

FUNDICION DE HIERROS Y ACEROS ANTIDESGASTE

FUNDICION

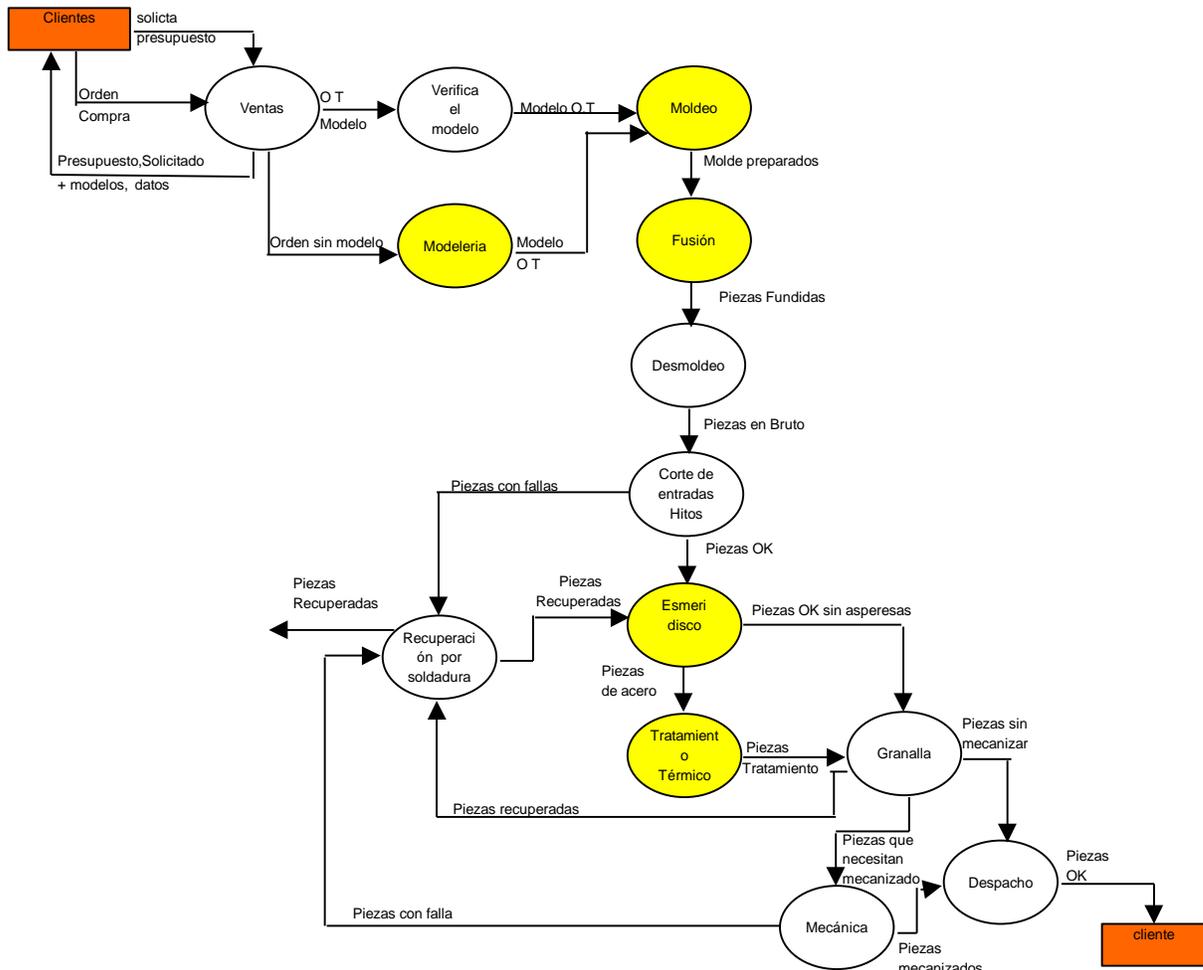
Las piezas se obtienen dejando solidificar el metal Líquido (fundido) en un molde refractario cuya forma corresponde al negativo de la pieza deseada.

El primer paso es confeccionar el “Modelo” con la forma de la pieza deseada el que tiene las tolerancias tanto de contracción como de mecanizado.

