



5 tienen lugar en un horno de reverbero.

En nuestra solicitud número 113.966,  
registrada en 13 julio 1929, hemos descrito un proce-  
dimiento de producción de hierro o de acero crudo  
con escasa pérdida de hierro en la escoria, por reduc-  
10 ción directa de minerales en un horno de reverbero.  
En dicha solicitud exponíamos una norma para regular  
e intervenir el contenido de hierro en la escoria, y,  
en consecuencia, las pérdidas por la escoria, consis-  
tentes en proporcionar la composición del mineral, el  
15 contenido de carbono en la carga y la cantidad y com-  
posición de los materiales que formen escoria, a la  
temperatura mantenida dentro del horno. Esta regula-  
ción de la temperatura con respecto a los componentes  
de la carga del horno determina la carburación del  
20 metal reducido a tal velocidad que se establece y man-  
tiene una diferencial entre la rapidez de carburación  
y la de combustión del contenido en carbono de la car-  
ga, haciendo que quede suficiente carbono para pre-  
servar de reoxidación el metal reducido, durante el  
25 breve intervalo transcurrido entre la reducción del  
mineral y la carburación del metal reducido.

La presente solicitud se presenta a  
registro como adición a la patente antes mencionada,  
y se basa en el descubrimiento de que la norma cita-  
30 da puede aplicarse para intervenir la proporción de  
carbono en el metal producido del modo indicado an-  
tes. Mas concretamente, hemos encontrado una nor-  
ma para intervenir el contenido en carbono del metal  
que creemos nueva y que modifica considerablemente  
35 las teorías en vigor hasta ahora respecto a la natu-

raleza de las condiciones que deben mantenerse para producir metal de un determinado contenido en carbono.

40 el contenido en carbono del metal producido puede regularse e intervenir observando las relaciones existentes entre el contenido en carbono de la carga y cantidad y composición de los componentes de la misma que forman escoria; y, sin dejar de mantener la correlación entre estos diversos factores,  
45 necesaria para obtener una rapidez de carburación del metal reducido, superior a la de oxidación del carbono de la carga, ajustando mas estos factores para obtener el contenido de carbono que se quiera en el metal resultante .

50 Para ilustrar mejor la relación que hemos comprobado existe entre el contenido en carbono del metal y el de la carga, la cantidad y composición de los elementos que forman escoria, y la temperatura mantenida en el horno, indicamos en los adjuntos dibujos la relación existente entre el contenido en carbono del metal y los factores respectivos antes mencionados.

60 La figura 1 muestra una serie de curvas que denotan la relación existente entre el contenido en carbono del metal y la temperatura mantenida en el horno en condiciones ácidas y básicas, con diferentes métodos de alimentación de la carga .

65 La figura 2, curvas que muestran el efecto producido sobre el contenido en carbono del metal , por el cambio de la composición química de los componentes que forman escoria, con alimentación

por cargas y con alimentación casi continua.

70 La figura 3, una serie de curvas que denotan el efecto producido por el cambio en la relación de carbón a hierro de la carga, con diferentes métodos de alimentación, cuando se opera en condiciones ácidas y básicas.

75 En la figura 1 se ven cuatro curvas que muestran el efecto de variar la temperatura cuando la alimentación es intermitente y cuando es continua. Las coordenadas X e Y indican, respectivamente, la proporción de carbono en el metal y la temperatura de trabajo. Las curvas 1 y 3 están basadas en valores obtenidos conduciendo en un horno ácido una operación  
80 por cargas (curva 1) y una operación continua (curva 3) usando en ambos casos una escoria de relación 2:1 entre  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$ , con una carga de 71,5 partes de carbón por 100 de hierro. Las curvas 2 y 4 se ajustan a valores obtenidos conduciendo en un horno básico una operación de carga intermitente (curva 2) y otra de carga continua (curva 4), con una escoria en ambos casos de relación 4:3,50 entre  $\text{CaO}$  y  $\text{SiO}_2$ . La relación de la carga usada en las operaciones expuestas según la curva 2 fué de 51,6 partes de carbón por  
85 100 de hierro. La carga empleada en las operaciones a que responde la curva 4 contenía 71,5 partes de carbón por 100 de hierro.

90 En la figura 2, las coordenadas X e Y indican respectivamente la proporción de carbono en el metal y las de materiales ácidos y básicos en la escoria. Las curvas 5 y 6 corresponden a valores obtenidos de diversas composiciones de escoria, comprendidas entre 40% de materiales ácidos y otra

100 con mas de 70% de éstos, e indican la relación que  
existe entre el contenido en carbono del metal y la  
relación de ácido a base de la escoria, según la ali-  
mentación haya sido intermitente (curva 5) o continua  
(curva 6). Las operaciones representadas en la fi-  
105 gura 2 se efectuaron a una temperatura de 1600°C, en  
el horno y con una relación entre carbón y hierro de  
71,5 por 100 partes.

