

433361



P.- 59.333

File : BGK
880 Spa/ih

Int Cl: C22C 38/60, B21B 3/02

Int. Cl.: B21B//C22C

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de 1) STORA KOPPARBERGS BERGSLAGS AKTIEBOLAG y
2) GRANGES AB

entidades suecas

establecidas en 1) Falun y 2) Gustav Adolfs torg 18,
Estocolmo, respectivamente, ambas en
Suecia.

por: "UN PROCEDIMIENTO MEJORADO DE FABRICAR CONSTRUCCIONES
DE MATERIALES DE ACERO LAMINADO"
(Clase Internacional C22c)

30.1.75

- 1 -



-7 FEB 1975

5 La presente invención se refiere a construcciones de materiales de acero laminado así como a un procedimiento para su fabricación, en el que el material se somete a esfuerzos de tracción elevados en direcciones que se desvían de la dirección de laminación.

10 Cuando se lamina el acero, el material adquiere usualmente características diferentes en la dirección de laminación (igual a la dirección de alargamiento principal en el tratamiento en caliente) y en una dirección perpendicular a aquélla. Para los productos aplanados, también es posible lograr diferencias entre las características exhibidas en el plano de laminación y en un plano perpendicular al mismo. Véase la Fig. 1, en la que se ilustran las direcciones diferentes de interés para esta invención.

15 Así, en particular la tenacidad es considerablemente menor en dirección perpendicular a la dirección de laminación que en dirección paralela a aquélla. Esto es una desventaja, especialmente para los productos aplanados, por ejemplo chapa, plancha o banda, en los cuales durante su
20 empleo no siempre es posible prestar atención a la dirección de laminación. Usualmente, se intenta disponer el material en la construcción de tal manera que se ejerza la carga máxima de tracción en la dirección longitudinal de la banda, plancha o chapa. Por ejemplo, en la construcción de buques
25 las planchas del casco se disponen longitudinalmente. No



obstante, sería útil lograr que, por ejemplo, en la construcción de un buque fuese posible disponer en sentido transversal al menos una parte de las planchas transversalmente al buque.

5 Las tuberías para el transporte de gas, petróleo, agua y otros medios gaseosos, líquidos o en forma de suspensión, se fabrican a partir de chapa o plancha que tiene una junta longitudinal, a partir de bandas que tienen una junta helicoidal, y, particularmente en pequeñas dimensiones, sin junta. En estos productos, una sobrepresión interna da como resultado una carga, cuyo componente máximo está dirigido en la dirección de la circunferencia y perpendicularmente a la dirección longitudinal del tubo, esto es, en una dirección que se desvía de la dirección de laminación. Los esfuerzos circunferenciales pueden dar como resultado grietas en la dirección longitudinal de los tubos (o, en el caso de tubos soldados en hélice, helicoidalmente a lo largo de la junta de soldadura) si la solidez y la tenacidad del acero en la dirección de la circunferencia que se desvía de la dirección de laminación son suficientemente altas.

10

15

20

Otro caso en el que el material se puede someter a cargas de tracción en direcciones que se desvían de la dirección de laminación es el de las soldaduras en juntas en T, juntas en L ó juntas en cruz, o construcciones similares, por ejemplo cuando se sueldan refuerzos contra el forro u

25



5 otras partes de un casco, cuando se sueldan esas a recipientes y en una pluralidad de otros casos. En estos casos se necesita una cierta aptitud para resistir cargas en la dirección del espesor, es decir, en una dirección perpendicular tanto a la dirección de laminación como al plano de la chapa o de la plancha.

10 Bajo esfuerzos transversales, la ductilidad es particularmente crítica cuando se flexiona en un radio de ángulo pequeño, extendiéndose el eje de la flexión paralelamente a la dirección de laminación. Esto tiene una gran importancia en el caso de una multiplicidad de construcciones fabricadas por conformación de chapa, plancha o banda en frío por medio de flexión. Un ejemplo típico de esto lo constituyen las bridas y los refuerzos de vigas y armaduras, donde, por supuesto, es preciso admitir también flexiones, 15 extendiéndose el eje de flexión a lo largo de la dirección de laminación.

20 En muchos casos podría darse a la construcción un diseño mejor y más barato si por un coste razonable pudiesen utilizarse calidades de chapa o plancha que tuviesen una tenacidad transversal mejor que la de las calidades que existen actualmente en el mercado. Una forma racional de conseguir esto es, por supuesto, hacer al material más isotropo, esto es, eliminar las causas de la reducción en tenacidad en direcciones que se desvían de la dirección de laminación. 25



De acuerdo con la invención, se utilizan para las partes de una construcción que pueden estar sometidas a cargas de tracción fuertes en direcciones que se desvían de la dirección de laminación aceros que contienen de 0,002 a 0,05 por ciento en peso de azufre, y telurio en una cantidad de 0,002 a 0,009 por ciento en peso \pm 0,1 multiplicado por el contenido de azufre en porcentaje en peso. Así, se ha demostrado de un modo totalmente sorprendente que por el empleo de tales pequeñas cantidades de aditivos se mejoran notablemente las características del acero en las direcciones que se desvían de la dirección de laminación. Se sabía con anterioridad que pequeñas cantidades de telurio mejoran la tenacidad del acero en la dirección de laminación, pero hasta ahora nadie ha observado que estas pequeñas cantidades dan lugar ante todo a la anisotropía de los aceros laminados desde el punto de vista de la tenacidad.