Las operaciones subsiguientes son: Moldeo – Noyeria Fusión- Llenado del Molde – Desmoldeo – Rebabado y Limpieza – Tratamiento Térmico.

La principal Peculiaridad que caracteriza al proceso de Fundición es: “Las **piezas son producidas Directamente del metal fundido** “

FLUJOGRAMA DE PRODUCCION



VENTAJAS DEL PROCESO DE FUNDICION

- ✓ **Economía:** La mayoría de los métodos de Conformación, utiliza productos semi acabados como acabamos de ver. En Fundición se obtiene la pieza directamente del metal fundido.
- ✓ **Versatilidad:** Se pueden obtener piezas con las formas más complicadas inimaginables, tanto externa como internamente, reduciendo al mínimo la necesidad de maquinado
- ✓ **Todo tamaño:** Desde gramos y milímetros de espesor hasta piezas que alcanzan toneladas con cualquier espesor con secciones variables y de iguales características mecánicas.
- ✓ **Una pieza o Grandes Series:** Se adapta óptimamente a la producción seriada con menos inversión de capital en herramientas y matrices.
- ✓ **Tolerancias y Acabados:** Los diversos procesos de fundición permiten obtener las más variadas tolerancias dimensionales (menos de 0.2mm) y acabados superficiales excepcionales (ejemplo tas turbinas de avión).

- ✓ **Estética:** Como no existen restricciones en confeccionar las piezas con cualquier formato, se les puede conferir un mejor aspecto exterior valorizando el producto obtenido.
- ✓ **Cualquier Especificación:** No hay límites cuanto a las propiedades o composiciones químicas que se requieran lo que no se consigue con otros procesos. Por ejemplo el hierro gris o nodular solo se consiguen por el proceso de fundición.
- ✓ **No hay Anisotropía:** Las propiedades mecánicas en las piezas fundidas son HOMOGENEAS, no ocurren las propiedades “direccionales” que se dan por ejemplo en los productos laminados o forjados que algunas veces son indeseables (ver)

“El Proceso de Fundición proporciona el camino más corto entre la Materia Prima y El Producto Acabado”

TRATAMIENTOS TERMICOS

A las operaciones de Calentamiento y Enfriamiento a las que se someten los aceros para conferirles diferentes propiedades y estructuras es a lo que se denominan Tratamientos Térmicos.

- **RECOCIDO:** Consiste en calentar el acero a temperatura superior a la crítica (por encima de los 850 C) y enfriar lentamente hasta la temperatura ambiente. Se homogeniza y ablanda el material.
- **NORMALIZADO:** Se calienta también por encima de la Temperatura Crítica seguido de un enfriamiento al aire libre fuera del Horno.
- **TEMPLE:** Igualmente una vez alcanzada la temperatura por encima de los 850 C se enfría rápidamente y los medios más usados son el Agua, Aceite o Aire Forzado. Se aumenta la Resistencia y la Dureza con pérdida de la Ductilidad.
- **REVENIDO:** Es un calentamiento por debajo del límite de la Perlita (723 °C), seguido de un enfriamiento al aire. Es un TT complementario del temple para mejorar la Tenacidad del acero con ligera disminución de la resistencia y Dureza así como las Tensiones Internas que produce el Temple.

Además de estos tenemos los TT de tipo Termoquímico que además de modificar la constitución y estructura se modifica la Composición química, al menos superficialmente.

MECANISMOS DEL DESGASTE

El desgaste de las piezas metálicas puede ser definido como una pérdida gradual del metal ocurrida en un cierto tiempo y mediante algún mecanismo que actúa sobre esta.

