

130



P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "UN PROCEDIMIENTO PARA ENDURECER POR TEMPLE UNA PLACA DE ACERO, ENDURECIBLE", a favor de la firma estadounidense BETHLEHEM STEEL CORPORATION, domiciliada en "701, East Third Street", BETHLEHEM, Pennsylvania, Estados Unidos de América.

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un procedimiento para endurecer placas de acero y, más específicamente, a un procedimiento para endurecer por temple placas de acero, endurecibles, incluyendo para ello el uso de pulverizadores de agua.

5. Es bien conocido endurecer el acero calentándolo hasta una temperatura a la cual el acero es austenítico y, después, enfriarlo desde esta temperatura por temple al agua, sumergido y agitado. Esto es un método práctico para endurecer pequeñas partes, pero no se adapta fácilmente al endurecimiento de placas grandes por
10. la dificultad de proporcionar agitación uniforme en todo un tan-



que grande y porque la agitación no uniforme resulta con propiedades físicas erráticas y no uniformes. En el pasado se han usado pulverizadores de agua para proporcionar temple uniforme de placas de acero, pero esto ha producido endurecimiento efectivo solamente en aceros de elección relativamente endurecibles o con placas relativamente delgadas de acero al carbono.

5.

En esta invención se ha descubierto que las placas de acero pueden ser endurecidas efectivamente en espesores mayores que, y/o con endurecibilidad menor que, las que han sido posibles hasta el presente por temple por pulverización de agua, siempre y cuando la cantidad y presión del agua sean mantenidas en, o sobre, ciertos límites y en cierta relación mútua, como más adelante describiremos.

10.

El principal objeto de esta invención es el proporcionar un procedimiento para endurecer placas de acero, en el cual las placas de acero son templadas por medio de pulverizadores de agua teniendo nuevos parámetros.

15.

En los dibujos anexos:

la Fig. 1ª es un diagrama con coordenadas logarítmicas, mostrando puntos de información que demuestran la manera en que el término coeficiente de termotransferencia entre las placas de acero y pulverizaciones de agua, de choque, durante la parte inicial del temple, varía con un parámetro, definido más adelante, que es una función de la presión y cantidad del agua y ángulo de choque.

20.

25.

La Fig. 2ª es un diagrama, con abcisas logarítmicas y ordenadas aritméticas, y mostrando puntos de información envueltos por dos curvas de líneas de puntos que ilustran la manera según la cual el límite elástico de una placa de acero templada con pulverizaciones de agua de choque varía de acuerdo con

30.



dicho parámetro. También se muestra en la fig. 2ª la curva de línea en trazo continuo que reproduce la de la fig. 1ª:

5. Cuando se lleva a cabo esta invención, se calienta la placa de acero que va a ser endurecida, a una temperatura de endurecimiento en la que es completamente austenítica y después se temple desde dicha temperatura mediante pulverizaciones de agua de alta intensidad según ciertas características que después se describirán.

10. Las pulverizaciones de alta intensidad deben chocar contra la placa, durante el período inicial del temple, por un tiempo suficientemente grande para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura. El tiempo requerido variará con la composición y espesor de la placa que se está templando. Como es bien conocido en el arte, se puede obtener una
15. guía para determinar este tiempo desde diagramas de transformación de temperatura y tiempo isotérmicos y desde diagramas de transformación de enfriamiento continuo característicos de la composición específica.

20. Cuando se realiza esta invención, la cantidad y la presión del agua se seleccionan de tal modo que el parámetro $Q\sqrt{P} \operatorname{seno} \theta$ para cada tobera pulverizadora, en dicho período inicial, no sea menor de alrededor de 110. En el parámetro $Q\sqrt{P} \operatorname{seno} \theta$, Q es la cantidad de agua en litros por segundo por metro cuadrado del área superficial chocada por la pulverización, P es la presión manométrica del agua en la tobera pulverizadora en Kilos
25. por cm^2 , y θ es el ángulo de choque, recto o agudo, entre la cara de la placa y la línea central de la pulverización. Para temple efectivo se ha determinado que los valores de Q y P no pueden ser menores que ciertos valores mínimos. El de Q , alto, no
30. menor de alrededor de 20 litros por segundo por metro cuadrado,



de modo que el agua se lleve el calor de la placa sin que se caliente excesivamente, y la P debe ser suficientemente alta, no menor que alrededor de 2,5 kilos por centímetro cuadrado por aforo, de presión manométrica, para asegurarse que las pulverizaciones atraviesan la película de agua en la superficie de la placa.

