arena en verde causada por aumento del contenido de cenizas y de arcilla inerte;- limite en la deformación en verde insuficiente mismo que la arena tenga una resistencia a la compresión en verde relativamente elevada;- Baja resistencia a la compresión en caliente de la arena.• En el molde:<ul style="list-style-type: none">- Tensiones de compresión y tracción existentes en las cavidades de los moldes sobre la arena.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV- Ensayo de resistencia a la tracción en verde – RTV- Ensayo de resistencia a la partición en verde- Ensayo de resistencia a la compresión en caliente – RCC
Rotura de machos (corazones)	<ul style="list-style-type: none">• En el proceso de arena-resina:<ul style="list-style-type: none">- Bajo contenido de resina;- Mala calidad de la resina;- Erosión de los corazones por alta friabilidad;- Falta o exceso de estufado (cuando aplicable);- Tiempo de almacenamiento prolongado;- Presión metastásica excesiva de la granalla metálica;- Destrozamiento del corazón (escama);- Descuido en el manoseo durante las operaciones de fabricación, limpieza, almacenamiento y colocación de los corazones en el molde y también su transporte.	<ul style="list-style-type: none">- Ensayo para determinar la resistencia la tracción en arena-resina- Ensayo de friabilidad

2.5 – PARTE 5

TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Colas de rata o ratón	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Preparación deficiente de la mezcla de arena; - Empleo de bentonitas con baja resistencia a la tracción en húmedo. • En el sistema succión de finos: <ul style="list-style-type: none"> - Deficiencia de succión y aumento de la cantidad de finos inertes en el sistema de arena. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de resistencia a la tracción en húmedo – RTH - Ensayo para determinación de la arcilla activa - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo - Ensayo de permeabilidad en verde
Aletas (envenado)	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Excesiva friabilidad en el molde. • En el molde: <ul style="list-style-type: none"> - Muchas partes y puntas del molde se quiebran; - Muchas fallas de ajuste entre los corazones y el molde. • En los corazones (procesos de arena-resina): <ul style="list-style-type: none"> - Rebarbado mal hecho o no ejecutado; - Caja de corazones mal cerrada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV - Ensayo de resistencia a la tracción en verde – RTV - Ensayo de resistencia a la partición en verde - Ensayo de friabilidad
Sinterización	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Utilización de bentonitas (arcillas) con altos grados de activación. • En el molde: <ul style="list-style-type: none"> - Penetración del metal líquido en las porosidades del molde; - Oxidación o reacción del metal en contacto con el molde; - Vaporización del metal o de óxidos, con una subsecuente condensación del molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de humedad de la arena de moldeo - Ensayo para determinación de la arcilla activa
Variación dimensional	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (proceso de arena en verde): <ul style="list-style-type: none"> - Baja resistencia de la mezcla de arena. • En la arena de moldeo y corazones (procesos de arena-resina): <ul style="list-style-type: none"> - Baja resistencia de los machos o moldes hechos con paredes muy finas; - Fallas en la preparación de los machos o moldes como: estufado y cura deficientes. - Mala ubicación de los corazones y fallas operacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV - Ensayo de resistencia a la compresión en caliente – RCC - Ensayo para determinar la resistencia la tracción en arena-resina

2.6 – PARTE 6

TIPO DE DEFECTO	ORIGEN	ENSAYOS RELACIONADOS
Machos (corazones) con alta porosidad	<ul style="list-style-type: none"> • En la arena de moldeo (procesos de arena-resina): <ul style="list-style-type: none"> - Arenas impropias para hacer determinados tipos de corazones; - Fluidez de la arena muy baja; - Permeabilidad de la arena muy alta; - Tamices para la arena con problemas; - Pintura de corazones mal hecha. 	-Ensayo de permeabilidad de procesos de arena-resina (diversos procesos)



3 –TABLAS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

3.1 - Ensayo de resistencia a la compresión en verde – RCV

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 5202-09-S AFS 2209-12-S	COMPRESSION STRENGTH, GREEN OR DRIED MOLD STRENGTH	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Máquina de ensayos modelo MRUD-e o MRUD-e-NET</p>  <p>Medidor portátil de resistencia de moldes para procesos de arena en verde, modelo MR-50.</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INICIO](#)

3.2 - Ensayo de friabilidad

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 2248-11-S	<i>FRIABILITY</i>	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Máquina de ensayos de moldabilidad y friabilidad modelo DTM</p>
OBSERVACIONES		

[VOLTVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.3 - Ensayo de resistencia a la partición en verde

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS-2207-09-S	<i>SPLITING, STRENGTH GREEN</i>	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Máquina de ensayos modelo MRUD-e o MRUD-e-NET</p>
OBSERVACIONES		
<p>El ensayo de resistencia a la partición utiliza las mismas probetas y equipos del ensayo de RCV con la diferencia de las mordazas del ensayo, pues en vez de la probeta ser comprimida la fuerza de ruptura es hecha por los costados de la probeta. En el ensayo de partición en las máquinas MRUD-e la probeta es puesta parada hacia arriba.</p>		

[VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.4 - Ensayo de resistencia a la compresión en caliente – RCC

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 5234-08-S	COMPRESSIVE STRENGTH, HOT 1-1/8" DIA X 2 " TEST SPECIMEN	
EQUIPOS COMPLEMENTARES		EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Apisonador modelo MM-E (yá viene con el extractor) para hacer las probetas del ensayo de RCC en la máquina modelo MRCD</p>  <p>Balanza semi-analítica</p>		 <p>Máquina de ensayos modelo MRCD</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.5 - Ensayo de resistencia a la tracción en húmedo – RTH

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 2206-12-S	<i>TENSILE, WET, MOLDING SAND</i>	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Aparato para la medición de la resistencia a la tracción en húmedo modelo AMTU-e</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.6 - Ensayo para determinación de la arcilla activa.

