

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 286**

51 Int. Cl.:

C22C 38/22 (2006.01)

C22C 38/24 (2006.01)

C22C 38/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05742610 .8**

96 Fecha de presentación: **26.04.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1876255**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54 Título: **Acero de cementación o carbonitruración y procedimiento de fabricación de piezas con dicho acero**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

07.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

07.12.2012

73 Titular/es:

**GERDAU INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
EUROPA, S.A. (100.0%)
Barrio Ugarte, s/n
48970 Elexalde-Basauri Vizcaya, ES**

72 Inventor/es:

**ALBARRAN SANZ, JACINTO J.;
ELVIRA EGUIZABAL, ROBERTO y
MONTERO PASCUAL, MARÍA CARMEN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 286 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Acero de cementación o carbonitruración y procedimiento de fabricación de piezas con dicho acero.

La presente invención se refiere a un material de acero de cementación o carbonitruración y al procedimiento de obtención de piezas a partir de ese material.

- 5 Es objeto de la invención un acero de cementación o carbonitruración que presente una composición tal que permita elevar su templabilidad y minimizar deformaciones cuando una zona de su superficie es sometida a un tratamiento de endurecimiento por cementación o carbonitruración seguido de temple en un medio poco severo.

Otro objeto de la invención es el procedimiento de obtención de una pieza mecánica a partir de este acero de partida.

10 **Antecedentes de la invención**

- 15 La cementación representa uno de los tratamientos térmicos superficiales más extendidos que se realizan con materiales metálicos y es de especial aplicación en piezas de automoción presentes en órganos de transmisión tales como la dirección y la caja de cambios. Los elevados rozamientos que se generan durante su funcionamiento obligan a que las superficies de las piezas sean duras y con elevada resistencia al desgaste, además de incorporar un núcleo tenaz para resistir los choques mecánicos que se producen durante el servicio. Para conseguir estas propiedades se recurre normalmente al empleo de piezas fabricadas con aceros de cementación.

- 20 Los aceros de cementación presentan un contenido en carbono entre el 0,15% y el 0,30% en peso y elementos de aleación tales como manganeso, cromo, níquel y molibdeno entre otros, que favorecen la obtención de las características finales exigidas a las piezas. Los aceros de cementación más empleados en la fabricación de componentes destinados a la industria de automoción son los aceros aleados al Cr, MnCr, MoCr, NiCr, CrNi, NiCrMo, CrNiMo.

- 25 Para aumentar la dureza superficial de la pieza se somete al acero a un proceso de cementación que aumenta el contenido de carbono en su capa superficial hasta alcanzar valores comprendidos entre el 0,8 y el 1% de carbono. El proceso de cementación se realiza a alta temperatura en una atmósfera gaseosa controlada. Tras el proceso de cementación la periferia de la pieza puede encontrarse relativamente blanda a pesar del alto contenido de carbono y el núcleo puede mostrar fragilidad por tener una estructura grosera, por lo que se hace necesario a continuación someter a la pieza a un proceso de temple.

- 30 En el proceso de temple las piezas se enfrían desde la temperatura de cementación hasta la temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento que asegure la transformación de la austenita en la estructura final que requiere el acero.

Entre las técnicas de cementación y temple conocidas se está implantando la cementación a baja presión combinada con un temple en el cual se sustituye el aceite por un gas a alta presión, de esta forma se está consiguiendo mejorar la calidad superficial y reducir las deformaciones de las piezas.

- 35 El enfriamiento con gas implica que los gradientes de temperatura en la pieza sean más homogéneos que los alcanzados con aceite, lo cual supone una reducción de las deformaciones de origen térmico. Sin embargo el gas empleado como fluido de temple puede presentar menor capacidad de refrigeración que el aceite lo que supone que la pieza de acero obtenida tenga menor resistencia.

Para aumentar la capacidad de refrigeración del gas se recurre a aumentar la presión del mismo, sin embargo una presión excesiva puede ocasionar un mayor número de deformaciones finales en las piezas.

- 40 La patente de invención EP 0 890 653 se refiere a un procedimiento de fabricación de piezas de acero de cementación o carbonitruración y al acero para la fabricación de dicha pieza. Este acero se concibe para conseguir durezas elevadas en la superficie de la pieza obtenida tras el tratamiento térmico y para mejorar las características mecánicas del núcleo tratando de evitar deformaciones que puedan conducir al rechazo de la pieza o a la necesidad de efectuar mecanizados suplementarios. De acuerdo con dicha invención se propone una composición concreta del
45 acero de partida en la que participa el C con un porcentaje en peso entre 0,2 y 0,26 y otros componentes entre los que se incluyen Si, P, S, Mn, Cr, Ni, Mo, Al, Cu, Ti.

