



ESPAÑA

(19) ES	(21)	NUMERO <b>466937</b>	(10) A3
(22)	FECHA DE PRESENTACION 13-2-78		

*Fe. 1-8-79*

**PATENTE DE INTRODUCCION**

Concedido al fin de la ley de patentes con los fines que se expresan en el presente documento y en el contenido de la memoria adjunta.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL <i>C21D</i>
--------------------------	---

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN  
**PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE BOLAS DE HIERRO DE ALTA TENACIDAD.**

(55) PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION  
*X*

(71) SOLICITANTE (ES)  
**SOCIEDAD SANTA ANA DE BOLUETA**

DOMICILIO DEL SOLICITANTE  
**Santa Ana, 10 BILBAO-4**

(72) INVENTOR (ES)

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE  
**D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU**

1 El Estatuto vigente sobre Propiedad Industrial, de  
26 de Julio de 1929, en su texto refundido publicado el 30  
de Abril de 1930, establece los caracteres de patentabili-  
5 objeto obtener ventajas sobre lo ya conocido, admitiendo  
por consiguiente como patentables, las nuevas máquinas, a-  
paratos, instrumentos, procesos de fabricación, etc. La am  
plitud de conceptos previstos como patentables, ha llevado  
al legislador a aclarar (Artº. 46) que la enumeración con-  
10 tenida en dicho cuerpo legal es puramente enunciativa y no  
limitativa, haciéndola extensiva incluso a los descubrimien-  
tos de tipo científico (Artº. 47).

15 El Decreto de 26 de Diciembre de 1947, recogiendo  
la Orden de 18 de Noviembre de 1935, confirma el criterio  
legal de que también serán patentables los instrumentos, ob  
jetos, o partes de los mismos, que aporten a la función a  
que son destinados, un beneficio o efecto nuevo, y en defi-  
nitiva que constituyan una mejora sustancial sobre lo ante  
riormente conocido.

20 Pues bien, a tenor de lo expuesto, y en base al ar  
ticulado que recoge los conceptos expresados, debe conside-  
rarse, que la invención a que se refiere la presente memo-  
ria, constituye una novedad industrial, con características  
y ventajas que la hacen merecedora del privilegio de explo-  
25 tación exclusiva que por ella se solicita, premiando así  
los méritos de quien aporta a la industria del país una me-  
jora efectiva y precisamente comprendida entre las enuncia-  
das por la Ley como patentables. (Arts. 46 y 47 en relación  
con el 171, en su nueva redacción afectada por la Orden de  
30 18 de Noviembre de 1.935).

1                   La presente invención, según se deduce del enun-  
ciado de esta Memoria descriptiva, se refiere a un procedi-  
miento para la obtención de bolas de hierro de alta tena-  
5                   cidad, presentando estas además una excelente ductilidad,  
resistencia al desgaste y resistencia a la temperatura, la  
cual se hace imprescindible para la utilización en molinos  
de bolas.

10                   Las bolas y cylpebs de hierro, convencionalmente  
usadas para moler cemento, mineral, carbón, sufren general-  
mente de un rápido desgaste así como roturas, a causa de  
la influencia del impacto por un lado, y del calor por otro.  
Consecuentemente, se hace necesaria y urgente una mejora en  
las bolas de molienda, que aporte a estas una gran ductili-  
15                   dad y resistencia a la abrasión que las haga capaces de ser  
usadas durante un largo periodo de tiempo en severas condi-  
ciones.

20                   Las bolas y cylpebs utilizadas hasta el momento,  
han sido series de bolas de hierro fundido, representadas  
fundamentalmente por bolas templadas, fabricadas mediante  
fundición en un molde de arena o metálico y también series  
de bolas de acero forjadas por laminación o forja. Sin em-  
bargo, aunque las series de bolas fundidas de hierro son  
buenas en cuanto a su resistencia al desgaste se refiere,  
25                   su calidad se ve sensiblemente reducida en cuanto a las ca-  
racterísticas de tenacidad y en consecuencia estas se dañan  
rapidamente durante su uso, rompiéndose además más adelante,  
debido a las influencias térmicas. Por otro lado, las bolas  
de acero forjadas, son excelentes en cuanto a tenacidad, pero  
30                   son inferiores en resistencia al desgaste y no pueden ser  
utilizadas durante periodos largos.