Esta anisotropía del material laminado puede depender, sobre todo, del hecho de que las heterogeneidades del material se extienden en la dirección de laminación. Además, en los productos aplanados, la laminación tiene lugar esencialmente en un solo plano, lo que da como resultado que las heterogeneidades se extiendan en este plano, conduciendo esto, a su vez, a una influencia máxima en las características perpendiculares al plano de laminación. Entre tales heterogeneidades, se ha encontrado que particularmen-



5 te las inclusiones de sulfuros tienen una relación directa
con la tenacidad del material en dirección perpendicular
a la dirección de laminación. Por esta razón, se ha inten-
tado influir en esta característica disminuyendo el conte-
nido de azufre del acero o aportando las características de
las inclusiones de sulfuros. En ciertos casos, el contenido
de azufre se ha disminuido hasta un valor inferior a 0,005 %,
lo que da como resultado una cierta mejora pero requiere una
operación particular de desulfuración. Además, este bajo con-
tenido de azufre puede ser desventajoso en algunos casos.

10 Se han añadido también diferentes metales que fi-
jan azufre, tales como Zr, Ti, Ca y tierras raras, teniendo
dichos metales mayor afinidad para el azufre de la que tiene
el manganeso, por lo que reemplazan al manganeso en las in-
clusiones de sulfuros. Los sulfuros así formados son más du-
ros que el sulfuro de manganeso y no se deforman durante la
laminación a inclusiones alargadas. No obstante, estos me-
tales fijan principalmente oxígeno y nitrógeno y deben su-
ministrarse por esta razón en un cierto exceso que correspon-
de a las cantidades de oxígeno e hidrógeno que no han sido
fijadas de modo satisfactorio por medio de, por ejemplo, alu-
minio. Dado que se requiere una fijación completa del conte-
nido total de azufre, la cantidad será necesariamente alta,
en muchos casos de 1 a 2 kg/tonelada, y el coste, por consi-
guiente, será correspondientemente elevado.



Como el azufre, el telurio forma compuestos relativamente blandos con manganeso e hierro, y se ha utilizado previamente en mayores cantidades que las sugeridas aquí con el fin de mejorar la susceptibilidad de cortado del acero.

5 A las concentraciones que se definen en las reivindicaciones, se forman cantidades importantes de telururo puro, sin embargo, pero el telurio forma en su lugar una solución sólida con el sulfuro de manganeso, el cual adquiere de este modo una mayor dureza y se deforma en un grado mucho menor en la laminación de lo que lo hace el sulfuro de manganeso puro. De este modo se mejora considerablemente la tenacidad transversal. Se han realizado medidas de las relaciones espesor/longitud (relación t/l) de las inclusiones de sulfuro de contenido variable de Te en corte longitudinal a partir de plancha de 15 mm laminada en caliente. Se han analizado las mismas inclusiones por medio de una microsonda. Se ha establecido, por una parte, que tiene lugar un aumento muy acusado de la relación t/l --desde $< 0,05$ a $> 0,35$ -- cuando el contenido de Te de las inclusiones aumenta desde $< 1\%$ a $> 2\%$ (véase la Fig. 2), y por otra parte que la cantidad máxima de Te de este tipo de inclusiones que tienen una alta relación t/l está comprendida entre 3 y 4%. Como el contenido de S de las inclusiones era al mismo tiempo de aproximadamente 35%, puede llegarse a la conclusión de que se requerirá una cantidad de Te de 0,06 a 0,1 multiplicado por el contenido

10

15

20

25

-7 FEB 1975

de azufre para obtener el efecto deseado. (En la Fig. 2 se ha trazado una línea vertical de trazos y puntos para un contenido de Te de aproximadamente 1,8%, que divide el diagrama en un área de relación baja y un área de relación alta (t/l)). Además de ello, existe una cantidad básica de Te relativamente independiente del contenido de azufre y que corresponde a la solubilidad (incluyendo la adsorción en la interfase de los granos) en la fase metálica a partir de la cual se han precipitado las inclusiones de sulfuro. Esta cantidad varía probablemente en dependencia del análisis restante y de las condiciones de solidificación, pero parece estar comprendida entre 0,002 y 0,009%. El contenido óptimo de Te en el acero puede expresarse, por tanto, como $[0,002 \text{ a } 0,009\% + (0,06 \text{ a } 0,1) \times \text{el contenido de azufre}]$. Si se sobrepasa este contenido estará presente una cantidad progresivamente creciente de una fase que tiene un contenido mayor de Te, fase que, contrariamente al sulfuro que tiene aproximadamente 3% de Te, se deforma con facilidad a la temperatura de trabajo en caliente y contrarresta de este modo el propósito de la invención.

Como se ha indicado arriba, el Te influye en los sulfuros también en aquellos aceros que tienen contenidos de oxígeno relativamente altos. De este modo, dicho elemento difiere de, por ejemplo, Ce y otras tierras raras. Sin embargo, un contenido elevado de oxígeno puede contribuir per se a una ductilidad baja en las direcciones transver-



5 sal y de espesor, en particular si está presente en forma de silicatos fácilmente laminables. En un experimento en el que se compararon materiales que contenían Te y materiales exentos de Te que tenían el mismo análisis básico, se ha encontrado así que cuando la concentración de oxígeno presente principalmente como silicatos de Mn era de 300 partes por millón, la contracción de área en un ensayo de tracción en la dirección del espesor fue solamente de 10%, independientemente de que se hubiera añadido Te o no. A medida que se reducía el contenido de oxígeno, y por tanto la proporción de inclusiones de silicato alargadas, la diferencia entre los materiales que contenían Te y los materiales exentos de Te se hacía cada vez más acusada, y cuando dicho contenido de oxígeno era inferior a 100 partes por millón los valores de contracción excedían por término medio del 40% en el caso del material tratado con Te, en tanto que para el material no tratado con Te dicho valor estaba comprendido todavía entre 10 y 15%. En este caso, el contenido de azufre era 0,020%.