- 50 Asimismo la solicitud de patente EP 0 725 156 A divulga un procedimiento para fabricar un componente realizado en acero soldable que tiene una resistencia a la rotura elevada y una buena ductibilidad. Se propone una composición específica del acero de partida que comprende, en peso entre el 0,15% y el 0,35% de carbono y otros componentes que incluyen, entre otros Si, Al, Mn, Ni, Cr, W, Mo, V y Nb. Por otra parte, la solicitud de patente ES 2013007 A se refiere a un acero destinado a fabricar miembros estructurales sometidos a grandes esfuerzos con grandes demandas de ductibilidad y resistencia a la fatiga; teniendo dicho acero un contenido de carbono ajustado para fin al que se ha de usar y molibdeno como único aditivo intencional de aleación. Más en particular, el acero tiene un contenido de carbono situado dentro del intervalo entre el 0,2% y el 1,0%. El contenido de otros materiales de

aleación usados normalmente, tales como Si, Mn, Cr, Ni, V y W se limita al menor nivel normal para el procedimiento de fabricación industrial aplicable al acero. Es decir, estos otros materiales de aleación estarán presentes en cantidades no superiores a las típicas para contenidos residuales para el procedimiento de fabricación industrial usado para el acero en cuestión.

- 5 Las propiedades de las piezas obtenidas por los tratamientos térmicos descritos resultan susceptibles de ser optimizadas mediante el empleo de un acero de partida como el que propone la invención que se describe seguidamente.

Descripción de la invención

10 La presente invención propone un acero de cementación o carbonitruración que se emplea como material de partida susceptible de someterse a un tratamiento de endurecimiento por cementación o carbonitruración y posterior temple, que se concibe con una composición química que eleva la templabilidad de este tipo de aceros y que asimismo permite emplear medios de temple poco severos con el objeto de minimizar las deformaciones finales de la pieza obtenida mediante este tratamiento.

15 Se describe un acero de cementación o carbonitruración en el que como resultado de diversas investigaciones se ha constatado de forma inesperada que la adición de vanadio en contenidos menores al 0,15% en peso provoca en aceros de una composición química determinada un aumento óptimo de la templabilidad.

20 Los inventores han comprobado un efecto sinérgico que tiene lugar en piezas de acero aleado con CrMn con unos contenidos en dichos elementos no habituales en aceros de cementación, a los que se añade la cantidad señalada de vanadio, que son sometidos a un tratamiento de endurecimiento por cementación o carbonitruración seguido de un temple. Estas piezas de composición química novedosa presentan unas características mejoradas en lo que se refiere a una mayor templabilidad y menores deformaciones, además de obtener un acero con mayor calidad metalúrgica y con respuesta repetitiva y uniforme al tratamiento térmico de temple.

25 El vanadio se emplea en mayores porcentajes para mejorar la resistencia al desgaste en otros aceros como los de herramientas, pero no en aceros de cementación o carbonitruración en las concentraciones indicadas y con la combinación de elementos que se propone.

La pieza de acero de partida cuya superficie se somete parcialmente a tratamiento de cementación o carbonitruración cuenta con la siguiente composición química en porcentaje en peso:

30 $0,15\% \leq C \leq 0,27\%$
 $0,50\% \leq Mn < 1,00\%$
 $1,10\% \leq Cr \leq 2,00\%$
 $0,00\% \leq Mo < 0,08\%$
 $0,03\% \leq V \leq 0,50\%$

35 así como eventualmente cuenta con uno o varios elementos: hasta el 0,0050% de Ca, hasta el 0,15% de Bi, hasta el 0,20% de Pb, hasta el 0,02% de Te, hasta el 0,04% de Se, siendo el resto elementos residuales que resultan del proceso de fabricación.

El efecto de cada uno de dichos elementos de aleación en el proceso de fabricación del acero, en su respuesta a los tratamientos térmicos y en propiedades como dureza y templabilidad, es conocido por los técnicos metalúrgicos y queda descrito en la literatura sobre el tema.