En la figura 3 se expone una serie de  
curvas que muestran el efecto del cambio en la rela-  
ción entre carbón y hierro de la carga sobre las can-  
110 tidades de carbono en el metal producido. Las coor-  
denadas X e Y indican, respectivamente, las propor-  
ciones de carbono en el metal y la relación por cien-  
to entre carbón y hierro en la carga. Las curvas 7  
y 9 estan tomadas de valores obtenidos trabajando en  
115 un horno ácido con una relación en la escoria de 2  
partes de  $\text{SiO}_2$  por 1 de  $\text{CaO}$ , con una relación de 35  
a 35 partes de carbón por 100 de hierro. Las cur-  
vas 8 a 10 resultan de valores obtenidos con opera-  
ciones semejantes en un horno basico que funcione  
120 con una relación de escoria de 4 partes de  $\text{CaO}$  por  
3,50 de  $\text{SiO}_2$ .

Los datos que originan las curvas de  
las figuras 1, 2 y 3 se derivan de los resultados de  
fusiones efectuadas con un concentrado de mineral de  
125 hierro magnético, compuesto de 60-61% de hierro, 12-  
13% de sílice, 0,02-0,03% de fósforo, y cantidades muy  
pequeñas de cal, manganeso, alúmina, azufre, titanio,  
etc. El carbón usado era Pocshontas, con un 0,8%  
de azufre. La piedra caliza contenía 52,4% de  $\text{CaO}$ .

130 1,22% de  $\text{SiO}_2$ , y 1,2% de  $\text{MgO}$ . El mineral era de ma-  
lla -100; la piedra caliza de -4, y el carbón de -6.  
Estos materiales se entremezclaron en las proporcio-  
nes convenientes, y luego se humedecieron y se intro-  
dujeron en el horno.

135 En estas operaciones, efectuadas por  
cargas, salvo las efectuadas para determinar la in-  
fluencia de la temperatura, ésta se elevó en el hor-  
no gradualmente a unos  $1500^\circ\text{C}$ , y se mantuvo así du-  
rante la primera parte de la etapa de reducción, y an-  
140 tes de que se produjera ninguna fusión apreciable,  
subiendo luego a unos  $1600^\circ\text{C}$ , y manteniéndola en es-  
te punto durante la etapa ulterior, en que la reduc-  
ción termine y el metal reducido se carbura y funde.

145 En las operaciones que dieron origen  
a las curvas indicadas en la figura 1, se mantuvieron  
temperaturas análogas durante la primera etapa de  
reducción, variándolas durante la carburación y la  
fusión en la forma indicada.

150 Al decir alimentación por cargas que-  
remos expresar una fusión en que el mineral, el agen-  
te reductor carbonoso y todo o parte de los agregados  
suficientes para formar una carga substancialmente  
completa, se introducen de una vez en el horno, y la  
carga se funde y sangra sin añadir más mineral o car-  
155 bono durante la operación que las Pequeñas cantida-  
des necesarias para compensar ligeras irregularidades  
del funcionamiento o facilitar la incorporación de  
agregados de aleación u otros complementarios.

160 En las operaciones de fusión cuyos re-  
sultados nos han servido para formar las curvas repre-

representativas de carga continua, la carga se hizo casi continuamente o a intervalos aproximados de quince minutos, a través de aberturas del techo o de las paredes laterales de un horno de reverbero. Se introdujo bastante mezcla para constituir y mantener una masa de carga con una superficie inclinada relativamente extensa expuesta a la acción térmica de la llama que atraviesa el horno, para que el metal reducido, a medida que se carbura y funde, caiga en el baño formado en el fondo del hogar, junto al pie de la superficie inclinada de la carga.

Nuestras investigaciones han demostrado que con un horno dado, trabajando un mineral determinado según un método también determinado de alimentación, el contenido en carbono del metal puede aumentarse elevando uno de los siguientes factores, o todos: 1) temperatura en el horno; 2) contenido en carbono de la carga; 3) basicidad de los ingredientes de la carga que forman escoria.

Así, por ejemplo, si el horno se trabaja a  $1600^{\circ}\text{C}$ , y con una escoria neutra, un método satisfactorio de aumentar el contenido en carbono del metal consiste en aumentar el carbono de la carga, ya que un aumento de la temperatura por encima de esas cifras o de la basicidad de la carga elevará en este caso solo ligeramente el contenido en carbono del metal, y puede ser perjudicial para el horno. Sin embargo, si el horno se lleva a  $1500^{\circ}\text{C}$ , y con una escoria neutra, un método satisfactorio de aumentar el contenido en carbono del metal consiste en aumentar la temperatura del horno, pues esto no solo eleva el

195                   contienen carbono del metal, sino que aumenta tam-  
bien la capacidad de fusión del horno. Si el horno  
se trabaja con una escoria fuertemente ácida, puede  
producirse un aumento del contenido de carbono en el  
metal aumentando las bases en la carga que entra en  
la escoria. Si se dispone de varios combustibles,  
el contenido en carbono del metal puede elevarse usan-  
do las formas de carbono mas grafiticas.