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 2210-00-S	<i>METHYLENE BLUE CLAY TEST, ULTRASONIC METHOD, MOLDING SAND</i>
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Balanza analítica</p>	 <p>Conjunto para medir la arcilla por el método de azul de metileno, modelo DAM</p>
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INICIO](#)

3.7 - Ensayo de compactabilidad de la mezcla.

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 2220-00-S	<i>COMPACTABILITY OF MOLDING SAND MIXTURES, RAMMER METHOD.</i>
AFS 2221-00-S	<i>COMPACTABILITY OF MOLDING SAND MIXTURES, SQUEEZER METHOD.</i>
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
 <p>Tolva de carga y tamiz estándares modelo FP y extractor de probetas modelo ECP</p>	<p>Presentamos 04 variaciones de modelos para hacer este ensayo:</p> <p>1 – Modelos con indicación analógica como el modelo mecánico MM y un modelo neumático denominado COP.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>MM</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>COP</p> </div> </div> <p>2 – Modelos electrónicos digitales como un modelo mecánico automático denominado MM-e y un modelo neumático electrónico denominado COP-e.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>MM-e</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>COP-e</p> </div> </div>
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 3](#) [INÍCIO](#)

3.8 - Ensayo de resistencia a la tracción en verde – RTV

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 205-87-S	<i>GREEN TENSILE STRENGTH – STANDARD</i>	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Aparato para medir la resistencia a la tracción en verde modelo AMTV-e</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INICIO](#)

3.9 - Ensayo de permeabilidad en verde

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS-5224-13-S	<i>PERMEABILITY, STANDARD AFS 2" DIA. X 2" TEST SPECIMEN</i>	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	 <p>Permeámetro de arenas de moldeo modelos PER-e o PER-e-NET.</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.10 - Ensayo de permeabilidad de arena base

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS-1119-08-S	PERMEABILITY, BASE	
ACCESORIOS	EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
 <p>Apisonador modelo MM Extractor modelo ECP</p>	 <p>Balanza semi-analítica</p>	<p>Permeámetro modelo PER-e o PER-e-NET con el o accesorio modelo AP-03 para permeabilidad de arena base.</p>  <p>PER-e-NET AP-03</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [INICIO](#)

3.11 - Ensayo de humedad de la arena de moldeo

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 2216-00-S	<i>MOISTURE, INFRARED, DETERMINATION IN MOLDING SAND</i>
AFS 2217-00-S	<i>MOISTURE, CALCIUM CARBIDE METHOD</i>
AFS 2219-00-S	<i>MOISTURE DETERMINATION, OVEN METHOD</i>
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
<p>Pueden ser utilizados los equipos:</p> <p>1 – Secadores infrarojos modelos AIDU-1 o AIDU- 2</p>  <p>2 – Determinador de humedad por carburo de calcio.</p>  <p>3 – Estufa para secado de diversos materiales.</p> 	 <p>Balanza semi-analítica</p>
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.12 - Ensayo de resistencia a la tracción en arena-resina

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 3320-08-S AFS 3301-08-S	TENSILE STRENGTH, HOT, 1" THICK TENSILE SPECIMEN TENSILE STRENGTH, 1", THICK TENSILE SPECIMEN
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
<p>1 – Para hacer la mezcla es utilizado el mezclador planetario modelo BP y una balanza semi-analítica:</p>  <p>2 – Para procesos de arena-resina en cura en frio pueden ser hechas probetas de 2 maneras: 2.1 –Usando un apisonador mecánico modelo MM em conjunto con el accesorio AM-04.</p>  <p>MM</p> <p>AM-04</p> <p>2.2 – Molde para hacer de modo manual las probetas, modelo AM-08.</p> 	<p>1 - Para a realizar el ensayo de tracción en frio podemos utilizar: 1.1 – Para valores de ensay hasta 2kN se utilizada la máquina modelo MRUD-e o MRUD-e-NET con el accesorio de tracción modelo AM-07.</p>  <p>AM-07</p>  <p>MRUD-e-NET</p>

AM-08

3 – Para procesos de arena-resina sopladados en cold box (caja fría) o hot box (caja caliente) se pueden utilizar los modelos:

MSL-CB – Para procesos cold box (caja fría)
MSL-HB – Para proceso hot box (caja caliente)
MSL-HC – Para los procesos cold y hot box.