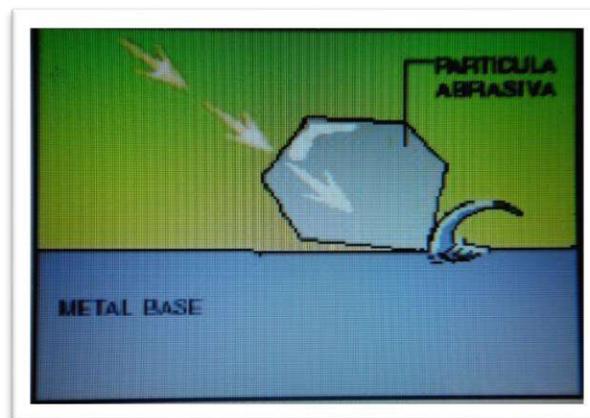
Cuando la pieza o una parte de la misma se deforma y desgasta de tal manera que no puede trabajar adecuadamente, debe ser reemplazada o reconstruida.

Mientras que los resultados finales producidos por el desgaste son similares, las causas que los producen son diferentes, por lo tanto es esencial entender dichos mecanismos involucrados antes de realizar la selección del material a utilizar.

Tipos de Desgaste

1. Desgaste por abrasión:

Es una acción esmeriladora causada por sólidos abrasivos deslizantes que rozan y pulen una superficie:



2. Desgaste metal-metal:

Se produce cuando dos superficies se rozan entre sí, generando de este modo calor, lo cual hace que irregularidades superficiales se unan para formar una soldadura en frío. Entonces, pequeñas porciones de la superficie se desgarran, lo que causa daños de importancia.



3. Desgaste por impacto:

Es el resultado de una tensión de compresión momentánea. Afecta más a los materiales frágiles, produciendo una fractura o deterioro gradual.



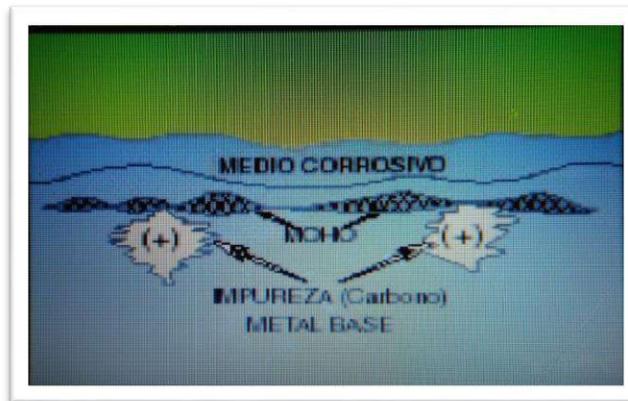
4. Desgaste por temperatura:

Influye sobre estructuras endurecidas por tratamiento térmico, reblandeciéndolas. Esto puede causar cambios de fase que incrementen la dureza y fragilidad, y puede acelerar el ataque químico, tal como la oxidación y exfoliación.



5. Desgaste por corrosión:

Es el deterioro de un metal como consecuencia de una reacción química o electroquímica con el medio.



CLASIFICACIÓN DE ALEACIONES PARA CADA TIPO DE DESGASTE

La adecuada elección de los materiales utilizados en estos tiene una importante influencia, tanto en la operación misma, como en el costo resultante. Generalmente se utilizan materiales ferrosos por ser estos los que reúnen mejores condiciones de uso a un precio aceptable. La incidencia de estas herramientas y repuestos en el costo de la operación es importante y eso justifica la búsqueda de los materiales más convenientes para cada proceso en particular y según seas las condiciones de uso.

Si bien la dureza del material lleva consigo un mayor o menor desgaste con el trabajo, la resistencia a la rotura será determinante porque esto añade un factor nuevo de costo, que en ocasiones es mínimo y en otras resulta impredecible por las circunstancias en que se pueda producir: parada de mecánica, tiempo perdido, destrozos en otras partes de la máquina, etc.

Las aleaciones se pueden subdividir de acuerdo con su fase metalúrgica o micro estructura. Para simplificarlo, se agrupan las diferentes aleaciones en tres grandes familias, indicando además su principal propiedad:

Aleaciones Autenticas (Resistente a altos Impactos) A 128/A 128M

El acero al manganeso proporciona excelentes características de servicio en piezas sujetos a severos impactos, choques y desgaste por abrasión de alta exigencia mecánica orientadas principalmente en las industrias mineras y cementeras. Caso típicos de las mandíbulas o conos para trituradora de piedra.