20 Además de la aptitud para hacer los sulfuros de manganeso más resistentes a la deformación durante la laminación en caliente, el telurio tiene también una influencia acusada en el modo en que aquéllos están presentes en la estructura. En un acero bien desoxidado-- lo cual, de acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior, es una condición



-7-

básica para que se logren características satisfactorias tanto transversalmente como en el sentido del espesor -- los sulfuros están precipitados por regla general en agregados o fil-
5 las en las aristas de la interfase de los granos y en las interfases de los granos de la estructura solidificada (véase la Fig. 3a). Con indiferencia de que las partículas discretas de sulfuro se aplanen o no durante la laminación, tal presencia de los sulfuros da como resultado la presencia de zonas extendidas en el material laminado en el plano de laminación
10 que corresponde a las interfases de los granos con presencia abundante de partículas de sulfuros. Estas partículas formarán entonces zonas débiles, con acción debilitadora similar a la de los sulfuros aplanados separados. Como consecuencia de la adición de Te, los sulfuros, en lugar de precipitarse,
15 se distribuyen uniformemente durante la solidificación (Fig. 3b, en la que son prácticamente invisibles), de tal modo que no se producen dichos enriquecimientos en sulfuro en las interfases de los granos y por tanto tampoco se producen las zonas de debilidad que dependen de aquéllos. Una parte importante de la mejora de características parece ser el resultado de esta circunstancia.
20

Como se deduce claramente de lo que antecede, la ductilidad o tenacidad transversal aumentada está relacionada plenamente con la influencia del telurio sobre la forma de
25 la escoria de sulfuro, y el efecto es por esta razón prin-



5 cipalmente -- despreciando efectos secundarios como, por
ejemplo, los del oxígeno de acuerdo con lo arriba indicado --
independiente de la composición del resto del acero. Por
consiguiente, la invención se refiere a todas las clases de
10 aceros, aceros no aleados y aceros de baja aleación, utili-
zados normalmente como se indica en la parte de la intro-
ducción de esta descripción, es decir, prácticamente den-
tro de los intervalos siguientes (las cifras están expre-
sadas en porcentajes en peso): 0,01 a 0,35 por ciento de
15 C, hasta 1,0 por ciento de Si, 0,3 a 5 por ciento de Mn,
hasta 3 por ciento de Cr, hasta 10 por ciento de Ni, hasta
1 por ciento de Mo, hasta 0,15 por ciento de Nb, hasta 0,15
por ciento de V, hasta 0,6 por ciento de Cu, 0,005 a 0,1
por ciento de Al, hasta 0,030 por ciento de N, hasta 0,006
15 por ciento de B y un porcentaje normal de elementos conta-
minantes.

En esta descripción, la expresión "materiales de
acero laminado" se refiere a todas las clases de materiales
que son el resultado de una operación de aplanamiento, ver-
20 bigracia, la laminación. Entre los materiales usuales de
esta clase, los más comunes son: plancha, chapa y banda. La
invención no debe interpretarse en modo alguno delimitada
por cualquier clase particular de materiales de acero lami-
nado, sino que abarca cualquier clase de tales materiales
25 laminados.

La invención se ilustrará ulteriormente por los
siguientes ejemplos no limitativos.



Ejemplo 1

La tabla 1 siguiente muestra como resultado del ensayo en V de Charpy (péndulo de 30 kpm) la temperatura de transición a la rotura frágil (criterio de rotura cristalina en un 50%) y el trabajo de impacto a esta temperatura para dos tipos de aceros, en los que se ha variado el contenido de telurio. Además, la tabla indica la relación entre el valor del trabajo de impacto para rotura totalmente tenaz (vE_{100}) para un ensayo transversal (\perp) y el mismo valor para un ensayo longitudinal ($=$). El acero se ha laminado a hierro en chapa con un espesor de 15 mm y se ha ensayado en la dirección de laminación ($=$), y en dirección perpendicular a la misma (\perp) en el plano de laminación. Todos los aceros se han normalizado dos veces.

5

10

15

20

25



 -7 FEB 1975

TABLA 1

Ensa yo	Análisis, %									Tempe ratura de tran- sición a la ro- tura fra- gil °C		Traba- jo de impac- to, Kpm		VE ₁₀₀ VE ₁₀₀ =
	C	Mn	Si	P	S	N	V	Te	Al- solub.					
	=	⊥	=	⊥	=	⊥	=	⊥	=	⊥	=	⊥		
A	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003	-	0	0,038	-30	± 30	16	8	0,57
B	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003	-	0,004	0,028	-50	- 5	16	17	0,82
C	0,13	1,5	0,40	0,003	0,015	0,003	-	0,012	0,031	-60	- 5	17	14	0,83
D	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,013	0,11	-	0,002	-60	-30	15	8	0,49
E	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,010	0,11	0,004	0,013	-80	-30	15	12	0,60
F	0,12	1,5	0,40	0,020	0,014	0,011	0,11	0,005	0,003	-50	-30	15	10	0,67
G	0,12	1,5	0,40	0,003	0,014	0,013	0,11	0,007	0,007	-70	-50	17	12	0,71