5.

En la fig. 1ª los puntos de información y la curva 16 de trazo grueso continuo, muestran la manera en que la que el coeficiente "h" de termotransferencia inicial en unidad térmica Kg.cal./m². hora. x°C. entre una placa de acero y pulverizaciones de agua, depende de $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$. La fig. 1ª muestra claramente que "h" aumenta hasta un máximo según es aumentado $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, hasta un valor de alrededor de 110 y permanece constante a ese máximo, según $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ es adicionalmente aumentado hasta valores por encima de alrededor de 110.

10.

15.

La fig. 2ª muestra puntos de información que ilustran la manera en que el límite de elasticidad de una placa de acero, en kilos por milímetro cuadrado, varia con el valor de $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$. Los puntos de información están envueltos por la curva 17 de línea de puntos, que representa el máximo de los límites de los datos, y la curva 18 de línea de puntos, que representa el mínimo. Todos los datos de límite de elasticidad fueron obtenidos de pruebas de tensión usando muestras cortadas de placas de acero de un espesor de 19 milímetros, teniendo la composición mostrada en la Tabla I, después de templarse desde una temperatura por encima de A_{c3} con pulverizaciones de agua chocando en lados opuestos de la placa según un ángulo de 90° y dándo el revenido a 427°C.

20.

25.

43 OCT



TABLA I

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>
.28	1.18	0.13	.031	.25

- La curva 16 de la fig. 1ª, vuelta a trazar hasta la escala de ordenadas diferentes, está también mostrada en la fig. 2ª como la curva 16 de trazo continuo. La similitud de la forma de la curva 16 y la forma de la envoltura constituida por las curvas 17 y 18, es notable. Sin embargo, se dirige la atención a la gran dispersión en los puntos de información de límites de elasticidad por debajo de un valor de alrededor de 110 para $Q \sqrt{P} \text{ seno } \theta$.
- La fig. 2ª muestra claramente que el máximo promedio de enfriamiento, posible, por temple con pulverización de agua, como ya se ha descrito en esta invención, se logra manteniendo la cantidad y presión del agua y el ángulo de choque, de modo que el valor de $Q \sqrt{P} \text{ seno } \theta$ no sea menor de alrededor de 110 y que dicho promedio de enfriamiento resulte en un límite de elasticidad que igual o exceda del límite de elasticidad obtenido con una muestra del mismo acero por medio de un temple en agua, sumergido y agitado violentamente y un revenido a 427°C. como está indicado por la línea horizontal de punto ¹⁹₈, a un valor de 85.4 kilos por milímetro cuadrado.

25. Será evidente que en temple por pulverización, de acuerdo con esta invención, el aumentar el valor de $Q \sqrt{P} \text{ seno } \theta$ por encima de 110 no aumentará el promedio de velocidad de enfriamiento de la placa. Esta invención, por tanto, no solo enseña como obtener el promedio de enfriamiento máximo en temple por pulverización, sino también como obtener este promedio con el menor consumo de agua y de energía para bombearla.

30. Otro punto práctico digno de atención es que a valores de $Q \sqrt{P} \text{ seno } \theta$ apreciablemente menores que 110, no solamente se

13 OCT. 19



encuentra la posibilidad de obtener menos que un temple efectivo, sinó también el peligro de obtener de la placa propiedades variables/que no se pueden predecir por los cambios en "h" y, por lo tanto, en el promedio de enfriamiento acompañando pequeños, y algunas veces cambios inevitables en Q y/o P. El último punto está ilustrado en la fig. 2a por la dispersión en los datos de límite de elasticidad a valores de $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ por debajo de 110.