MSL-HC

1.2 – Para valores de ensayo hasta 5kN es utilizada la máquina modelo DAP-e o DAP-e-NET que ya acompaña el accesorio de tracción en frío (modelo AD-03)

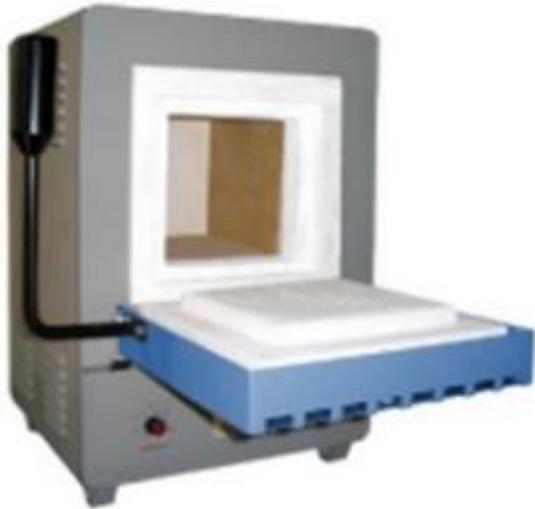


DAP-e-NET

OBSERVACIONES

[VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 4](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.13 - Ensayo para determinar los volátiles

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS-2213-11-S	VOLATILE MATERIAL AT 900F (482C) OR 1200F (649C)	
EQUIPOS COMPLEMENTARES		EQUIPO PRINCIPAL
 <p>Foto ilustrativa de um forno.</p>		 <p>Balanza semi-analítica</p>
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 3](#) [INÍCIO](#)

3.14 - Ensayos para determinar las características granulométricas de las arenas de moldeo

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 1105-12-S	<i>SIEVE ANALYSIS (PARTICLE SIZE DETERMINATION OF SAND)</i>
EQUIPOS PRINCIPALES	EQUIPO COMPLEMENTAR
<p>Juego de tamices para análisis granulométrica modelo JP</p>  <p>Tamizador de laboratorio electrónico modelo AEP</p> 	<p>Balanza semi-analítica</p> 
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 1](#) [VOLVER PARTE 2](#) [VOLVER PARTE 3](#) [VOLVER PARTE 5](#) [INÍCIO](#)

3.15 - Ensayos para determinar la arcilla AFS

DOCUMENTO	TÍTULO	
AFS 2110-04-S	CLAY, AFS METHOD	
EQUIPOS COMPLEMENTARES		EQUIPOS PRINCIPALES
<p>Agitador mecánico modelo AMR</p>  <p>Balanza semi-analítica</p> 		<p>Siguen 2 métodos para el lavado de la arena para determinar la arcilla AFS: 1 - Lavador automático de arena modelo SLA</p>  <p>2- Conjunto para lavado manual modelo SLM</p> 
OBSERVACIONES		

[VOLVER PARTE 2](#) [INICIO](#)

3.16 - Ensayo de fluidez de la arena en verde

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS-228-87-NS	<i>Flowability testing of molding sands – indicator method – non-standard</i>
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
<p>Balanza semi-analítica y extractor de probetas.</p> 	<p>Apisonador mecánico automático digital para determinar la fluidez de la arena en verde, modelo MM-e.</p> 
OBSERVACIONES	
La medición de la altura de la probeta tiene que ser con una precisión de 0,1 mm.	

[VOLVER PARTE 2](#) [INÍCIO](#)

3.17 - Ensayos de dureza de moldes

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 2230-11-S	HARDNESS, MOLD (HARDNESS, GREEN SURFACE) (DETERMINAÇÃO DA DUREZA DE MOLDE EM AREIA VERDE)
EQUIPOS PRINCIPALES	
<p>Siguen dos modelos de aparatos para medir la dureza superficial de moldes em verde:</p> <p>1 – Durómetro digital para moldes de baja y media compactación, modelo DDT-B (Escala B AFS):</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>2 – Durómetro digital para moldes de alta compactación, modelo DDT-C (Escala C AFS):</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 3](#) [INÍCIO](#)

3.18 - Ensayo para determinar el volumen y presión de gases

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 5300-10-S	GAS EVOLUTION
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPO PRINCIPAL
<p>Balanza semi-analítica.</p> 	<p>Aparato para medir el volumen y la presión de los gases en arenas de moldeo. Modelos DVG-e. o DVG-e-NET.</p> 
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 1](#) [INICIO](#)

3.19 - Ensayo de permeabilidad de procesos de arena-resina (diversos procesos)

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 5223-13-S	PERMEABILITY, MOLD AND CORE (PERMEABILIDADE DE MOLDES E MACHOS)
EQUIPOS COMPLEMENTARES	EQUIPOS PRINCIPALES
<p>1 – Para hacer la mezcla se utiliza una mezcladora planetaria modelo BP y una balanza semi-analítica, excepto para procesos de arena shell moulding:</p>  <p>2 – Para hacer las probetas sopladas en los procesos cold box (caja fría) o hot box (caja caliente)::</p>  <p>3 – Para hacer las probetas en el proceso shell moulding::</p> 	<p>Permeámetro de arenas de moldeo modelo PER-e o PER-e-NET y los accesorios modelos AP-01 para permeabilidad medida en el molde o corazón y AP-04 para la medición en la probeta.</p>  <p>Método 1:  Método 2: </p> <p>AP-01 AP-04</p>
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 6](#) [INÍCIO](#)

3.20 - Ensayo de dureza para procesos de arena-resina (diversos procesos)

DOCUMENTO	TÍTULO
AFS 3318-10-S	HARDNESS, SCRATCH
EQUIPO PRINCIPAL	
Aparato portátil y digital para medir la dureza de moldes y probetas hechas con procesos de arena-resina, modelo DDM:	
	
OBSERVACIONES	

[VOLVER PARTE 3](#) [INICIO](#)

4 – EJEMPLOS DE DEFECTOS DE FUNDICIÓN CAUSADOS POR ARENAS DE MOLDEO

4.1 – Orificios de soplado / cavidades provenientes de afuera del metal.