20 Se deduce claramente de la tabla que particularmente la tenacidad en la dirección transversal se acrecienta considerablemente por la adición de telurio dentro de los límites indicados. Como resultado de ello, la relación $VE_{100} \perp / VE_{100} =$ aumenta de modo notable, lo que significa que se reduce la anisotropía con relación a la tenacidad. Está claro también que el telurio en es-

25



5

tas cantidades pequeñas tiene un efecto de formación de grano fino, en particular con relación a los aceros A, B y C, en los que el efecto de grano fino de AIN es pequeño, habida cuenta del bajo contenido de nitrógeno. Asimismo, con relación a los aceros D-G, que son aceros de grano fino tratados con vanadio y nitrógeno, la adición de telurio da como resultado un aumento de la tenacidad en la dirección transversal.

Ejemplo 2

10

15

Las inclusiones de sulfuro aplanadas por la laminación se consideran usualmente como causantes de la tendencia a la rotura en las planchas gruesas para esfuerzos de tracción perpendiculares al plano de laminación, denominado "desgarramiento laminar". El hecho de que tal rotura es contrarrestada eficazmente por la adición de telurio se demuestra por los experimentos que siguen:

20

25

A partir de una carga que tenía el análisis básico C = 0,17, Si = 0,42, Mn = 1,30 P = 0,024 y S = 0.026, se preparó un lingote al que se había añadido Te hasta alcanzar un contenido de 0,007%. Se laminó el lingote para dar una plancha de 15 mm y se comparó con una plancha laminada de la misma manera a partir de un lingote procedente de la misma carga pero sin adición de Te, realizándose el ensayo con una carga de tracción perpendicular a la dirección de laminación.



5 En tanto que la plancha que procedía del lingote al que no se había añadido Te dió una carga máxima unitaria a la tracción de 42 a 52 kp/mm² y una rotura laminar acusada, el material que contenía Te dió valores de carga máxima de 60 a 61 kp/mm², es decir, aproximadamente los mismos que cuando se ensayó paralelamente a la dirección de laminación. La superficie de fractura del material que contenía Te exhibió ausencia de estratificación o sólo trazas insignificantes de ésta.

10 Ejemplo 3

Con tres planchas diferentes que tenían un espesor de 25 mm, procedentes de una sola y misma carga, se fabricaron juntas soldadas en cruz, es decir, se soldó una plancha de tensión a cada lado de cada una de las planchas de ensayo, perpendicularmente a la superficie de soldadura de las mismas, de tal modo que la plancha de ensayo a través de todo su espesor estaba soldada entre las dos planchas de tensión. Dos de las planchas de ensayo se habían laminado a partir de lingotes a los que se había añadido Te en un contenido según análisis de 0,011%, en tanto que a la tercera plancha no se le había hecho tal adición en proporción alguna. Por lo demás, el acero tenía el análisis siguiente:

	C	Si	Mn	P	S	N	Al
25	0,13	0,25	1,2	0,010	0,015	0,011	0,04 %



57 FEB. 1975

A partir de los materiales complejos se cortaron barras de ensayo que tenían una sección transversal de 15 x 30 mm, siendo además la dirección longitudinal de la barra perpendicular a la superficie de laminación de la plancha de ensayo.

5 De las dos planchas que contenían Te se tomaron en total 32 barras. En todos los casos se obtuvieron valores de la carga máxima unitaria a la tracción comprendidos dentro de los límites de 48,2 a 55,6 kp/mm². De la plancha exenta de Te se tomaron 18 barras de ensayo similares . Con éstas se obtu-

10 vieron valores de la carga máxima unitaria a la tracción comprendidos entre 48,2 y 55,4 kp/mm² en 15 casos, mientras que los valores de tres casos eran considerablemente inferiores, a saber 16,9, 23,3 y 31,8, respectivamente. Evidentemente, el riesgo de rotura a cargas relativamente bajas, que

15 pueden llegar a ser incluso inferiores a 1/3 de la resistencia media a la tracción del material, es acusado en el material exento de Te, en tanto que no está presente riesgo alguno correspondiente en relación con el material que contiene Te. Los resultados se resumen en la tabla 2.

20

25


 -7 FEB. 1975

Tabla 2 - Resistencia a la tracción y contracción en la dirección del espesor para planchas de 25 mm con o sin adición de Te.

Serie de Ensayos Nº	Barra Nº	Lingote Núm. 1 0,01% de Te		Lingote Núm. 2 0% de Te		Lingote Núm 3 0,01% de Te	
		Carga máxima unitaria kp/mm ²	Contracción %	Carga máxima unitaria kp/mm ²	Contracción %	Carga máxima unitaria kp/mm ²	Contracción %
10	1	55,2	30	54,2	19	55,6	20
	2	55,6	29	48,2	18	54,5	20
	3	50,6	15	50,0	13	53,8	23
	4	54,7	26	53,4	18	54,7	31
	5	51,2	21	53,4	18	51,8	43
	6	51,3	20	52,8	19	54,3	27
	7			49,9	11	53,8	22
	8			23,3	(< 10)	53,8	23
	9			54,2	19	54,2	27
20	1	54,4	20	53,2	11	54,2	15
	2	56,5	27	31,8	(< 10)	54,8	17
	3	56,5	38	53,6	23	55,4	20
	4	56,3	27	16,9	(< 10)	55,4	26
	5	49,2	28	52,5	13	55,1	31
	6	56,6	16	53,4	16	48,2	14
	7	56,3	24	54,2	19	55,4	12
	8	54,5	19	54,4	13	55,6	22
	9			50,6	15	54,0	17
25	1	54,4	20	53,2	11	54,2	15
	2	56,5	27	31,8	(< 10)	54,8	17
	3	56,5	38	53,6	23	55,4	20
	4	56,3	27	16,9	(< 10)	55,4	26
	5	49,2	28	52,5	13	55,1	31
	6	56,6	16	53,4	16	48,2	14
	7	56,3	24	54,2	19	55,4	12
	8	54,5	19	54,4	13	55,6	22
	9			50,6	15	54,0	17