- 5.
10. Es de interés que la curva de "h" contra $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ de la fig. 1a, sea más empinada en o cerca de un valor de $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ de 31,6, que es su valor cuando Q y P están ambos en sus valores mínimos respectivos de 20 y 2,5. El hecho de que en estos límites el valor de "h" sea más sensible a cambios en $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, sugiere que la transferencia de calor de la placa al agua está cambiando de un mecanismo a otro. Esto, junto con la mayor dispersión en los datos para "h" en y por debajo de este límite, indica otra vez la necesidad, para un valor dado de θ , de mantener la Q en, o por encima de su valor efectivo mínimo especificado y ajustando la P para proporcionar un valor de no menos que
15. alrededor de 110 para $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, o de mantener la P en, o por encima de su valor mínimo especificado y ajustar la Q para proporcionar un valor de no menos que alrededor de 110 $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$. En otras palabras, no se pueden obtener promedios máximos de enfriamiento templando por pulverización a una presión muy baja,
20. aún con una gran cantidad de agua, ni se pueden obtener si se suministra muy poca agua, aún a presión muy alta. También se debe hacer notar que $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ disminuye mientras θ disminuye.
- 25.

30. La Tabla II da ejemplos para $\theta = 90^\circ$, de combinaciones de flujo de agua y presión produciendo un valor de 110 para $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, e ilustra cómo el flujo de agua y presión pueden ser



variados dentro de límites amplios, mientras que se mantiene el máximo promedio de enfriamiento, posible.

TABLA II

$Q\sqrt{P} = 110$ ($\theta = 90^\circ$)

5.	<u>P (Kilos/m²)</u>	<u>Q (litros/segundo) x m²</u>
	2,5	70.0
	7.0	41,5
	11.8	32.0
	27,5	21.0

10. Una cobertura uniforme dentro del patrón de pulverización de una tobera de pulverización individual es obviamente deseable y toberas que proporcionan dicha uniformidad están disponibles al presente. Después del temple inicial de alta intensidad, se puede llevar a cabo temple adicional con pulverizaciones para las cuales el parámetro $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ es menor que

15. 110.

Pulverizaciones de agua, de una multiplicidad de toberas de pulverización, puede ser usadas para placas de temple con áreas mayores que las que se pueden cubrir por la pulverización

20. de una sola tobera, siempre y cuando $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$ para cada tobera no sea menor que alrededor de 110. Si se desea, las pulverizaciones puede chocar simultáneamente sobre la superficie total de la placa que se está templando, en cuyo caso las toberas de pulverización deben estar dispuestas de manera que

25. las pulverizaciones cubran completamente el área de los costados contra los cuales chocan, es decir, evitar aberturas entre las áreas chocadas por pulverización de toberas individuales, ya que dichas aberturas no serian efectivamente templadas. Sin embargo, puede ser preferible como una manera práctica,

30. chocar las pulverizaciones solamente en una porción o

13 OCT.



- porciones del área de la placa en un solo momento y mover la placa en relación con las pulverizaciones para endurecer toda la placa. Un procedimiento conveniente para llevar esto a cabo es el de mover la placa a través de una zona de temple teniendo por lo menos un ancho igual a la dimensión de la cara de la placa que es transversal respecto a la dirección del movimiento y una longitud en la dirección del movimiento, por lo menos varias veces, preferiblemente cinco o más veces, el espesor de la placa. Esto disminuirá el flujo longitudinal del calor dentro de la placa desde la porción caliente a la de temple. Las toberas de pulverización deben estar dispuestas de modo que las pulverizaciones cubran completamente el área de la zona de temple, es decir, de modo de evitar espacios entre las áreas chocadas por pulverización de toberas individuales.
5. El solapado de las áreas chocadas por pulverización de toberas individuales no es perjudicial a las propiedades de la placa, pero es un desperdicio de agua.

- En lugar de una sola zona de temple, se puede usar una pluralidad de zonas de temple separadas, teniendo cada una un largo que es menor que varias veces el espesor de la placa. Sin embargo, el largo agregado de las zonas debe ser, por lo menos, varias, preferiblemente cinco o más veces, el espesor de la placa.
10. 15. 20.

- Como se mencionó anteriormente, las pulverizaciones de alta intensidad deben ser chocadas en la placa por un tiempo largo suficiente para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura, dependiendo el tiempo requerido de la composición y espesor de la placa que es está templando. Para ilustrar las velocidades de enfriamiento que se pueden obtener templando con las pulverizaciones de alta intensidad de
25. 30.