1 El objetivo de esta invención, es conseguir bo-  
las de hierro que sean superiores en ductilidad, resisten-  
cia al desgaste y al calor, y que puedan ser utilizadas com-  
5 pléta y efectivamente por un largo periodo de tiempo, como  
moladores en molinos de bolas.

De acuerdo con el procedimiento objeto de la pre-  
sente invención, se consiguen bolas de alta tenacidad para  
molienda, comprendiendo hierro blanco fundido en fina cemen-  
tita eutectoide, formada por destrucción de la red de la es-  
10 tructura eutéctica en bruto de la colada a partir de la ce-  
mentita eutectoide, la cual es dispersada y distribuida con-  
centrica, esferica y uniformemente en la bola.

El procedimiento consiste en colar hierro dota-  
do de una composición química que pertenece al lingote de  
15 fundición hipoeutectoide en una barra de fundición blanca,  
sometiendo después del calentamiento la barra de hierro blan-  
co fundido a trabajos de deformación plástica en caliente,  
forjando una temperatura entre 900°C y 1125°C para formar  
20 bolas de fundición blanca, teniendo tal estructura, que la  
red de cementita eutectoide ha sido dispersada concentrica,  
esferica y uniformemente, y colocada en la matriz perlítica  
de la bola, enfriando rapidamente las bolas y recociendo  
posteriormente a éstas, a un orden de temperatura debajo  
25 del punto  $Ac_1$  o reviniendo las bolas a un nivel de tempera-  
tura entre 150°C y 250°C.

La fundición blanca es ordinariamente fragil en  
estado bruto de colada que es apto para sufrir segregaciones  
y defectos internos. Por lo tanto, para dar alta tenacidad  
a ésta fundición blanca ha sido usualmente empleado un mé-  
30 todo en el cual la fundición blanca es tratada durante un

1 largo período de tiempo, para cambiar su estructura bruta,  
o un método en el cual el magnesio, el calcio, o un elemen-  
to de acción, teniendo el mismo efecto, es adicionado a la  
fundición blanca para precipitar grafito en ella e incluso  
5 la estructura del grafito es sometida a una estructura es-  
feroidal o laminada.

Por otro lado, y siempre de acuerdo con la pre-  
sente invención, las bolas de hierro de alta tenacidad que  
tienen excelente ductilidad, así como excelente resistencia  
10 al desgaste y al calor, son preparadas, sometiendo la fun-  
dición blanca que tiene una composición química del orden  
del arrabio hipo-eutético a deformación plástica en calien-  
te, para formar bolas de fundición blanca y entonces some-  
tiendo las bolas de fundición blanca al tratamiento térmico  
15 mencionado anteriormente. Tales excelentes y transcendentales  
caracteres de las bolas de hierro de alta tenacidad que  
se consigue mediante el procedimiento de la presente inven-  
ción, no han sido nunca obtenidas por métodos convencionales  
de incrementar las características de hierro fundido y, aún  
20 más, no ha sido nunca visto en bolas de fundición templada  
convencionales y bolas de acero.

El trabajo de deformación en caliente y trata-  
miento térmico, es importante para producir las bolas de  
hierro de alta tenacidad de la presente invención.  
25

Esto es, en el primer trabajo de formación plás-  
tica en caliente de la producción de las bolas de alta te-  
nacidad de esta invención, la mezcla teniendo una composición  
química perteneciente al arrabio hipo-eutético, es fundida  
como una barra de fundición blanca, teniendo una sección de  
30 perfil simple, tal como una barra redonda, por medio de un

1 molde de arena, metálico o una máquina de colada continua,  
y después de calentar la barra de fundición blanca es so-  
metida a una deformación plástica en caliente, por medio  
5 de un martillo, una máquina de forja libre, una forja con  
troquel o una máquina de forjar por laminación, a una tem-  
peratura que como anteriormente se ha dicho, está compren-  
dida entre los 900 y los 1125°C, para formar las bolas de  
fundición blanca.