A 128/A 128M

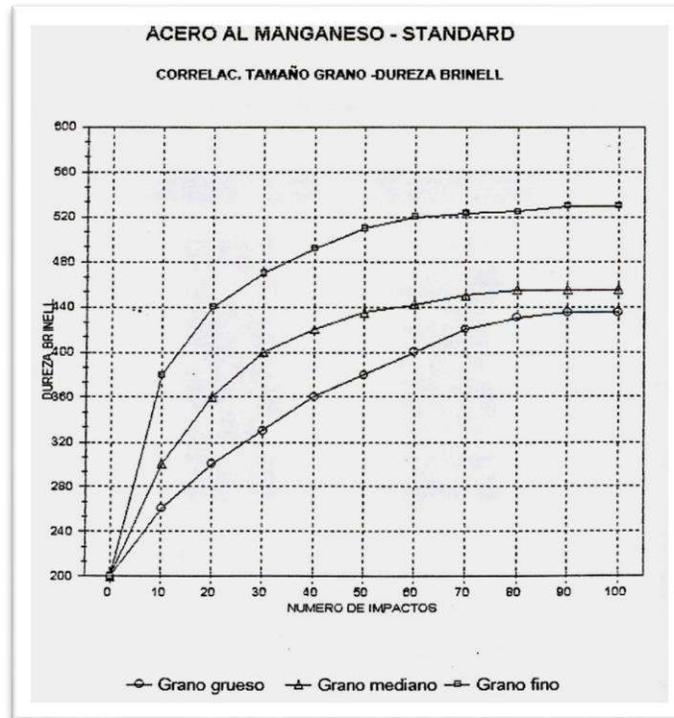
TABLE 1 Chemical Requirements

Grade ^A	Composition, %						
	Carbon	Manganese	Chromium	Molybdenum	Nickel	Silicon	Phosphorus
A ^B	1.05-1.35	11.0 min	...	...	...	1.00 max	0.07 max
B-1	0.9 -1.05	11.5-14.0	...	...	...	1.00 max	0.07 max
B-2	1.05-1.2	11.5-14.0	...	...	...	1.00 max	0.07 max
B-3	1.12-1.28	11.5-14.0	...	...	...	1.00 max	0.07 max
B-4	1.2 -1.35	11.5-14.0	...	...	...	1.00 max	0.07 max
C	1.05-1.35	11.5-14.0	1.5-2.5	...	...	1.00 max	0.07 max
D	0.7 -1.3	11.5-14.0	...	...	3.0-4.0	1.00 max	0.07 max
E-1	0.7 -1.3	11.5-14.0	...	0.9-1.2	...	1.00 max	0.07 max
E-2	1.05-1.45	11.5-14.0	...	1.8-2.1	...	1.00 max	0.07 max
F (J91340)	1.05-1.35	6.0-8.0	...	0.9-1.2	...	1.00 max	0.07 max

^ASection size precludes the use of all grades and the producer should be consulted as to grades practically obtainable for a particular design required. Final selection shall be by mutual agreement between manufacturer and purchaser.

^BUnless otherwise specified, Grade A will be supplied.

La estructura austenítica se obtiene mediante el temple en agua después de someterlo a un calentamiento de 1000° - 1050°C. El material no sufre la transformación martensítica propia de los aceros sino que queda en el mismo estado que tenía a la temperatura de tratamiento y por tanto en una situación que podemos llamar de inequilibrio dado que el Mn queda disuelto en la austenita. Al ser sometido a fuertes impactos durante el trabajo, se transforma en martensita, y con ello tiene lugar un endurecimiento superficial en todas las zonas afectadas por la energía del impacto. Tenemos entonces un material duro en la superficie y tenaz en el interior. Si este fuerte impacto faltara, el acero siempre quedaría con la dureza baja original y nunca llegaría a transformarse superficialmente.