-7 FEB 1975

Ejemplo 4

Se preparó un acero para tubos a partir de una carga que tenía la composición básica:

5	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Mb	
	0,13	0,46	1,56	0,012	0,022	0,15	0,041	0,035	%

La carga se coló en una máquina de colada continua, y a una parte de la carga se añadió Te en una cantidad de 100 g/toneladas, dando un contenido analizado de 0,006 % de Te. Se tomó material de dicha parte y se laminó para obtener plancha de 16 mm, que se ensayó en comparación con chapa correspondiente procedente de la parte restante de la carga, en lo referente, entre otras cosas, a la tenacidad a la entalla de acuerdo con el método Charpy en V tanto longitudinal como transversalmente, obteniéndose los resultados siguientes en cuanto a trabajo de impacto para rotura tenaz al 100%, vE_{100} :

Tabla 3

20	<u>vE_{100}, kp/xm</u>		Relación
	<u>transver</u>	<u>Longi-</u>	<u>vE_{100} transversal</u>
	<u>sal</u>	<u>tudinal</u>	<u>vE_{100} longitudinal</u>
	Material procedente de la pieza en bruto testigo 1 (antes del corte de ensayo)	5,0 16,5	0,30
25	Material procedente del corte de ensayo con 0,006% de Te	12,7 20,0	0,64
	Material procedente de la pieza en bruto testigo 2 (después del corte de ensayo)	5,0 13,4	0,37



De esto se deduce que los tubos fabricados por soldadura longitudinal de la chapa laminada adquieren una ductilidad considerablemente mayor en la dirección de la carga más alta (dirección de la circunferencia) si se preparan a partir del material que contiene Te. Como la relación vE_{100} transversal/ vE_{100} longitudinal es considerablemente más alta para el último material, el resultado significa también que el material que contiene Te se utiliza de un modo considerablemente más eficiente que el material que no contiene Te.

10

Ejemplo 5:

De la misma manera que en el Ejemplo, 4 se añadió telurio a una parte de una gran carga.

15

Análisis (con exclusión del telurio):

C	Si	Mn	P	S	N	Al	
0,12	0,30	1,22	0,012	0,015	0,005	0,061	%

20

Después de laminar a plancha de 25 mm se investigaron 2 planchas a las que se había añadido telurio (contenido según análisis, 0,007 %). Los valores de entalladura para rotura completamente tenaz, vE_{100} , fueron:

25


 - 7 FEB 1975

TABLA: 4

5		vE_{100} trans-	vE_{100} longi-	vE_{100} trans-
		versal kp x m	tudinal kp x m	versal
				vE_{100} longi-
				tudinal
	Plancha testigo Nº 1	11,3	24,2	0,47
	Plancha Nº 1 que contenía Te, con 0,007% de Te	19,5	24,6	0,79
10	Plancha nº 2 que contenía Te con 0,007% de Te	17,2	26,1	0,69
	Plancha testigo Nº 2	11,5	24,7	0,47

Ejemplo 6

15

A partir de una sola y misma carga que tenía el análisis:

C	Si	Mn	P	S	N	Al solub.	
0,12	0,29	1,26	0,012	0,019	0,010	0,045	%

20

se prepararon lingotes. A uno de los lingotes se añadió Te en un contenido analizado de 0,009%, en tanto que otro lingote sirvió como testigo. A partir de los lingotes se laminaron planchas que tenían un espesor de 10 mm, y se normalizaron después a 910°C. Se llevaron a cabo ensayos de flexión con

25



ambas planchas, extendiéndose al eje de la flexión a lo largo de la dirección de laminación. La plancha que contenía Te podía doblarse, sin formación de grietas, en un radio de ángulo de 3 mm, en tanto que el material testigo exento de Te exhibía grietas profundas a lo largo del borde exterior de la sección doblada ya para un radio de ángulo de 7 mm.

5

Ejemplo 7.

Los aceros de los Ejemplos 4 y 5 se han investigado con relación a su resistencia (carga máxima unitaria) y ductilidad (contracción) por medio de ensayos de tracción en la dirección del espesor (perpendicular al plano de laminación), obteniéndose los siguientes resultados.