10 Un bloque fundido tiene ordinariamente una es-  
trutura binaria, compuesta de austenita y cementita eutéct-  
tica, o una estructura ternaria compuesta de austenita, ce-  
mentita eutectoide y una pequeña cantidad de grafito ultra-  
fino. Por la aplicación del anteriormente mencionado traba-  
jo de formación plástica en caliente, la dura y quebradiza  
15 cementita de la fundición que tiene una estructura de red  
en la condición en bruto de la colada, es destruida, corta-  
da y afinada para formar una cementita eutectoide deformada,  
dispersada uniforme, concentrica y esfericamente, y distri-  
buida en la matriz perlítica de la bola de fundición. Tam-  
20 bién por el trabajo de formación plástica en caliente, las  
segregaciones y otros defectos de la fundición formados en  
el estado bruto de la colada, pueden ser mejoradas a tal es-  
tado de no tener efecto o influencia perjudicial en el uso  
de las bolas de hierro que se obtienen mediante el procedi-  
25 miento de la invención.

A continuación las bolas de hierro fundido son  
tratadas termicamente bajo las condiciones siguientes, para  
proporcionar las bolas de hierro de alta tenacidad de la  
invención. Esto es, las bolas de fundición preparadas de  
30 acuerdo con el procedimiento anteriormente descrito, de for-

1 mación plástica en caliente, son enfriadas rápidamente por  
medio de agua, aceite, aire soplado o en calma y después  
de esto recocidas a una temperatura por debajo del punto  
Ac<sub>1</sub> de acuerdo con la dureza deseada para las bolas de hie-  
5 rro, o son revenidas a una temperatura del orden de 150° a  
250°C, como anteriormente se ha dicho también. Por el tra-  
tamiento térmico, las propiedades mecánicas y físicas de  
las bolas de hierro, pueden ser grandemente incrementadas  
para proporcionar a las bolas la alta tenacidad perseguida.

10 A fin de conferir a las bolas de acero ordinario  
una resistencia al desgaste, las tentativas generalmente  
realizadas se han llevado a practicar de manera que las  
bolas de acero después de forjadas o laminadas, son sometidas  
a un tratamiento térmico tal como el recocido para in-  
15 crementar la dureza de la superficie de las bolas de acero,  
pero por tal técnica tan conocida, la profundidad de la capa  
templada es fina y, en el caso de tratar grandes bolas de  
acero, es difícil incrementar la dureza de las bolas en el  
corazón de las mismas. Por otro lado, la dureza de la super-  
20 ficie de las bolas templadas ha sido incrementada general-  
mente sin aplicación de tratamiento térmico tal como temple  
y revenido por precipitación de una gran cantidad de cemen-  
tita, teniendo alta dureza en la matriz perlítica de la bola.  
La caída de la dureza en la sección de la bola templada, es  
25 menor en el caso de las bolas de acero, pero las bolas tem-  
pladas con quebradizas debido a la estructura de malla de  
la cementita eutéctica o la cementita proeutéctica precipi-  
tada.

30 Las bolas de hierro de alta tenacidad que se ob-  
tiene mediante el procedimiento de la presente invención,

1 tienen sin embargo tal estructura específica que la estruc-  
tura de malla de la cementita eutéctica de bruto de la cola-  
da, ha sido concentrica, esferica, uniforme y finamente dis-  
persada y distribuida en toda la bola, por las aplicaciones  
5 de los trabajos de deformación plástica en caliente y tra-  
tamiento térmico anteriormente descritos.

Para complementar la descripción que se esta  
realizando, y con objeto de una mejor comprensión de las ca-  
racterísticas del invento, se acompaña a la presente Memoria  
10 descriptiva, como parte integrante de la misma, de un jue-  
go de planos en el que con caracter ilustrativo y no limi-  
tativo, se representa lo siguiente:

La figura 1, muestra un gráfico de las distri-  
buciones seccionales de la dureza en una bola templada con-  
vencional y una bola de acero convencional, conjuntamente  
15 con la de una bola de acero de alta tenacidad obtenida de  
acuerdo con el procedimiento objeto de la presente inven-  
ción.

La figura 2, muestra una vista micrográfica de  
20 la microestructura de una bola templada convencional.

La figura 3, corresponde a un detalle en el que  
puede apreciarse la macroestructura de la sección de una  
bola templada, tomada en la porción central de la misma.