Aleaciones Martensíticas (Abrasión con impacto moderado) A 487/A 487M

Cuando las condiciones de trabajo son de impactos medios o bajos, incluso cuando hay esfuerzos de flexión en las herramientas (caso típico de uñas o dientes de excavadora) el material deberá reunir las características propias de dureza y a su vez tenacidad. Los impactos no son lo suficientemente fuertes como para provocar la transformación superficial indicada en el caso de los aceros al manganeso austeníticos y por tanto no tendremos la posibilidad de obtener un endurecimiento en el trabajo, haciendo este material inadecuado para estos usos. El material debe reunir en sí mismo ambas condiciones: alta dureza y buena tenacidad. Estas suponen un compromiso puesto que a medida que sube la dureza la tenacidad suele ser menor. La optimización de ambos parámetros se da en los aceros aleados de temple y revenido.

Estos aceros suelen ser de medio carbono y aleados. Las condiciones de tratamiento térmicos son las que permiten muchas veces dar al acero las propiedades adecuadas al uso que vaya a tener. Estos aceros son homogéneos en toda su masa, es decir, con el mismo grado de dureza en la superficie y en el interior. Así a medida que se desgastan, el material que aparece tiene las mismas características.

A 487/A 487M

TABLE 2 Chemical Requirements (Maximum Percent Unless Range is Given)

Grade	1.	2.	4.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Class Type	ABC Vanadium	ABC Manganese-Molybdenum	ABCDE Nickel-Chromium-Molybdenum	AB Manganese-Nickel-Chromium-Molybdenum	A Nickel-Chromium-Molybdenum-Vanadium ^A	ABC Chromium-Molybdenum	ABCDE Chromium-Molybdenum	AB Nickel-Chromium-Molybdenum	AB Nickel-Chromium-Molybdenum	AB Nickel-Chromium-Molybdenum
Carbon	0.30	0.30	0.30	0.05-0.38	0.05-0.20	0.05-0.20	0.05-0.33	0.30	0.05-0.20	0.05-0.20
Manganese	1.00	1.00-1.40	1.00	1.30-1.70	0.60-1.00	0.50-0.90	0.60-1.00	0.60 to 1.00	0.50-0.80	0.40-0.70
Phosphorus	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Silicon	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.60	0.60
Nickel	...	...	0.40-0.80	0.40-0.80	0.70-1.00	...	...	1.40-2.00	0.70-1.10	0.60-1.00
Chromium	...	...	0.40-0.80	0.40-0.80	0.40-0.80	2.00-2.75	0.75-1.10	0.55-0.90	0.50-0.80	0.50-0.90
Molybdenum	...	0.10-0.30	0.15-0.30	0.30-0.40	0.40-0.60	0.90-1.10	0.15-0.30	0.20-0.40	0.45-0.65	0.90-1.20
Vanadium	0.04-0.12	...	...	...	0.03-0.10	...	...	...	...	...
Boron	...	...	...	...	0.002-0.006	...	...	...	...	...
Copper	...	...	...	...	0.15-0.50	...	...	...	...	...
Residual Elements:										
Copper	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Nickel	0.50	0.50	...	...	...	...	0.50	...	...	...
Chromium	0.35	0.35	...	...	...	...	...	...	...	...
Mo + W	0.25	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tungsten	...	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vanadium	...	0.03	0.03	0.03	...	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Total content of residual elements	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	1.00	0.60	0.50	0.50

Grade	13.	14.	16	CA15	CA15M	CA6NM
Class Type	AB Nickel-Molybdenum	A Nickel-Molybdenum	A Low Carbon Manganese-Nickel (J31200)	ABCD Martensitic Chromium	A Martensitic Chromium	AB Martensitic Chromium Nickel
Carbon	0.30	0.55	0.12 ^B	0.15	0.15	0.06
Manganese	0.80-1.10	0.80-1.10	2.10 ^B	1.00	1.00	1.00
Phosphorus	0.04	0.04	0.02	0.040	0.040	0.04
Sulfur	0.045	0.045	0.02	0.040	0.040	0.03
Silicon	0.60	0.60	0.50	1.50	0.65	1.00
Nickel	1.40-1.75	1.40-1.75	1.00-1.40	1.00	1.0	3.5-4.5
Chromium	...	...	...	11.5-14.0	11.5-14.0	11.5-14.0
Molybdenum	0.20-0.30	0.20-0.30	...	0.50	0.15-1.0	0.4-1.0
Boron	...	...	...	...	...	...
Copper	...	...	...	...	...	...
Residual Elements						
Copper	0.50	0.50	0.20	0.50	0.50	0.50
Nickel	...	...	...	...	...	...
Chromium	0.40	0.40	0.20	...	...	...
Molybdenum	...	...	0.10	...	...	...
Tungsten	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vanadium	0.03	0.03	0.02	0.05	0.05	0.05
Total content of residual elements	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.50

^AProprietary steel composition.