10

15

20

25



-7 FEB. 1975

TABLA 5

5:

	Carga máxima unitaria a la tracción, kgf./mm ² Y B'		Contracción, %
	valor medio	valor mínimo	valor medio
<u>Acero del Ejemplo 4</u>			
10 Plancha de la pieza en bruto testigo 1 (antes del corte de ensayo)	56,3	49,4	22
Plancha del corte de ensayo, con 0,006% de Te	58,4	57,8	48
15 Plancha de la pieza en bruto testigo 2 (después del corte de ensayo)	53,6	49,3	11
<u>Acero del Ejemplo 5</u>			
Plancha de la pieza en bruto testigo 1	47,6	43,2	42
20 Plancha del corte de ensayo con 0,007% de Te	47,9	46,3	63

20

De esto se deduce claramente que también los aceros que contienen Te de los Ejemplos 4 y 5 poseen características de resistencia considerablemente mejores también en la dirección del espesor que sus respectivos aceros testigo, en particular con relación a la contracción. La

25.

-7 FEB 1975

5 Última característica tiene una importancia particular, dado que de una manera empírica se ha encontrado una correlación entre la contracción elevada y la idoneidad para ciertos tipos de construcciones que están sometidas a cargas en la dirección del espesor.

10 La invención es aplicable a una pluralidad de aceros laminados, tanto aceros de baja resistencia como aceros de alta resistencia. Se ha encontrado particularmente ventajosa en aceros para la construcción soldables cualificados que tienen un contenido de azufre de 0,002 a 0,03 %.

 A continuación se explica la definición de los símbolos y el significado de las gráficas representadas en los dibujos.

FIGURA 1

15 a = plano de laminación = superficie de la plancha.
 b = dirección de espesor
 c = dirección transversal
 d = dirección de laminación (dirección de alargamiento principal).

20 FIGURA 2.- Representa las relaciones de espesor/longitud de sulfuros de manganeso (medidas en microfotografías de la sección longitudinal de una plancha de 15 mm laminada en caliente) en función de su contenido en telurio de acuerdo con el análisis por microsonda.

25 En el eje de ordenadas se representa la reacción

-7 FEB 1975

espesor/longitud y en el eje de abscisas el % en peso de telurio de los sulfuros de manganeso.

FIGURA 3.-

5 La figura 3 se refiere a los sulfuros de piezas en bruto de colada continua de un acero que contiene el análisis siguiente:

C	Si	Mn	P	S	Al	N
0,12	0,30	1,22	0,012	0,015	0,06	0,005

Aumentos de la imagen: 200

10 El gráfico a) se refiere al acero WX 3112 sin telurio, mientras que el gráfico b) se refiere al acero WX 3115 con 0,007 % de telurio.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Suecia, el 28 de Diciembre de 1973, bajo el número 73-17600-0, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20 REIVINDICACIONES

25 Los puntos de invención propia y nueva que se

30.1.75 *[Signature]*

10 OCT. 1927



presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
de Invencción en España, por VEINTE años, son los que
se recogen en las reivindicaciones siguientes:

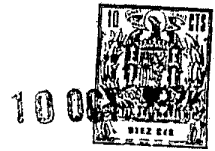
5 1a.- Un procedimiento mejorado de fabricar
construcciones de materiales de acero laminado, en el que
la mejora comprende utilizar en las partes de dichas cons
10 trucciones en las que el componente del esfuerzo de trac-
ción estimado en cualquier dirección perpendicular a la
dirección de laminación del material es igual o mayor que
el componente del esfuerzo de tracción estimado en la di-
15 rección de laminación del material un acero que contiene
aproximadamente 0,002 a 0,05% en peso de azufre y telurio
en una cantidad de aproximadamente 0,002 a 0,009% en peso +
aproximadamente 0,1 multiplicado por el contenido de azufre
20 en % en peso, siendo el contenido de oxígeno combinado como
silicato menor de aproximadamente 300 partes por millón.

 2a.- Un procedimiento de acuerdo con la rei
vindicación 1a, en el que el componente del esfuerzo de
tracción estimado en una dirección perpendicular al plano
20 de laminación es mayor que el 20% del esfuerzo máximo per
misible, el cual, sobre la base de un ensayo de resistencia
en la dirección de laminación del acero, es el válido para
cargas en esta dirección.

 3a.- Un procedimiento mejorado de fabricar
25 construcciones de materiales de acero laminado.

2.10.75

- 25 -



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintiseis hojas es
5 critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 OCT. 1975

P.A.

Oscar de Elzaburo
Por Poder.