40 Adicionalmente el acero puede incorporar al menos uno de los elementos siguientes o una combinación de los mismos:

45 $0,05\% \leq Si \leq 0,50\%$
 $P \leq 0,030\%$
 $S \leq 1,000\%$
 $0,10\% \leq Ni \leq 0,50\%$
 $0,00\% \leq Cu \leq 0,35\%$
 $0,005\% \leq Al \leq 0,050\%$
 $0,005\% \leq Ti \leq 0,050\%$
 $0,0040\% \leq N \leq 0,0200\%$

Una composición preferente de la pieza de acero de partida en porcentaje en peso es la siguiente:

50 $0,18\% \leq C \leq 0,26\%$
 $0,80\% \leq Mn < 1,00\%$
 $1,30\% \leq Cr \leq 1,70\%$
 $0,00\% \leq Mo < 0,08\%$
 $0,03\% \leq V \leq 0,15\%$

en mecanizar una probeta de unas dimensiones determinadas, calentarla hasta una temperatura en que el acero esté austenizado y enfriarla por un extremo con un chorro de agua fría. A continuación se mide la dureza en dos generatrices opuestas de la probeta y se representa frente a la distancia al extremo templado. De este modo se conocen, según el valor de dureza obtenido en cada punto, las transformaciones estructurales que tienen lugar en el acero con enfriamientos de distinta naturaleza.

Las curvas Jominy obtenidas para los aceros del ejemplo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2

| HRc | A1 | B1 | C1 | D1 | E1 | A2 | B2 | C2 | D2 | E2 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| J1,5 | 44,5 | 45,6 | 44,7 | 46,7 | 49,8 | 44,4 | 44,9 | 44,6 | 46,4 | 50,1 |
| J3 | 44,0 | 44,5 | 43,8 | 46,4 | 49,3 | 44,1 | 44,7 | 41,8 | 46,0 | 49,3 |
| J5 | 39,9 | 38,9 | 37,9 | 44,9 | 48,7 | 41,4 | 42,6 | 34,6 | 45,6 | 48,2 |
| J7 | 35,2 | 33,5 | 31,5 | 42,4 | 46,2 | 37,9 | 37,6 | 30,1 | 44,4 | 46,5 |
| J9 | 32,0 | 30,2 | 27,6 | 39,9 | 43,1 | 34,0 | 34,2 | 27,0 | 43,2 | 44,0 |
| J11 | 30,0 | 28,2 | 25,2 | 37,9 | 40,3 | 31,6 | 31,8 | 25,1 | 41,8 | 41,2 |
| J13 | 28,6 | 26,8 | 23,7 | 36,3 | 38,3 | 29,2 | 30,2 | 24,1 | 40,4 | 39,9 |
| J15 | 27,5 | 25,6 | 22,5 | 35,0 | 36,8 | 27,8 | 28,9 | 23,0 | 38,5 | 38,5 |
| J20 | 25,6 | 23,1 | 20,3 | 32,7 | 34,2 | 26,3 | 26,9 | 21,5 | 36,3 | 35,0 |
| J25 | 24,3 | 21,1 | 18,7 | 31,1 | 32,7 | 25,1 | 25,1 | 19,6 | 34,9 | 33,9 |
| J30 | 22,3 | 19,2 | 17,3 | 29,9 | 31,8 | 23,6 | 23,6 | 18,8 | 33,2 | 32,9 |
| J40 | 19,8 | 16,2 | 15,3 | 28,2 | 30,6 | 22,1 | 21,6 | 17,1 | 31,9 | 31,2 |
| J50 | 18,4 | 14,1 | 13,8 | 26,6 | 29,2 | 22,0 | 18,1 | 16,6 | 31,2 | 28,9 |

Al comparar las curvas Jominy de los aceros A1 con A2, B1 con B2, C1 con C2, D1 con D2 y E1 con E2 se comprueba que los aceros B2 y D2, con composiciones químicas y contenido en vanadio dentro del rango que propone la invención, presentan unas curvas de templabilidad con valores de dureza superiores a los obtenidos para los aceros B1 y D1, que no contienen vanadio. Este efecto de aumento de la templabilidad por adición de vanadio no se observa en las curvas Jominy de los aceros A2, C2 y E2, cuya composición química queda fuera del rango que propone la invención.

Ejemplo 2

A continuación se describe un ejemplo en el que se ilustra la reducción de la deformación asegurando al mismo tiempo una dureza óptima de piezas sometidas a tratamientos de endurecimiento por cementación o carbonitruración seguidos de temple con gas, en los que se emplea un acero con las características de composición preferentes correspondientes al acero de partida que constituye el objeto de la presente invención.