^BFor each reduction of 0.01 % below the specified maximum carbon content, an increase of 0.04 % manganese above the specified maximum will be permitted up to a maximum of 2.30 %.

Aleaciones en base a Carburos (Resistente a alta Abrasión) A 532/A 532M

En estas condiciones el factor más importante pasa a ser la dureza lograda en el material. Por ello se recurre a las fundiciones blancas aleadas donde se pueden obtener carburos metálicos que alcanzan durezas muy superiores. La misma fundición blanca no aleada tiene aplicación en muchas de las condiciones de trabajo por abrasión. La cementita o carburo de hierro (Fe_3C) es el constituyente duro fundamental en estas aleaciones.

La norma ASTM A532 enumera tres tipos de aleaciones: las de tipo Ni-Hard y las fundiciones blancas al cromo y al cromo Molibdeno, que mediante tratamiento de temple se pueden alcanzar durezas de 68 HRC

TABLE 1 Chemical Requirements, Weight %

Class	Type	Designation	Carbon	Manganese	Silicon	Nickel	Chromium	Molybdenum	Copper	Phosphorus	Sulfur
I	A	Ni-Cr-Hc	2.8-3.6	2.0 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	B	Ni-Cr-Lc	2.4-3.0	2.0 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	C	Ni-Cr-GB	2.5-3.7	2.0 max	0.8 max	4.0 max	1.0-2.5	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	D	Ni-HiCr	2.5-3.6	2.0 max	2.0 max	4.5-7.0	7.0-11.0	1.5 max	...	0.10 max	0.15 max
II	A	12 % Cr	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	11.0-14.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
II	B	15 % Cr-Mo	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	14.0-18.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
II	D	20 % Cr-Mo	2.0-3.3	2.0 max	1.0-2.2	2.5 max	18.0-23.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
III	A	25 % Cr	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	23.0-30.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max

TABLE 2 Hardness Requirements

Class	Type	Designation	Hardness Value-HB															Typical Section Thickness						
			Sand Cast, min ^a																					
			As Cast or As Cast and Stress Relieved									Hardened or Hardened and Stress Relieved							Chill Cast, min ^b			Softened, max		
			Level 1			Level 2						Level 1			Level 2				Level 1			Level 2		
HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	HB	HRC	HV	
I	A	Ni-Cr-HiC	550	53	600	600	56	660	650	59	715	600	56	660	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
I	B	Ni-Cr-LcC	550	53	600	600	56	660	650	59	715	600	56	660	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
I	C	Ni-Cr-GB	550	53	600	600	56	660	650	59	715	600	56	660	400	41	430	...	...	...	...	...	...	...
I	D	Ni-HiCr	500	50	540	600	56	660	650	59	715	550	53	600	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
II	A	12 % Cr	550	53	600	600	56	660	650	59	715	550	53	600	400	41	430	...	...	...	...	...	...	...
II	B	15 % Cr-Mo	450	46	485	600	56	660	650	59	715	...	...	...	400	41	430	...	...	...	...	...	...	...
II	D	20 % Cr-Mo	450	46	485	600	56	660	650	59	715	...	...	...	400	41	430	...	...	...	...	...	...	...
III	A	25 % Cr	450	46	485	600	56	660	650	59	715	...	...	...	400	41	430	...	...	...	...	...	...	...

^a 90 % of the minimum surface hardness level shall be maintained to a depth of 40 % of the casting section, with any softer material being at the thermal center of the casting. A sampling procedure should be established by agreement between the supplier and the purchaser.

^b Non-chilled areas of casting shall meet minimum hardness or sand cast requirements.

Su maquinabilidad es muy difícil por la presencia de carburos y porque son autotemplantes.