Descripción / Aspecto del defecto

- Estos orificios de soplado (cavidades) provenientes de afuera del metal pueden tener dimensiones variables y estar aisladas o en grupos. Ocurren en ligas de hierro.
- Normalmente estas cavidades pueden estar próximas a la superficie de la pieza y están cubiertas por una fina camada de metal, sin que sea posible percibir antes de la limpieza o maquinado del fundido.

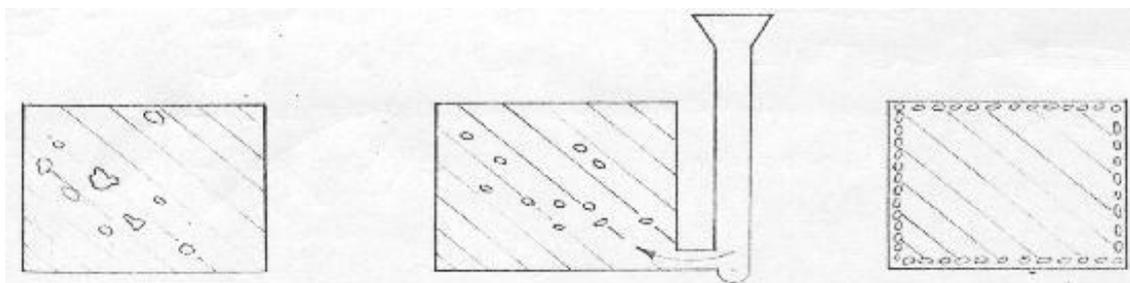


Figura 1

Figura 2

Figura 3



Figura 4

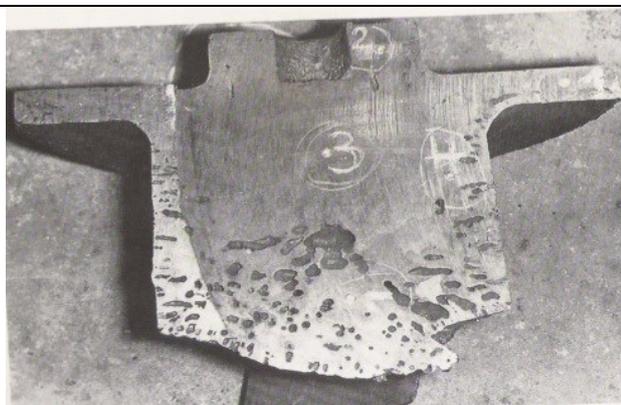


Figura 5

[VOLVER PARTE 1](#)

[INICIO](#)

4.2 - Orificios de soplado / cavidades provenientes de adentro del metal

Descripción / Aspecto del defecto

- Tienen generalmente dimensiones pequeñas y regulares, desparrramadas sobre toda el área de la pieza. Ocurren en la ligas de hierro.

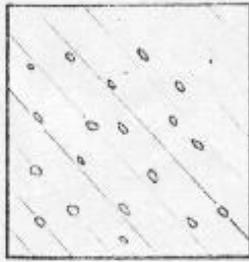


Figura 6



Figura 7

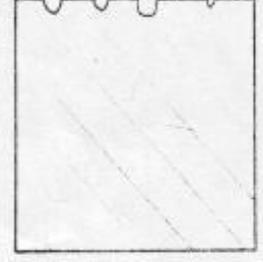


Figura 8

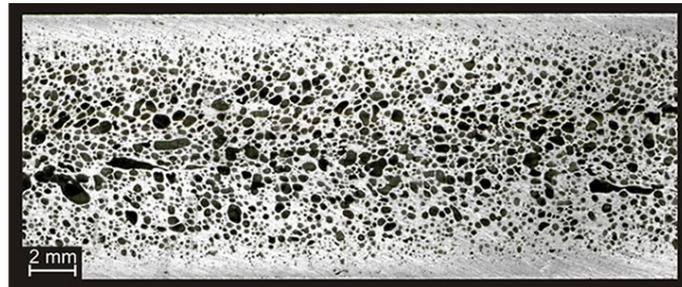


Figura 9

[VOLVER PARTE 1](#)

[INÍCIO](#)

4.3 – Cicatrices y porosidades

Descripción / Aspecto del defecto

- Son marcas porosas (como marcas de viruela) sobre la superficie de las piezas, generalmente localizadas próximas a puntos calientes y ocurren especialmente en hierros nodulares.



Figura 10

[VOLVER PARTE 1](#)

[INICIO](#)

4.4 – Rugosidad o codificación ilegible

Descripción / Aspecto del defecto

- Existe mucha dificultad en conseguir leer la codificación de las piezas después de la limpieza.
- Acabado rugoso de las piezas, por la presencia de granos gruesos en el molde.



Figura 11



Figura 12



Figura 13

[VOLVER PARTE 1](#)

[INÍCIO](#)

4.5 – Penetración metálica

Descripción / Aspecto del defecto

- Rugosidades acentuadas sobre la superficie de las piezas, en especial en las proximidades de los puntos calientes o de las partes de los moldes que estén mal apisonadas (mal compactadas).



Figura 14

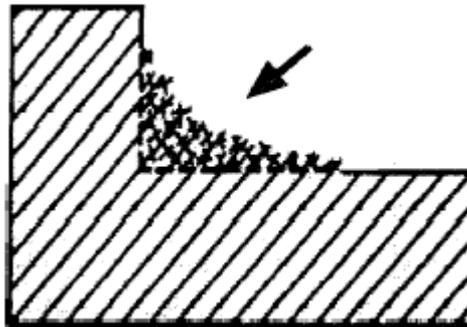


Figura 15

[VOLVER PARTE 2](#)

[INÍCIO](#)

4.6 – Erosión

Descripción / Aspecto del defecto

- Lavado del molde, principalmente en las proximidades de la colada o debajo del embudo de colada, a veces mesclado con la inclusión de escoria. Hinchamiento de la pieza en las proximidades de la colada.