La figura 4, muestra una vista micrográfica de  
25 la microestructura de una bola de acero convencional.

La figura 5, corresponde a un detalle en el que  
puede apreciarse la macroestructura de la sección de una bo-  
la de acero tomada en su porción central.

La figura 6, muestra una vista micrográfica de  
30 la microestructura de una bola de acero de alta tenacidad,

1 obtenida mediante el procedimiento objeto de la presente  
invención.

5 La figura 7, muestra finalmente un detalle en el  
que puede apreciarse la macroestructura de una sección to-  
mada a través de la porción central de la bola de acero de  
la figura anterior.

10 Las representaciones esquemáticas de las figuras  
2, 4 y 6 han sido realizadas a partir de fotografías en las  
que la micrografía es de 50, mientras que la micrografía de  
los esquemas representados en las figuras 3, 5 y 7 es 1.

15 Como puede apreciarse en la figura 1, la distri-  
bución de la dureza de la sección de las bolas de hierro de  
alta tenacidad que se obtiene mediante el procedimiento de  
la presente invención, la caída de dureza desde la superfi-  
cie a la parte central de la bola, es inferior a la corres-  
pondiente de las bolas convencionales de fundición templada  
o de acero, habiéndose referenciado con -1- la grafica co-  
rrespondiente a una bola obtenida según el procedimiento  
objeto de la presente invención, mientras que con la refe-  
20 -2- aparece la grafica correspondiente a una bola de  
fundición templada y con la referencia -3- una bola conven-  
cional de acero.

25 Como se muestra en las figuras 2 y 4 la estructu-  
ra microscopica de la bola templada es diferente de la es-  
tructura microscopica de la bola de acero, esto es, la re-  
sistencia al desgaste de la bola templada es mayor que la de  
la bola de acero, debido a la cementita eutéctica -4- pre-  
sente en la estructura de la bola templada. Sin embargo,  
30 como se aclara en la figura 2, el estado de la cementita  
eutéctica precipitada en la estructura de la bola templada,

1 es el estado particular de la red de la bola templada y  
ésta es esencialmente fragil o quebradiza, así como baja en  
resistencia al desarrollo de grietas térmicas debido a la  
estructura de red de la aludida cementita eutéctica -4-.

5 Consecuentemente, su estructura es perfectamente apta para  
la formación de finas grietas en la superficie de la bola  
templada que provoca indeseables fracturas por fatiga. Pues-  
to que las bolas templadas son fragiles, tal como anterior-  
mente se ha dicho, se requiere dar alta tenacidad a las mis-  
10 mas, para lo cual son tratadas durante un largo periodo de  
tiempo al objeto de granular la perlítica -5- y al mismo  
tiempo esferoidizar la estructura de red compuesta de grupo  
de cementita eutéctica y proeutectita -4- cortando la estruc-  
tura de red. Sin embargo, aún aplicando tal tratamiento tér-  
15 mico, resulta sumamente difícil cambiar fundamentalmente  
la estructura de la cementita eutéctica -4- en el estado  
bruto de colada y por tanto las bolas templadas son inevi-  
tablemente fragiles comparadas con las bolas de acero.

20 También como se deduce de los esquemas de las  
macrografías de las secciones de las bolas a través de la  
parte central, representadas en las figuras 3 y 5, la capa  
endurecida -6- de las bolas de acero, formadas por immer-  
sión, es fina y de acuerdo con ello, aunque las bolas de  
acero puedan mostrar alta resistencia al desgaste al comien-  
25 zo de la molienda, cuando se prolonga su uso, de manera que  
la resistencia al desgaste disminuye gradualmente con el  
paso del tiempo. Por otra parte, en las bolas templadas la  
dirección de la solidificación de la estructura se observa  
claramente en la mazarota, como se indica en la figura 3.

30 Esto es, la dirección preferente del esquema mostrado en la

1 figura 3 es la dirección de la mazarota y puesto que la  
estructura dendrítica se desarrolla convergiendo hacia la  
mazarota, la calidad de cada porción de material en el in-  
terior de la bola templada llega a ser inevitablemente no  
5 uniforme.