10

15

20

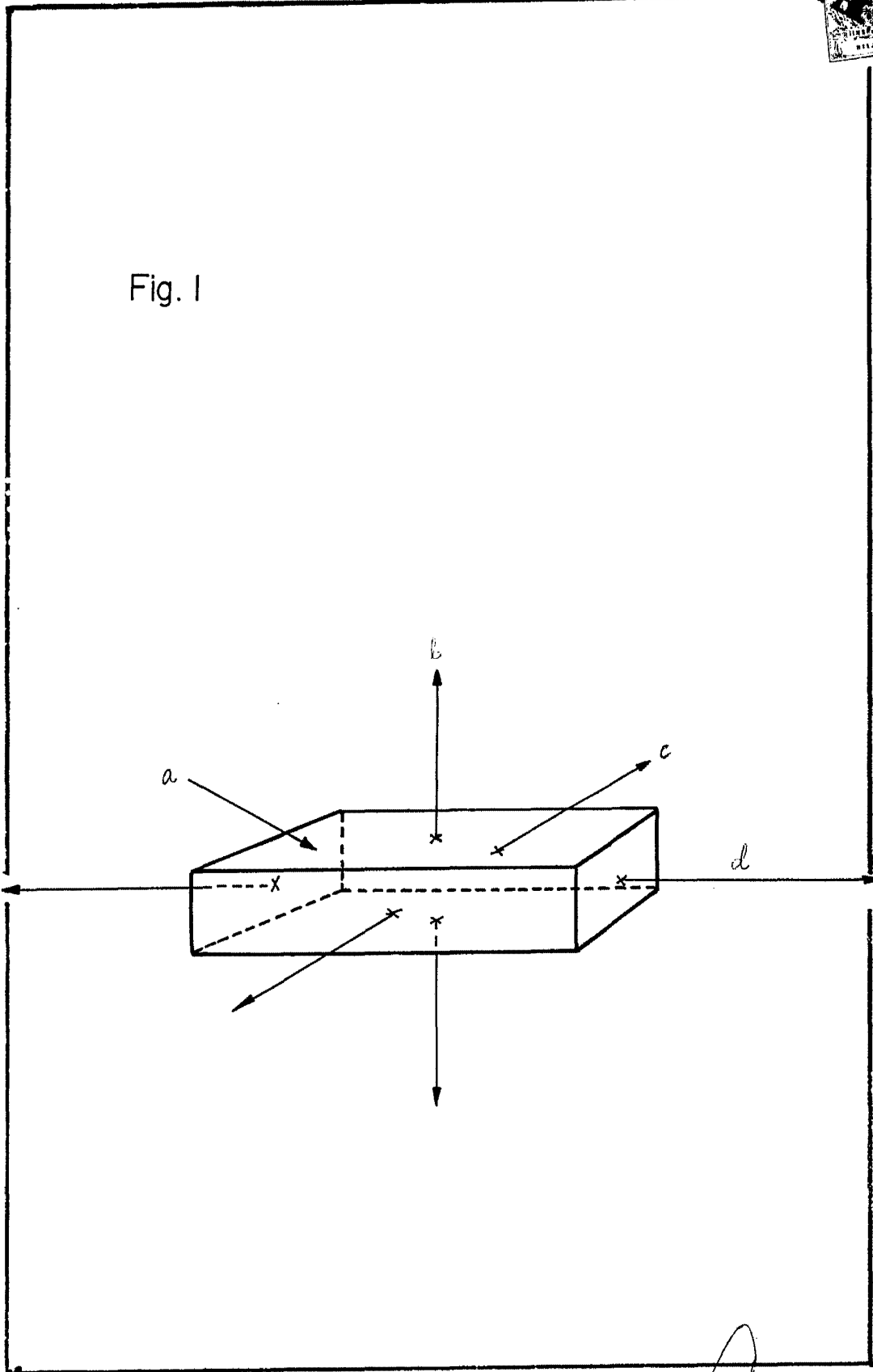
25

2.10.75

JMM/.