- Este defecto aparece con la forma de proyecciones irregulares, generalmente rugosas, en la superficie del fundido, normalmente situadas cerca de la colada y abajo del embudo de la colada.



Figura 16

[VOLVER PARTE 2](#)

[INÍCIO](#)

4.7 – Escamas de expansión (Dartas)

Descripción / Aspecto del defecto

- Cáscaras metálicas adheridas a la superficie de las piezas por intermedio de una fina camada de metal, generalmente el defecto se ubica en la parte superior de la pieza.



Figura 17

[VOLVER PARTE 2](#)

[INICIO](#)

4.8 – Inclusión de arena

Descripción / Aspecto del defecto

- Inclusiones superficiales o sub-superficiales sin un local definido en las piezas, generalmente combinada con resaltos de metal en otras regiones de las piezas.



Figura 19



Figura 19



Figura 20

[VOLVER PARTE 2](#)

[INICIO](#)

4.9 – Inclusión de bentonita

Descripción / Aspecto del defecto

- Normalmente este defecto es visible en la superficie de las piezas como burbujas de gas, y en el fondo aparece una inclusión de aspecto esponjoso y un color beige, marrón o rojizo. Por ser un componente húmedo, frecuentemente se observan agujeros lisos y redondeados originados de los gases. Este defecto se localiza en las regiones de la pieza en contacto con el molde y por esto son siempre superficiales.

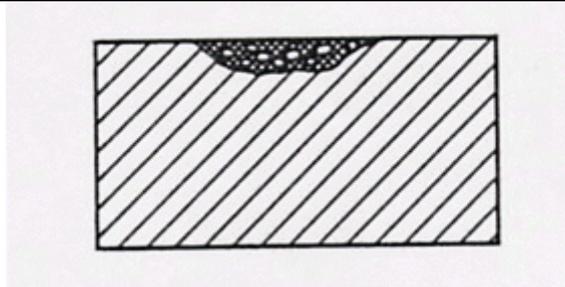


Figura 21



Figura 22

[VOLVER PARTE 3](#)

[INÍCIO](#)

4.10 – Inclusión de carbono brillante (lustroso)

Descripción / Aspecto del defecto

- Formación adentro de la pieza de finas capas de carbono no tocadas por el metal, principalmente si se utilizan machos (corazones) “cold-box”.
- Un examen macroscópico (visual) revela películas con aspecto brillante, con presencia de carbono brillante antes de la limpieza y acabado de la pieza, sin ofrecer resistencia al raspado con una espátula..



Figura 23

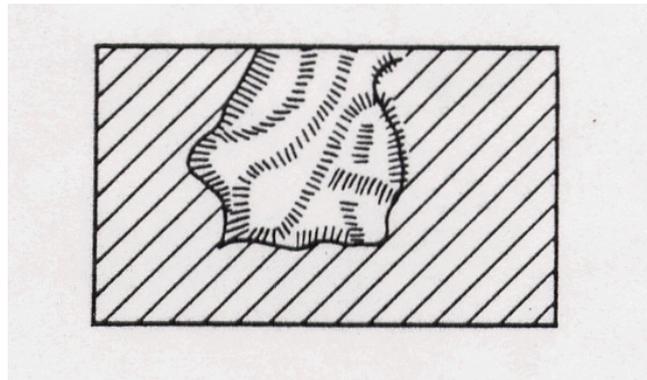


Figura 24

[VOLVER PARTE 3](#)

[INICIO](#)

4.11 – Cáscara de naranja / piel de caimán

Descripción / Aspecto del defecto

- Prácticamente toda la superficie de la pieza queda con puntos uniformemente sobresalientes, pero sin herir los dedos al pasarlos sobre la pieza (al contrario de lo ocurre con la penetración por explosión)

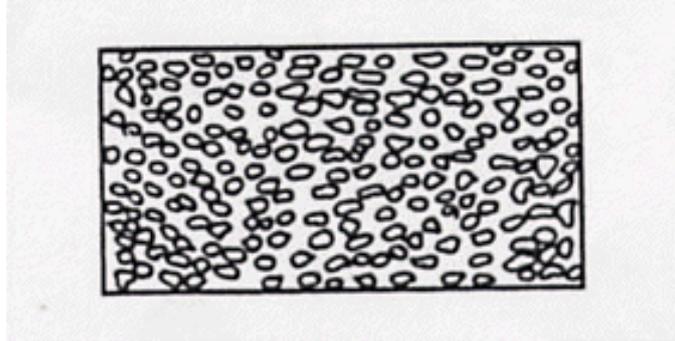


Figura 25

[VOLVER PARTE 3](#)

[INÍCIO](#)

4.12 – Penetración por explosión

Descripción / Aspecto del defecto

- Penetración del metal en los vacíos inter-granulares.
- Visualmente este defecto tiene el aspecto de una camada de arena mezclada con metal, fuertemente adheridos a la pieza, de pequeño espesor y grande área, pudiendo también aparecer en toda la superficie.