- esta invención, dichas pulverizaciones aplicadas a costados opuestos de una placa de acero al carbono, inicialmente a una temperatura uniforme hacia los 905°C., enfriarán el centro de la placa a 260°C., aproximadamente, en 6 segundos si la placa tiene 6 milímetros de espesor, y en 16 segundos si es de 19 milímetros de espesor. El tiempo de temple cuando la placa es movida de modo de evitar aberturas entre las áreas chocadas, es determinado, en relación con las pulverizaciones, por la velocidad de la placa y el largo de la zona o zonas de temple.
5. Por ejemplo, si la placa se mueve después de una zona de temple de un metro de largo a una velocidad de 10 metros por minuto, la duración del tiempo en que cada porción de la placa está en la zona de temple, será de 6 segundos. Se pueden obtener tiempos más largos haciendo la zona o zonas de temple mayores y/o moviendo la placa a una velocidad inferior.
10. Cuando se templan placas, según esta invención, las pulverizaciones son preferiblemente chocadas simultáneamente en costados opuestos de la placa, a medida que disminuyen alabeamiento.
15. En vez de toberas de pulverizaciones se pueden usar otros dispositivos con agujeros o hendiduras, junto con deflectores para dispersar el agua en las pulverizaciones u hojas. Para los fines de esta invención se pretende que el término tobera de pulverización abarque todas estas especies.
20. La presente invención es aplicable al endurecimiento de placas de acero al carbono y, por primera vez, hace posible por temple de pulverización producir placas de acero al carbono endurecidas efectivamente en espesores que, hasta ahora, requerían acero de aleación. Además, la invención es aplicable al temple de placas de acero de aleación, haciendo posible disminuir el contenido de aleación necesario para endurecer efectivamente
- 25.
- 30.



una placa de un espesor dado o para endurecer una placa de mayor espesor de un contenido dado de aleación, o ambos.

N O T A

Hecha la descripción del presente invento se hace constar, que esta solicitud se acoge a las prioridades de las solicitudes

5. de patente estadounidenses siguientes: Serial N° 509.593, depositada el 24 de Noviembre de 1965; Serial N° 542.982, depositada el 14 de Marzo de 1966; y Serial N° 563.016, depositada el 22 de Junio de 1966; las tres respondiendo al principio de unidad de invención; y que se declaran como nuevas y de propia invención las reivindicaciones siguientes:
- 10.

1.- Un procedimiento para endurecer por temple una placa de acero, endurecible, c a r a c t e r i z a d o por calentar dicha placa a una temperatura de endurecimiento a la cual es completamente austenítica, y templar la referida placa, desde esa temperatura de endurecimiento por medio de una pulverización de agua por un período de tiempo suficiente para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura, a medida que se mantiene el parámetro $Q\sqrt{P}\text{seno } \theta$, para una tobera de pulverización que produce dicha pulverización

15. de agua, a un valor no menor de alrededor de 110, en cuyo parámetro Q es la cantidad de agua en litros por segundo por metro cuadrado del área de la placa contra la cual choca la pulverización de la expresada tobera, P es la presión manométrica del agua en esa tobera en kilogramos por centímetro cuadrado, y θ
- 20.
25. es el ángulo entre la superficie de la placa y la línea del



centro de la pulverización de agua, siendo Q no menor de 20 y siendo F no menor de 2,5.

5. 2.- Un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha placa es movida a través de una zona de temple que tiene un ancho por lo menos igual a la dimensión de la placa en la dirección transversal a la dirección del movimiento, realizando dicho temple por medio de, por lo menos, una pulverización de agua que choca, por lo menos, contra un costado de la referida placa y cubriendo completamente el área de la placa en la mencionada zona de temple, manteniendo el parámetro $Q\sqrt{F} \text{ seno } \theta$, para cada tobera de pulverización de dichas pulverizaciones de agua, a un valor no menor de 110, y estando mantenidos el largo de la precitada zona y la velocidad de la placa de modo que cada porción de la placa esté en dicha zona de temple por un período de tiempo suficiente para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura.
- 10.
- 15.

20. 3.- Un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el largo de dicha zona de temple es, por lo menos, cinco veces el espesor de la placa, siendo mantenida la velocidad de la placa de modo que esta placa esté en la referida zona por un período de tiempo suficientemente largo para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura.

25. 4.- Un procedimiento, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicho temple se realiza por medio de pulverizaciones de agua que chocan en costados opuestos de la referida placa, mantenido el expresado parámetro $Q\sqrt{F} \text{ seno } \theta$, para cada tobera de pulverización productora de dichas pulverizaciones de agua, a un valor menor
- 30.



de alrededor de 110.