Las figuras 6 y 7, muestran respectivamente,  
como anteriormente se ha dicho, el esquema de la estructura  
microscópica de la bola de hierro de alta tenacidad de la  
presente invención y el esquema de la estructura macrosco-  
pica central de la misma bola a través de la porción central  
10 así como la composición química de la bola de hierro mostrada  
en el ejemplo 1 de la tabla 1 en la cual la resistencia  
a la compresión la dureza superficial y la resistencia al  
desgaste de cuatro ejemplos de bolas de hierro de alta te-  
15 nacidad, aparecen junto con las composiciones químicas de  
las bolas y las correspondientes a bolas templadas de acero  
convencionales, a efectos de comparación. Como se muestra  
en las figuras 6 y 7 las bolas de acero de alta tenacidad  
tienen una estructura específica y sin par, en la que la  
20 fina cementita eutéctica deformada -7- conformada en el  
anteriormente mencionado trabajo en caliente, han sido uni-  
formemente dispersadas y distribuidas en la tenaz matriz  
perlítica -8-, constituida en el proceso térmico también  
mencionado anteriormente. En la figura 7, aparece referen-  
25 ciado con -9- la cementita eutéctica deformada.

Los resultados de la prueba de resistencia a la  
compresión y al desgaste de las bolas de acero de alta te-  
nacidad obtenida de acuerdo con la presente invención y la  
bola templada de acero convencional, aparecen claramente  
30 reflejadas en la tabla 1 como se indicaba anteriormente.

1 La prueba de resistencia a la compresión ha sido realiza-  
da de acuerdo con la especificación técnica de J.I.S.  
B-1501, 9,3. También la prueba de resistencia al desgaste  
5 ha sido realizada cargando las bolas de prueba con un diá-  
metro de 45 mm. en un molino de bolas conteniendo 100 kilos  
de partículas de carburo de silicio, girando el molino a  
una velocidad de 28 r.p.m. durante 55 horas y midiendo en-  
tonces la pérdida significativa por abrasión.

10 Como se deduce de los resultados de las pruebas  
de resistencia a la compresión y al desgaste mostradas en  
la tabla 1, se entenderá que las bolas de acero de alta te-  
nacidad de esta invención son excelentes en ductilidad, de  
3,6 a 4 veces la de la bola templada y de 1,4 a 1,6 veces  
la de la bola de acero y también en resistencia al desgase-  
15 te, de 1,2 a 2,7 veces la de la bola templada y de 2,1 a  
3,9 veces la de la bola de acero.

Además, las bolas de acero de alta tenacidad  
usadas en las pruebas anteriores y mostradas en la tabla  
citada como ejemplo fueron todas preparadas de la manera  
siguiente: El caldo que presenta la composición química  
mostrada en la tabla, fué fundido en un horno de inducción  
de baja frecuencia de 5 Tons. y fundida por medio de una  
20 máquina de colada continua de tipo horizontal teniendo un  
horno eléctrico de mantenimiento caliente de 1 Tons. para  
una barra redonda de un diámetro de 32 mm. La barra de hie-  
rro fundido preparada de esta forma fué introducida en un  
horno de calentamiento continuo tipo galopante a 1080°C  
y entonces las bolas de hierro fundido de un diámetro de  
25 45 mm. fueron formadas a partir de la barra redonda de  
30 32 mm, por medio de una máquina de forja de troquel a la

1 citada temperatura de 1.050°C. Las bolas de acero fundido  
fueron inmediatamente sometidas a enfriamiento en aceite  
y entonces revenidas durante cerca de tres horas a 250°C  
5 en un horno de revenido para suministrar las bolas de hie-  
rro de alta tenacidad que se pretenden con el sistema de  
la presente invención.