Figura 26

[VOLVER PARTE 3](#)

[INICIO](#)

4.13 – Pequeños poros (pinholes)

Descripción / Aspecto del defecto

- Acúmulo de pequeñas porosidades en determinadas regiones de las piezas. Son poros con aspecto de gotas. Muchas veces este defecto solamente aparece durante la operación de acabado o maquinado de las piezas.

- Los *pinholes* de hidrógeno, se detectan después de la limpieza y maquinado de la pieza, generalmente están ubicados en las regiones en contacto con el molde y un examen microscópico revela porosidades con una película continua de grafito.

- En el caso de *pinholes* de nitrógeno, estos normalmente están ubicados próximos a regiones en contacto con machos (corazones) hechos con resinas que contengan este componente, y un examen microscópico revela un aspecto más ovalado e irregular que los pinholes de hidrógeno, además los poros se presentan parcialmente recubiertos por una película de grafito.



Figura 27

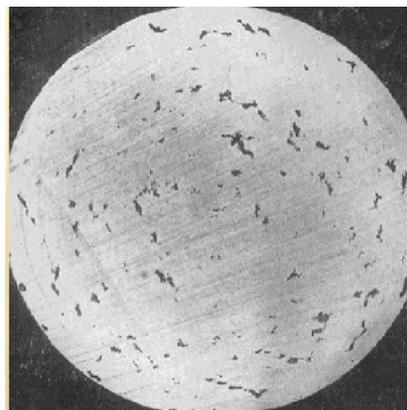


Figura 28



Figura 29



Figura 30



Figura 31

[VOLVER PARTE 3](#)

[INÍCIO](#)

4.14 – Bordes o contornos deformados del molde

Descripción / Aspecto del defecto

- Ocupación parcial o total de todas las cavidades de las piezas por el metal.

- Hay básicamente dos formas de manifestación del defecto: Llenado de todas las cavidades por el metal, cuando se quiebran bordes del molde, y la formación de aletas que se producen en la dirección de ensamblaje del molde.



Figura 32

[VOLVER PARTE 4](#)

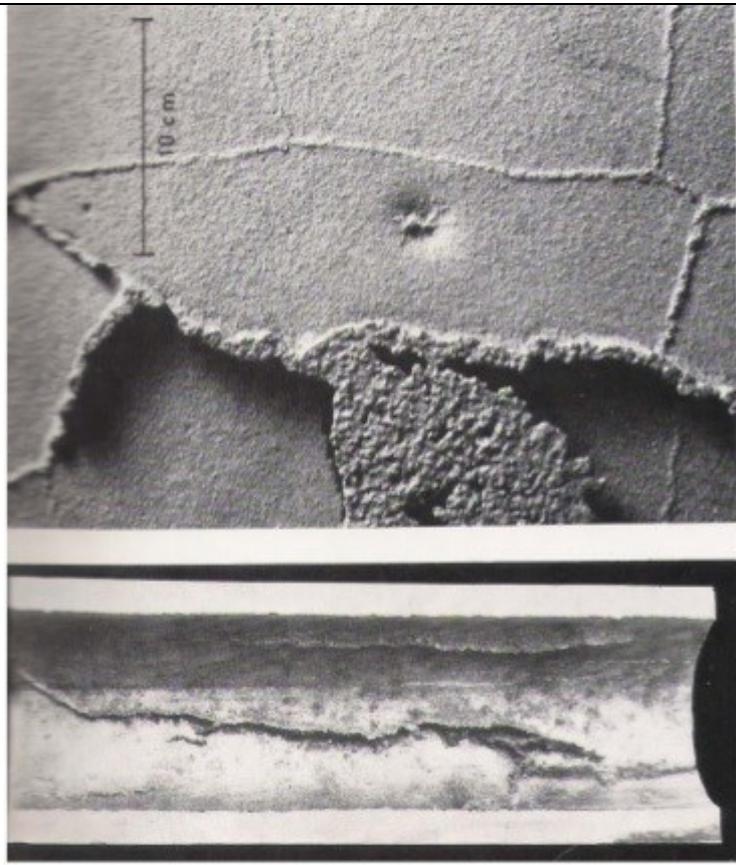
[INICIO](#)

4.15 – Moldes partidos o rotos

Descripción / Aspecto del defecto

- Este defecto normalmente se ve de tres maneras:

- 1 - Antes de la colada con el aparecimiento de grietas visibles en el molde;
- 2 – Durante la colada cuando el metal corre por las grietas del molde;
- 3 – En la pieza, por la existencia de deformaciones largas y finas en la superficie de la pieza.



Figuras 33 e 34

[VOLVER PARTE 4](#)

[INÍCIO](#)

4.16 – Rotura de machos (corazones)

Descripción / Aspecto del defecto

Este defecto se presenta en la pieza, en la región próxima al macho (corazón) en la forma de:

- Aletas irregulares;
- Proyecciones macizas e irregulares;
- Desplazamiento de una parte da região confeccionada pelo macho, em relação à outra parte.
- Agujeros irregulares que pueden contener, mismo después de la limpieza superficial de las piezas, algunos granos de arena. Al estereoscopio se pueden notar que estos granos están envueltos con un material brillante de color marrón, provenientes de la calcinación de los elementos derivados de carbono de resinas y otros aglutinantes.