5. 5.- Un procedimiento, de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicho temple se realiza por medio de múltiples pulverizaciones de agua que cubran completamente el área del costado de la placa contra la cual chocan, mantenido el expresado parámetro $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, para cada tobera de pulverización productora de dichas pulverizaciones de agua, a un valor no menor de alrededor de 110.

10. 6.- Un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicha placa es movida consecutivamente a través de una pluralidad de zonas de temple separadas, teniendo cada una un ancho por lo menos igual a la dimensión de la placa en la dirección transversal a la del movimiento, realizándose el referido temple por medio de múltiples pulverizaciones de agua que chocan contra costados opuestos de la referida placa y que cubren completamente el área de la placa en las precitadas zonas de temple, mantenido el expresado parámetro $Q\sqrt{P} \text{ seno } \theta$, para cada tobera de pulverización productora de dichas pulverizaciones de agua, a un valor no menor de 110, y estando mantenidos
15. el largo agregado de las mencionadas zonas y la velocidad de la
20. placa de modo que cada porción de la placa se encuentre en tales zonas de temple por un período de tiempo suficiente para disminuir la formación de productos de transformación de alta temperatura.

25. 7.- Un procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque el largo agregado de dichas zonas de temple es, por lo menos, cinco veces el espesor de la placa, siendo mantenida la velocidad de la placa de modo que la misma se encuentre en las expresadas zonas por un período de tiempo
30. suficiente para disminuir la formación de productos de transforma-



13 00

ción de alta temperatura.

5. 8.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque dicho temple se continúa más allá del precitado período de tiempo a medida que mantiene al parámetro $Q/P \text{ seno } \theta$ a un valor menor de 110.

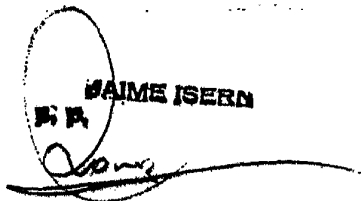
9.- Un procedimiento para endurecer por temple una placa de acero, endurecible.

Según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de trece hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara y de dos láminas de dibujos.

Madrid, a 13 de Octubre de 1966.

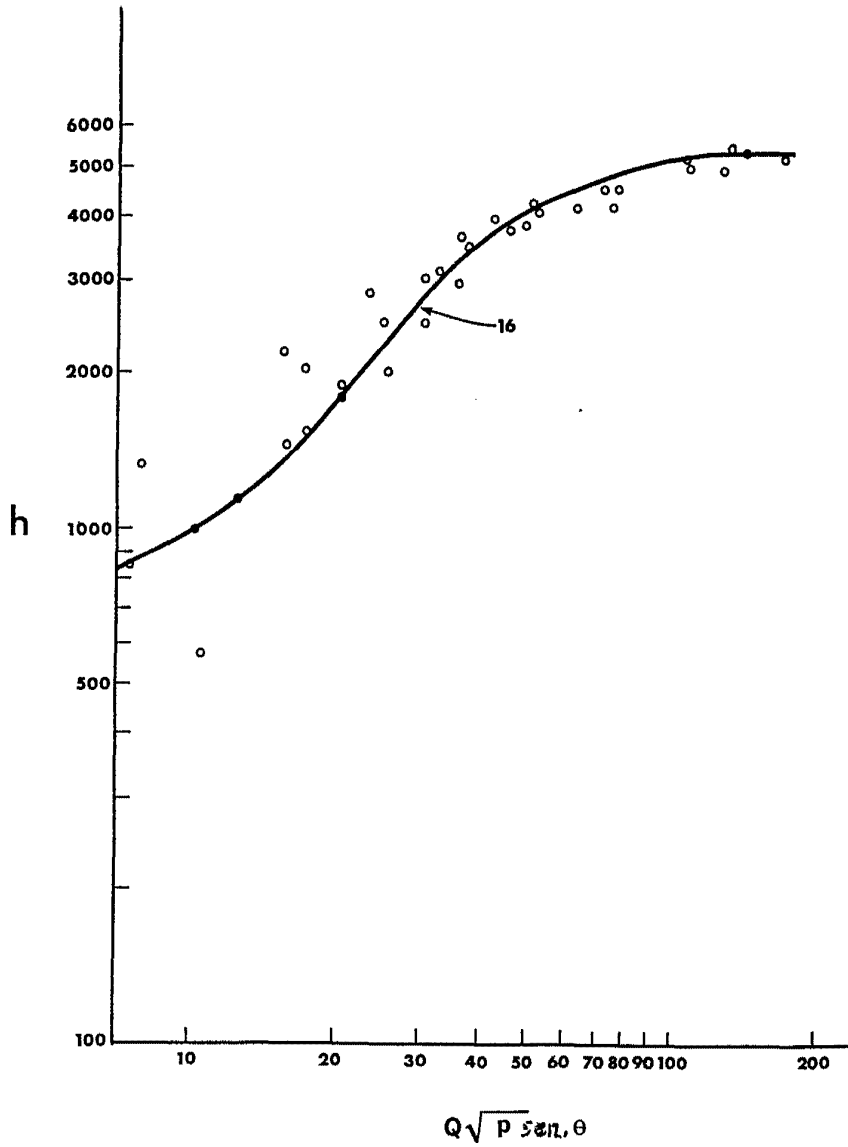
BETHLEHEM STEEL CORPORATION.