A partir de una serie de aceros de diferente composición se han fabricado piezas de una particular geometría que disponen una dimensión sensible a las deformaciones. La composición en porcentaje en peso de los aceros de partida se refleja en la siguiente tabla, en la que se puede comprobar que el acero E presenta una composición química dentro del intervalo preferente que propone la invención.

ES 2 392 286 T3

Tabla 3

| | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Mo | V | Cu | Al |
|----------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| A CrMo | 0,19 | 0,92 | 0,24 | 0,013 | 0,033 | 0,95 | 0,22 | 0,19 | 0,01 | 0,19 | 0,020 |
| B CrMn | 0,21 | 0,74 | 0,25 | 0,015 | 0,027 | 1,16 | 0,15 | 0,03 | 0,00 | 0,19 | 0,022 |
| C CrNiMo | 0,20 | 0,85 | 0,24 | 0,016 | 0,023 | 0,54 | 0,51 | 0,18 | 0,01 | 0,22 | 0,025 |
| D MnCr | 0,20 | 1,26 | 0,28 | 0,016 | 0,026 | 1,17 | 0,18 | 0,04 | 0,01 | 0,16 | 0,020 |
| E CrMnV | 0,20 | 0,95 | 0,25 | 0,015 | 0,028 | 1,45 | 0,22 | 0,05 | 0,06 | 0,19 | 0,028 |

Las piezas fabricadas con estos aceros se someten a un proceso industrial de cementación a baja presión a una temperatura de 980°C y a un temple posterior con gas a presiones de 500 kPa, 1000 kPa, 1500 kPa y 2000 kPa respectivamente, seguido de un distensionado.

Se ha medido la dureza en el núcleo, donde tiene lugar el enfriamiento menos severo, de todas las piezas así fabricadas, reflejando la siguiente tabla los valores obtenidos.

Tabla 4

| | Dureza Hv 30 kg | | | | |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|------|
| Presión gas | A | B | C | D | E |
| 500 kPa | <350 | < 350 | <350 | 350 – 400 | >400 |
| 1000 kPa | <350 | <350 | <350 | 350 – 400 | >400 |
| 1500 kPa | 350 - 400 | 350 - 400 | 350 - 400 | >400 | >400 |
| 2000 kPa | >400 | >400 | >400 | >400 | >400 |

Los resultados de la tabla anterior muestran que las máximas durezas se obtienen con el enfriamiento más severo templando las piezas a una presión de 2000 kPa. Asimismo se observa que al reducir la presión del gas de temple en los aceros A, B, C y D se reducen los valores de dureza obtenidos. Por el contrario, en el acero E objeto de la invención los valores de dureza se mantienen en órdenes similares incluso con el enfriamiento menos severo que tiene lugar a 500 kPa.

Para obtener las características mecánicas óptimas en las piezas fabricadas el acero E se podrá por lo tanto templar a la menor presión posible, con lo que minimizan las deformaciones. Sin embargo, para obtener durezas similares a las del acero E con 500 kPa, los otros aceros requerirán enfriamientos más severos: los aceros A, B y C temple con presiones de gas en torno a 2000 kPa, y el acero D con presiones de al menos 1500 kPa, obteniendo piezas con deformaciones superiores a las del acero de la invención.

Esto queda reflejado en la siguiente tabla, que muestra el resultado del control dimensional realizado antes y después del tratamiento en la dimensión sensible a deformarse en las piezas A, B, C, D y E para las diferentes presiones de gas de temple, y que se expresa como la variación respecto a la dimensión inicial en tanto por ciento.

Tabla 5

| | Variación dimensional% | | | | |
|-------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Presión gas | A | B | C | D | E |
| 500 kPa | <0,8% | <0,8% | <0,8% | <0,8% | <0,8% |
| 1000 kPa | <0,8% | <0,8% | <0,8% | 0,8-1% | 0,8-1% |
| 1500 kPa | 0,8-1% | 0,8-1% | 0,8-1% | 0,8-1% | 0,8-1% |

Se comprueba por lo tanto en este ejemplo que para minimizar las deformaciones obtenidas en las piezas después