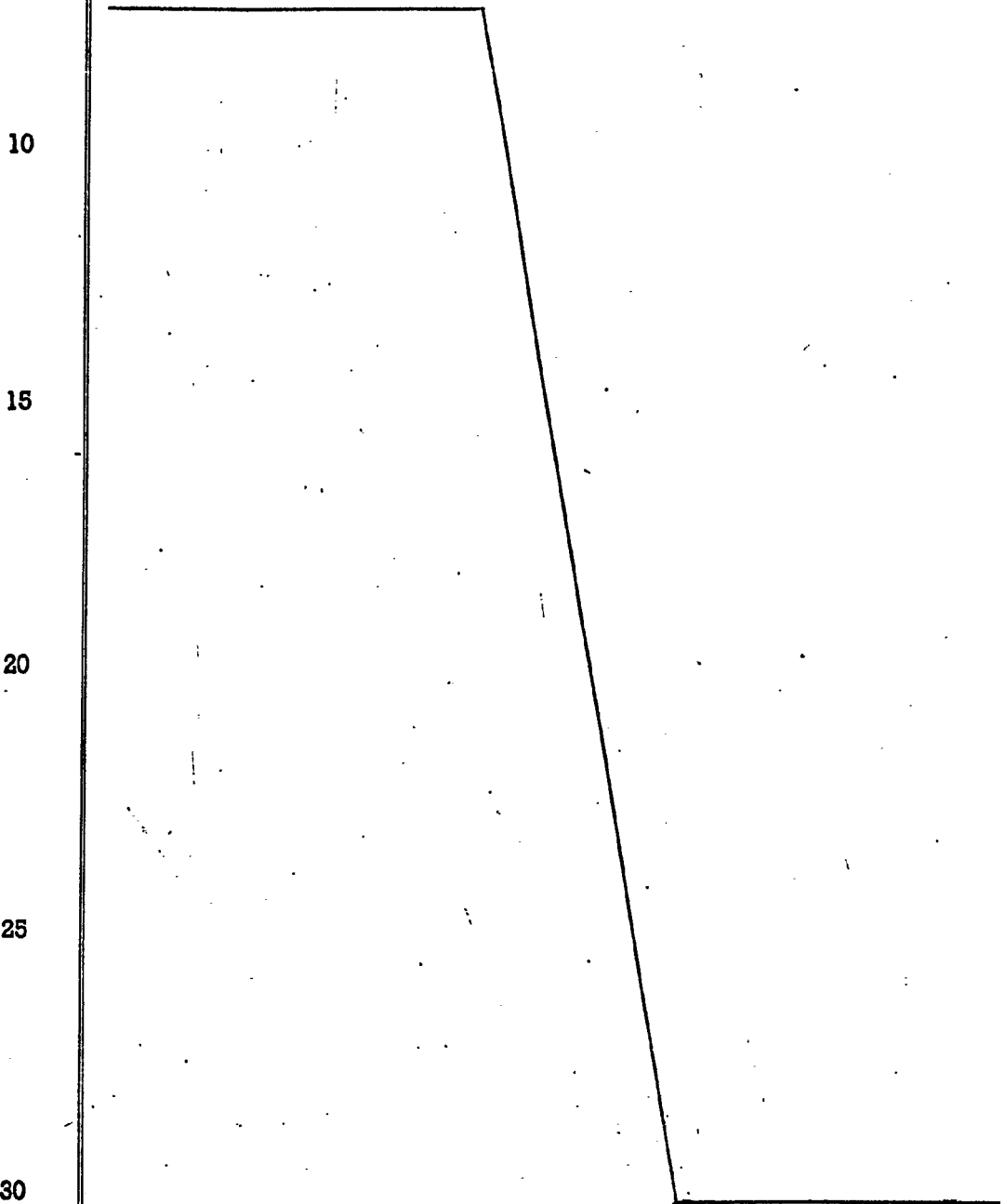


TABLA I

MUESTRAS	COMPOSICION QUIMICA											Resisten- cia a la compresión	Dureza superfi- cial	Relación de desgaste de bolas de acero
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Al	Ti	Otros	esencialmente			
Ej.1 Bolas de hierro de fundición	3,15	0,68	0,70	1,10	-	0,007	0,06	0,012	0,005	0,005	esencialmente	65,5	50	57,5
Ej.2 de alta te- nacidad	3,10	0,60	0,59	1,15	0,98	0,006	0,04	0,010	0,006	"	"	69,7	51	50,8
Ej.3	3,08	0,64	0,88	1,65	0,31	0,004	2,25	0,011	0,008	"	"	72,5	53	25,3
Ej.4	2,74	0,58	0,59	1,07	0,32	0,003	1,66	0,043	0,050	"	"	70,3	51	48,6
Bolas templadas	3,15	0,45	0,51	2,03	-	0,007	0,10	0,010	-	"	"	18,2	47	68,0
Bolas de acero	0,40	0,30	0,72	0,09	-	0,008	0,09	0,013	-	"	"	44,5	42	100,0