p. a.



Firmado: JOSE RODRIGUEZ

13 OCT.



$Q\sqrt{P} \cdot \sin \theta$

FIG. 1

Madrid, a 13 de Octubre de 1966

SAIME ISEB

Jose Rodriguez
Firmado: JOSE RODRIGUEZ

Escala variable



13 OCT. 1966

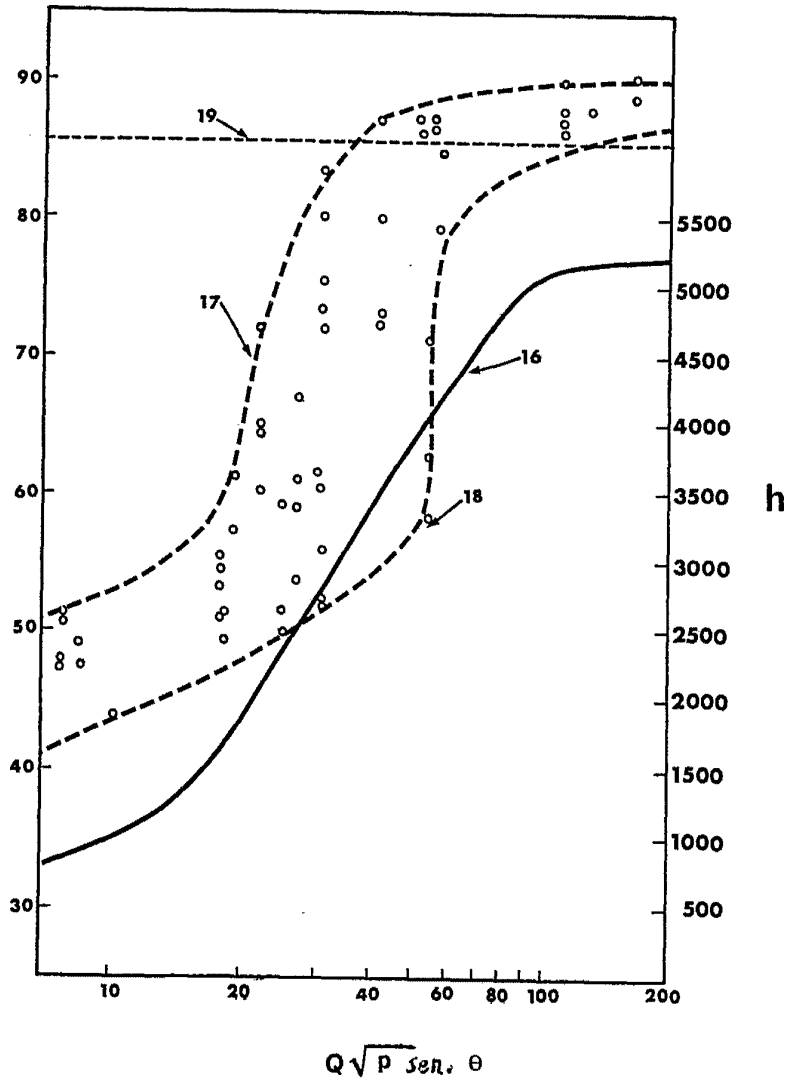


FIG. 2.

Madrid, a 13 de Octubre de 1966

MANUEL IGLESAS
[Signature]

Firmado: JOSE RODRIGUEZ

Escala variable