5 del tratamiento térmico hay que emplear en el temple medios con la menor severidad de temple posible, como gases a baja presión, y aceros que garanticen la obtención de las características requeridas al componente. El acero E, que presenta la combinación de elementos dentro del intervalo objeto de la invención, asegura en las piezas fabricadas según el procedimiento objeto de la invención, la reducción de las deformaciones tras el tratamiento y la obtención de las exigencias mecánicas requeridas, así como una estructura homogénea en la pieza y un comportamiento uniforme y repetitivo del material

REIVINDICACIONES

1.- Un acero de cementación o carbonitruración que constituido, en porcentaje en peso, por $0,03\% \leq V \leq 0,50\%$,

5
 $0,15\% \leq C \leq 0,27\%$
 $0,50\% \leq Mn < 1,00\%$
 $1,10\% \leq Cr \leq 2,00\%$
 $0,00\% \leq Mo < 0,08\%$
 $0,05\% \leq Si \leq 0,50\%$
 $0,10\% \leq Ni \leq 0,50\%$
10
 $0,00\% \leq Cu \leq 0,35\%$
 $0,005\% \leq Al \leq 0,050\%$
 $P \leq 0,030\%$,
 $S \leq 1,000\%$

15 y opcionalmente al menos uno de los siguientes componentes

hasta el 0,0050% de Ca,
 hasta el 0,15% de Bi,
 hasta el 0,20% de Pb,
 hasta el 0,02% de Te,
 hasta el 0,04% de Se.

asimismo, opcionalmente uno de los siguientes elementos o una combinación de los mismos:

25
 $0,005\% \leq Ti \leq 0,050\%$
 $0,0040\% \leq N \leq 0,0200\%$

siendo el resto Fe e impurezas incidentales.

2.- Un acero de cementación o carbonitruración constituido, en porcentaje en peso, por

30
 $0,03\% \leq V \leq 0,50\%$
 $0,15\% \leq C \leq 0,27\%$
 $0,50\% \leq Mn < 1,00\%$
 $1,10\% \leq Cr \leq 2,00\%$
 $0,00\% \leq Mo < 0,08\%$
 $0,05\% \leq Si \leq 0,50\%$
 $0,10\% \leq Ni \leq 0,50\%$
 $0,00\% \leq Cu \leq 0,35\%$
 $0,005\% \leq Al \leq 0,050\%$
 $0,005\% \leq Ti \leq 0,050\%$
 $0,0040\% \leq N \leq 0,0200\%$
 $P \leq 0,030\%$,
 $S \leq 1,000\%$

teniendo opcionalmente al menos uno de los siguientes componentes

45
 hasta 0,0050% de Ca,
 hasta 0,15% de Bi,
 hasta 0,20% de Pb,
 hasta 0,02% de Te,
 hasta 0,04% de Se,

siendo el resto Fe e impurezas incidentales.

50

3.- Un acero de cementación o carbonitruración que constituido, en porcentaje en peso, por

55
 $0,03\% \leq V \leq 0,15\%$
 $0,18\% \leq C \leq 0,26\%$
 $0,80\% \leq Mn < 1,00\%$
 $1,30\% \leq Cr \leq 1,70\%$
 $0,00\% \leq Mo < 0,08\%$
 $0,05\% \leq Si \leq 0,50\%$

ES 2 392 286 T3

$0,10\% \leq \text{Ni} \leq 0,50\%$
 $0,00\% \leq \text{Cu} \leq 0,35\%$
 $0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,050\%$

5 y opcionalmente al menos uno de los siguientes componentes

10 $P \leq 0,030\%$,
 $0,020\% \leq S \leq 0,090\%$
 $0,005\% \leq \text{Ti} \leq 0,050\%$
 $0,0040\% \leq N \leq 0,0200\%$

siendo el resto Fe e impurezas incidentales.

4.- Un acero de cementación o carbonitruración que constituido, en porcentaje en peso, por

15 $0,03\% \leq V \leq 0,15\%$
 $0,18\% \leq C \leq 0,26\%$
 $0,80\% \leq \text{Mn} < 1,00\%$
 $1,30\% \leq \text{Cr} \leq 1,70\%$
 $0,00\% \leq \text{Mo} < 0,08\%$
20 $0,05\% \leq \text{Si} \leq 0,50\%$
 $P \leq 0,030\%$
 $0,020\% \leq S \leq 0,090\%$
 $0,10\% \leq \text{Ni} \leq 0,50\%$
 $0,00\% \leq \text{Cu} \leq 0,35\%$
25 $0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,050\%$
 $0,0040\% \leq N \leq 0,0200\%$

siendo el resto Fe e impurezas incidentales.