1

5

10

15

20

25

30

TABLA I

MUESTRAS		COMPOSICION QUIMICA									
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Al	Ti	Ot
Bolas de hierro de fundición de alta te- nacidad	Ej.1	3,15	0,68	0,70	1,10	-	0,007	0,06	0,012	0,005	esenc
	Ej.2	3,10	0,60	0,59	1,15	0,98	0,006	0,04	0,010	0,006	
	Ej.3	3,08	0,64	0,88	1,65	0,31	0,004	2,25	0,011	0,008	
	Ej.4	2,74	0,58	0,59	1,07	0,32	0,003	1,66	0,043	0,050	
Bolas templadas		3,15	0,45	0,51	2,03	-	0,007	0,10	0,010	-	
Bolas de acero		0,40	0,30	0,72	0,09	-	0,008	0,09	0,013	-	

TABLA I

COMPOSICION QUIMICA					Resisten- cia a la compresión	Dureza superfi- cial	Relación de desgaste de bolas de acer
V	Ni	Al	Ti	Otros			
0,007	0,06	0,012	0,005	esencialmente	65,5	50	57,5
0,006	0,04	0,010	0,006	"	69,7	51	50,8
0,004	2,25	0,011	0,008	"	72,5	53	25,3
0,003	1,66	0,043	0,050	"	70,3	51	48,6
0,007	0,10	0,010	-	"	18,2	47	68,0
0,008	0,09	0,013	-	"	44,5	42	100,0

1                    En resumen, la Patente de Introducción que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5                    1.- PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE BOLAS DE HIERRO DE ALTA TENACIDAD, esencialmente caracterizado por realizarse a partir de la fusión de un arrabio tipo eutéctico en una barra de hierro blanco fundido, sometiendo posteriormente dicha barra a un trabajo de deformación plástica en caliente a una temperatura entre 900°C y 1125°C

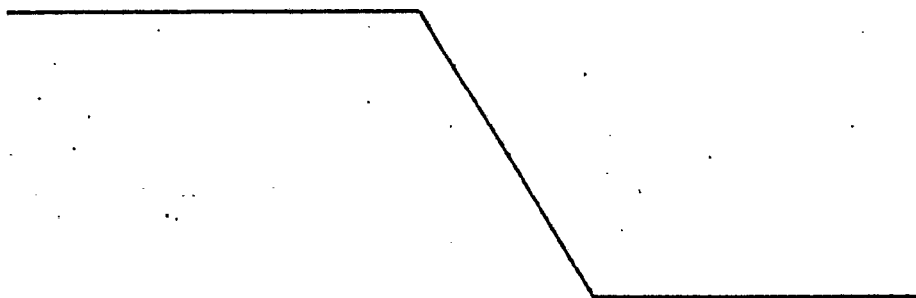
10                   para formar bolas de hierro blanco fundido que contienen una estructura en la cual la red de cementita eutéctica se convierte en fina cementita eutéctica uniforme, concentrica, esfericamente dispersada a través de la matriz perlítica de la bola, enfriando posteriormente la bola y re-

15                   cociéndola a una temperatura por debajo del punto  $A_{c1}$  del hierro fundido o reviniendo las bolas a una temperatura comprendida entre 150°C y 250°C, obteniéndose una bola de hierro blanco fundido que cuenta con una fina estructura

20                   de cementita eutéctica sin red uniforme y concentrica, esfericamente dispersada a través del cuerpo de la bola, donde la estructura de cementita eutéctica sin red se forma por deformación plástica en caliente de la estructura de red de la cementita eutéctica de la condición de la colada en bruto del hierro blanco fundido.

25

30



1                    2.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Introducción que se solicita: PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE BOLAS DE HIERRO DE ALTA TENACIDAD.

5                    Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de dieciseis páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 13 de Febrero de 1978  
BERNARDO UNGRIA  
P.P.