Figura 35

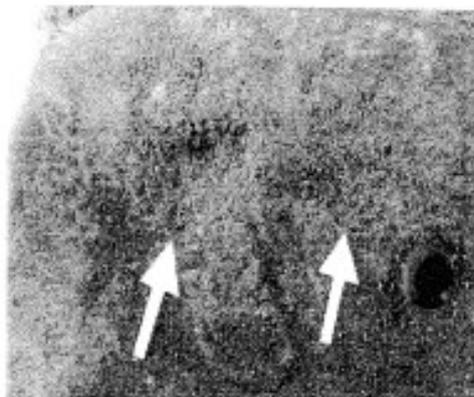


Figura 36

[VOLVER PARTE 4](#)

[INÍCIO](#)

4.17 – Colas de rata o ratón

Descripción / Aspecto del defecto

- Generalmente este defecto está ubicado en la parte inferior de la pieza fundida y consiste de una ranura irregular de hasta 5 mm de profundidad, con los bordes redondeados. Normalmente se localizan próximos a las regiones de coladas.

- En arenas de moldeo con fuerte tendencia a este defecto, además pueden generar escamas en las piezas.

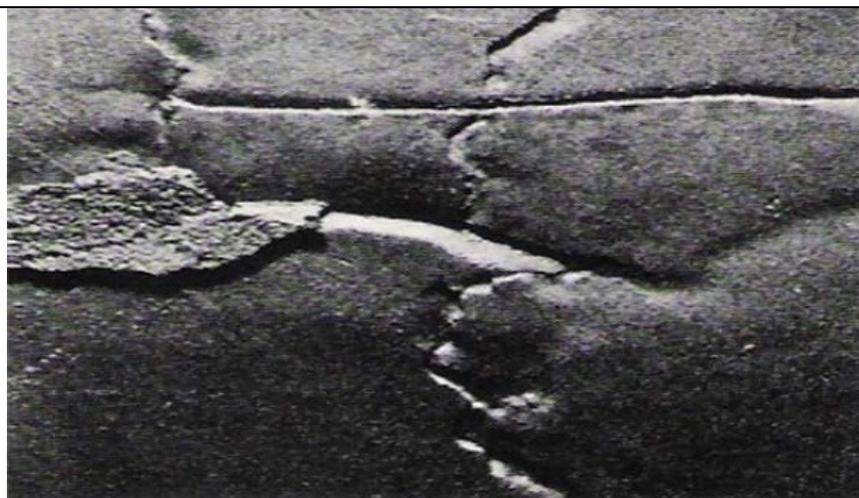


Figura 37

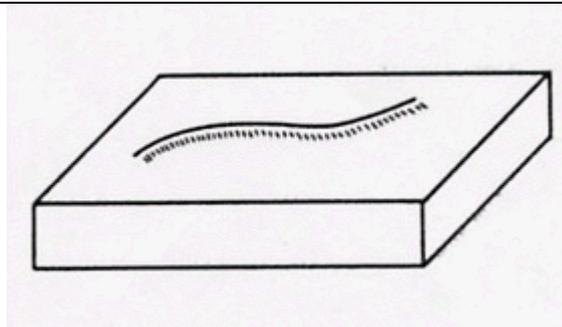


Figura 38

[VOLVER PARTE 5](#)

[INICIO](#)

4.18 – Aletas (envenado)

Descripción / Aspecto del defecto

- Este defecto aparece en formas de aletas en la superficie de la pieza, generalmente se puede detectar su origen por su aspecto o por la ubicación del defecto en la propia pieza.

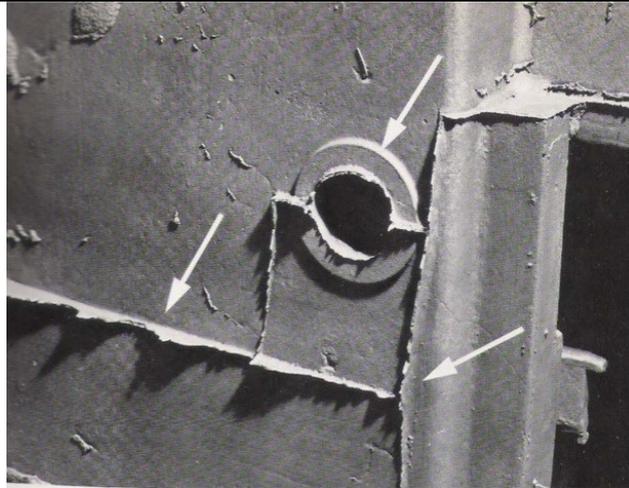


Figura 39

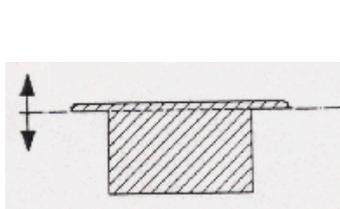


Figura 40

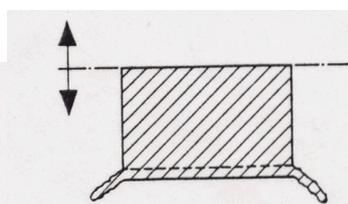


Figura 41

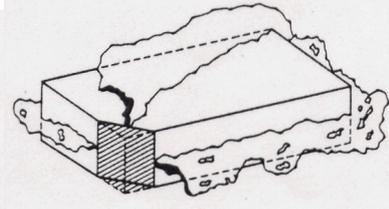


Figura 42



Figura 43



Figura 44

[VOLVER PARTE 5](#)

[INÍCIO](#)

4.19 – Sinterización

Descripción / Aspecto del defecto

- Cáscaras finas de arena fuertemente adheridas a la superficie de la pieza. Este defecto se encuentra en piezas más gruesas y pesadas o que se obtuvieron con una temperatura de colada más alta.