5.- Un procedimiento para fabricar una pieza de acero según las etapas de:

- 30
- seleccionar un material de acero,
 - fabricar una pieza con el material de acero mediante forja o mecanizado,
 - tratar por cementación o carbonitruración al menos una parte de la superficie de la pieza,
 - templar,
 - revenido o distensionado,

35 **caracterizado porque** durante la etapa de selección se elige un acero que tiene la composición descrita en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

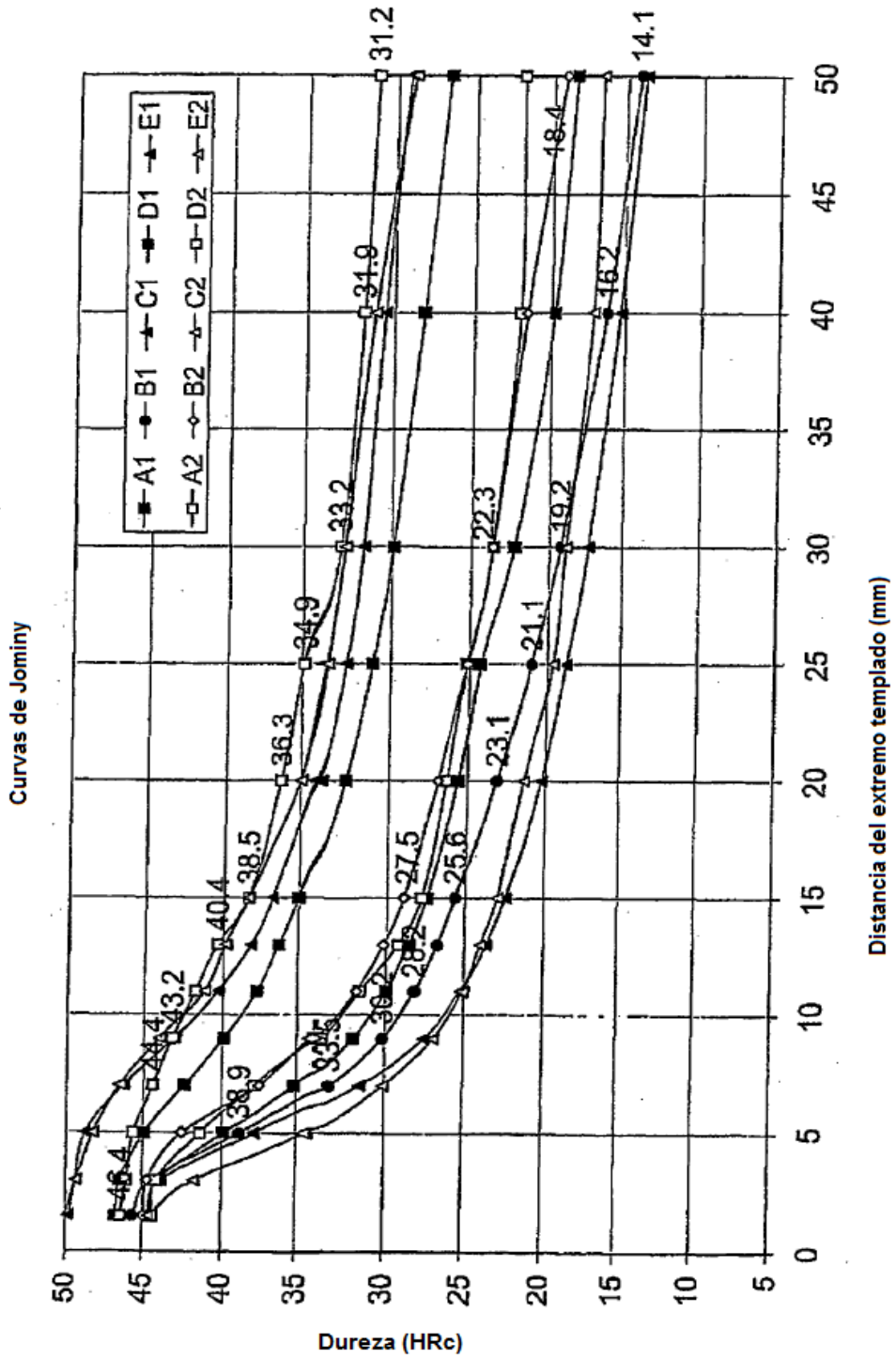


FIG.1