10

15

20

25

30

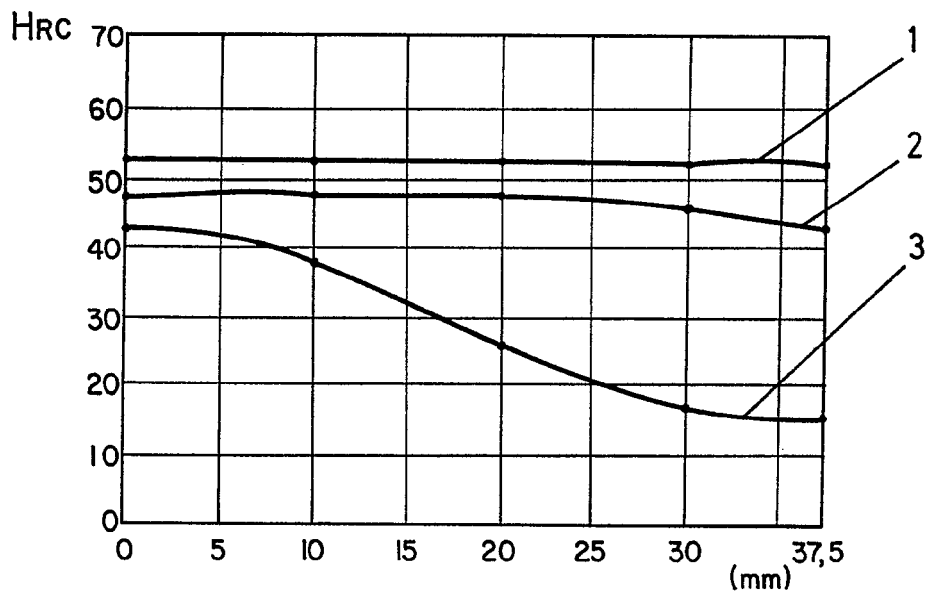


FIG-1

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 13 de Febrero de 1978

**BERNARDO UNGRIA**

p. p.

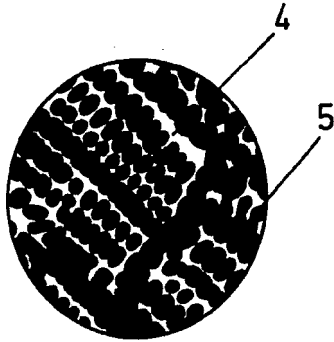


FIG-2

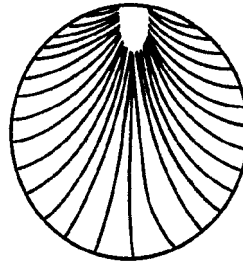


FIG-3

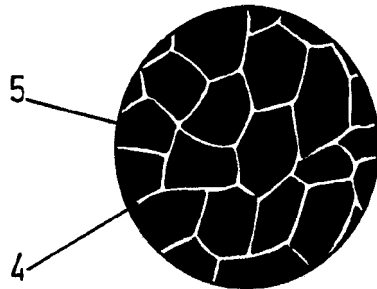


FIG-4

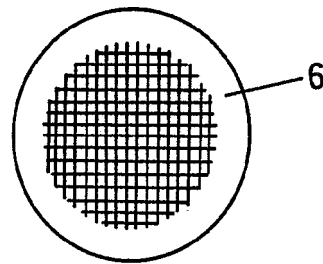


FIG-5

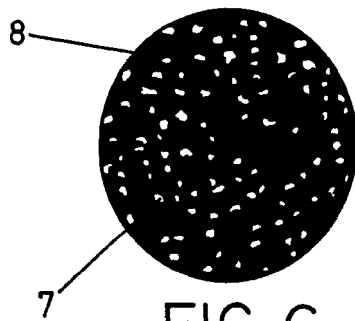


FIG-6

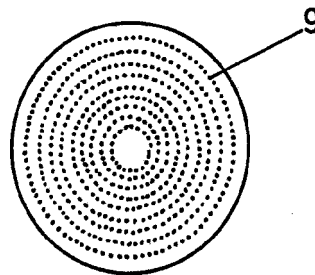


FIG-7

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 13 de Febrero de 1978

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.