Fig. 1

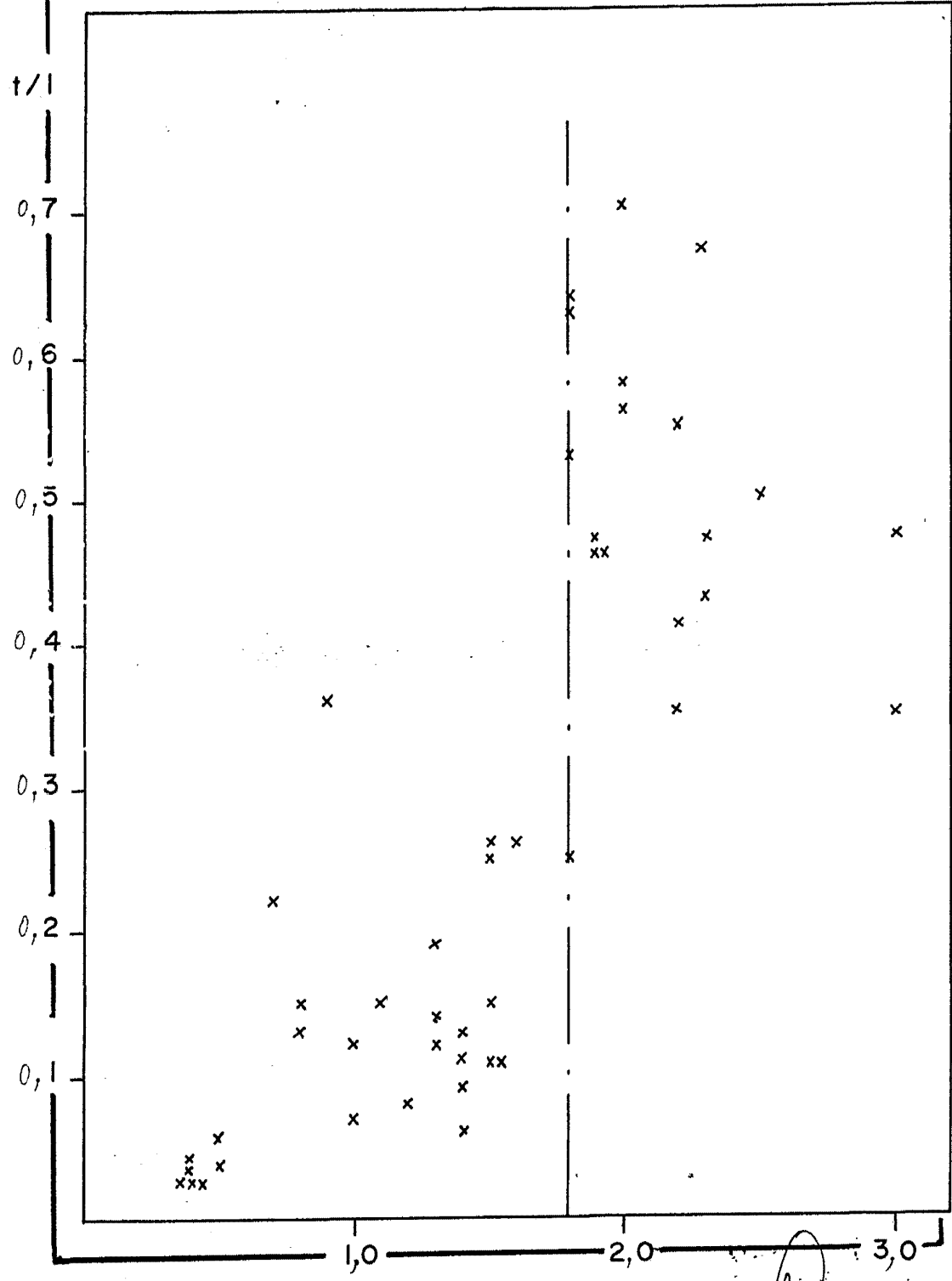


Oscar de Elizaburu
Per Poder.

408 555



Fig. 2



Oscar de Elzaburu
Per Feder.

[Handwritten signature]
Oscar de Elzaburu
Per Feder

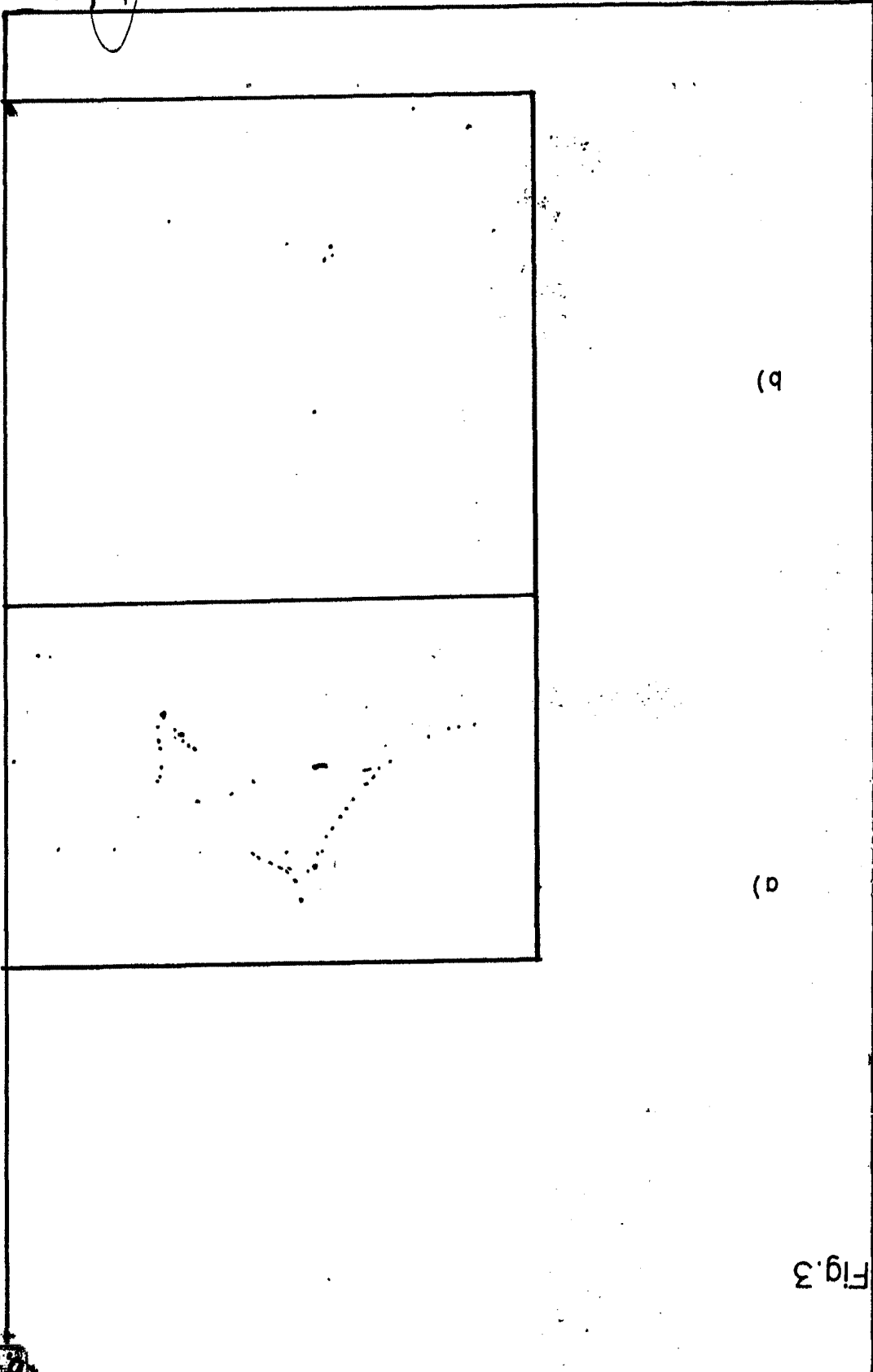


Fig. 3

STORA KOPPARBERGSS BIRGSLAGS AKTIEBOLAG & GRUENGS AB.

III/III



459555