- Se pueden encontrar donde haya una región fina de arena en el molde (o en el macho) rodeada por partes espesas de la pieza, y se puede distinguir de la penetración por explosión por la falta de hierro en la masa de arena adherida en la pieza.

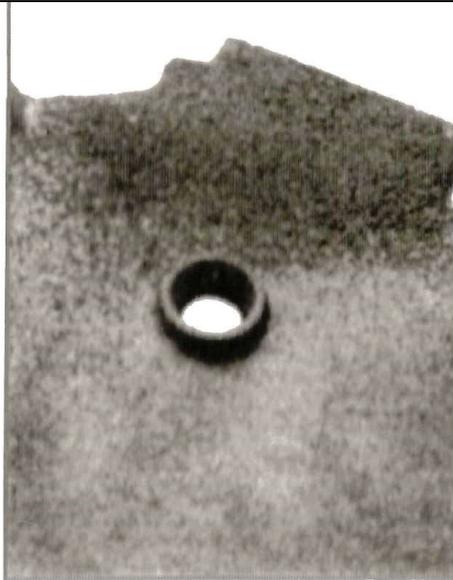


Figura 45



Figura 46

[VOLVER PARTE 5](#)

[INICIO](#)

4.20 – Variación dimensional

Descripción / Aspecto del defecto

- En piezas más largas (ejes, por ejemplo), generalmente ocurren deformaciones, visibles sin necesidad de instrumentos, resultando rechazos de piezas durante el maquinado en la mayoría de las veces.

- En piezas más gruesas, aparecen en formas de cavidades en el molde durante la colada, y estas piezas terminan presentando un sobremetal no intencional, lo que muchas veces son considerados rechazos.

- Si el molde es apretado durante su cierre, pueden resultar piezas con dimensiones desde insuficientes hasta excesivas, pero casi siempre acompañada de inclusiones de arena.

- También tienen origen en la deformación de los machos (corazones), que causan las modificaciones en el perfil de la pieza, que ocurre en la región de ensamblaje del macho (corazón), donde hubo la deformación. La mudanza dimensional de la pieza es directamente proporcional a la deformación del corazón (macho).



Figura 47



Figura 48

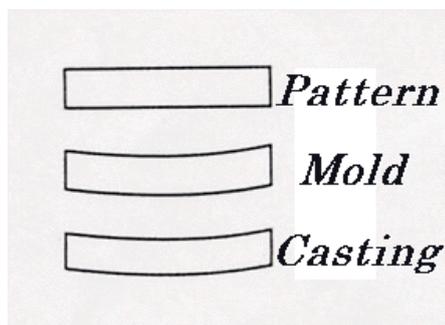


Figura 49

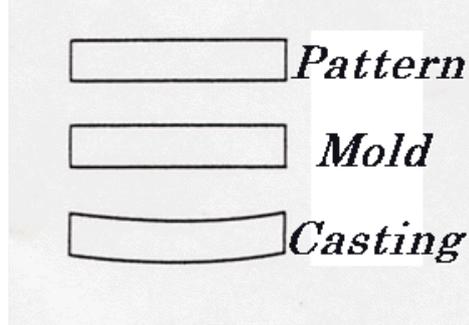


Figura 50

[VOLVER PARTE 5](#)

[INICIO](#)

4.21 – Machos (corazones) con alta porosidad

Descripción / Aspecto del defecto

En la región de la pieza cerca del macho (corazón), se presentan defectos en la superficie con defectos de rugosidad, causada por los poros del macho (corazón).

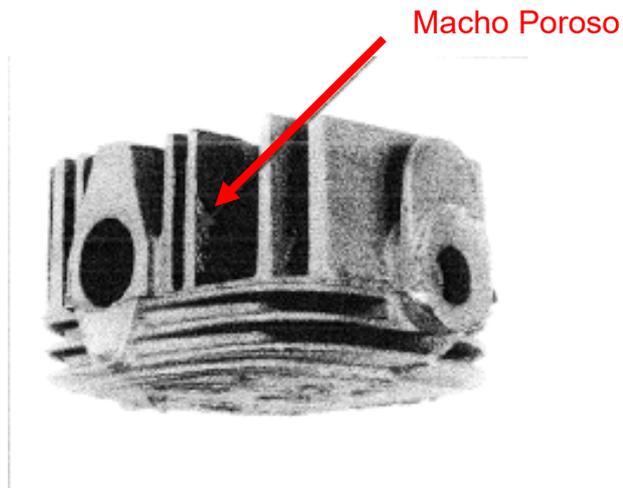


Figura 51

[VOLVER PARTE 6](#)

[INICIO](#)

5 – ELABORACIÓN DESTAA PUBLICACIÓN TÉCNICA

5.1 – Elaborado por: Hernán Pablo Figueroa

5.2 – Cargo: Gerente Técnico

5.3 – Empresa: Tecnofund Ltda.

6 – BIBLIOGRAFIA

6.1 – Romanus, Arnaldo - Moldagem em areia verde – Manual de defeitos & soluções.

6.2 – Delmônego, Vitor José – Catálogo de defeitos de fundição – Atualização 10.

6.3 – Manual de recomendações CEMP revisão 2015. Publicado pela ABIFA (Associação Brasileira de Fundição).

6.4 - Atlas Internacional de Defectos de Fundición – AFS (American Foundrymen's Society).

6.5 – Mold & Core Test Handbook – 4th. Edition - AFS (American Foundrymen's Society).