200                   En virtud de lo expuesto, se ve que  
nuestras investigaciones han hecho posible aumentar  
considerablemente la flexibilidad del proceso de re-  
ducción. Por la debida correlación de los diversos  
factores de temperatura, basicidad o acidez de la es-  
205                   coria y relación entre carbono y hierro de la carga,  
hemos hecho posible obtener metal fluido de conteni-  
do determinado en carbono, haciendo la reducción del  
mineral en condiciones básicas, ácidas o neutras,  
según convenga.

210                   Al poner en práctica nuestro invento  
podemos servirnos de los tipos existentes de hornos  
de reverbero, como, por ejemplo, el horno ordinario  
de hogar abierto que se utiliza para la manufactura  
de acero. Puede usarse cualquiera de las formas or-  
215                   dinarias de mineral de hierro, así como hollín de  
chimenea, fango de lavaderos de gas, ceniza de piri-  
tas, torneaduras, cascarillas y rimaduras de tornos  
y otras máquinas. El invento es particularmente a-  
plicable al tratamiento de minerales finos y materia-  
220                   les de óxido de hierro que hasta ahora no han podido  
tratarse con economía en un alto horno, sin recurrir  
a las operaciones de beneficio.

Debe entenderse que el método de alimentación es un factor que hay que tener en cuenta, y que se obtendrán diferentes resultados en cuanto afecta al contenido en metal y hierro de la escoria en una operación por cargas y en un método en que la carga se haga de modo continuo o casi continuo. Esto se demuestra comparando los resultados de la alimentación por carga intermitente con los de la continua, representados por las curvas de las respectivas figuras. Estos diferentes resultados pueden explicarse en parte al menos por las diferencias en la relación de la superficie de la carga expuesta a los gases de caldeo, y a las diferencias en el factor tiempo. La relación que estos componentes respectivos del producto metálico y la escoria guardan entre sí viene a ser, no obstante, la misma, sea cual fuere el método de alimentación, de modo que las normas de correlación convienen a ambos métodos.

Como ejemplo del efecto de variar la relación entre carbono y hierro en la carga, y la temperatura a que se efectúa la fusión, cuando la alimentación es substancialmente continua, según queda expuesto, se exponen los siguientes:

Supongamos que se mantiene una temperatura de trabajo de 1600°C, y que se emplea un mineral de magnetita con 60% de hierro y 12% de sílice, con pequeñas cantidades de cal, magnesio, etc. Con una carga de las siguientes proporciones: 100 libras de mineral, 33 libras de carbón Pocahontas y 7 libras de piedra caliza, el metal contendrá ordinariamente un 2% de carbono. Si el peso del carbono usado en

255

la carga se aumenta a 43 libras por 100 de mineral, el carbono del metal subirá a un 3%. Si este mismo horno se llevase a 1500°C, con la mezcla de carga original citada, el contenido en carbono del metal sería de un 1,5%. Aumentando la temperatura del horno a unos 1600°C, el contenido en carbono del metal subirá a un 2%, según queda dicho.

260

En cuanto a los factores que han de variarse o mantenerse constantes, lo determinarán las consideraciones económicas y prácticas relativas a cada operador, como son la disponibilidad y coste de materiales agregados y combustibles, composición química y estructura del mineral, tipo de horno disponible y límite determinado para el contenido en carbono del producto.

265

270

También puede desearse cambiar las condiciones durante el curso de la fusión, y en este caso las normas apuntadas harán posible regular e intervenir como convenga el carbono. Por ejemplo, si el horno se trabaja a 1600°C, con una escoria neutra, un método satisfactorio para disminuir el contenido en carbono del metal, cuando se emplea la alimentación continua, es disminuir el contenido de carbono en la carga, o, si se quiere, la temperatura del horno puede disminuirse con resultados análogos, aunque no tan pronunciados. Si el horno se lleva con una escoria

275

280

fuertemente ácida, puede lograrse una disminución del contenido en carbono del metal aumentando la acidez de los ingredientes de la carga que forman escoria.

285

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de este Certificado de Adición, son los siguientes:

290

1°.- Un procedimiento conforme se reivindica en cualquiera de los puntos de la solicitud número 113.955, en que el contenido en carbono del metal reducido se regula y mantiene dentro de límites reducidos convenientes, ajustando la basicidad de la escoria o la temperatura del horno, o ambos factores.

295

2°.- Un procedimiento conforme se reivindica en el punto precedente, en que el contenido en carbono del metal reducido se regula y mantiene dentro de límites reducidos convenientes ajustando el contenido en carbono y la temperatura en el interior del horno.

300

3°.- Modificaciones introducidas en el objeto de la Patente de Invención número 113,965, expedida el 14 de septiembre de 1929, que recae sobre "Un procedimiento para reducir minerales de hierro.

305

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

-----o-----

310

Esta Me-

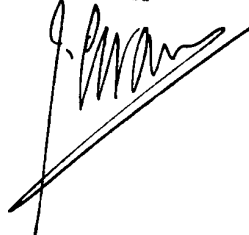
meria qonsta de doce hojas escritas por una so-  
la cara.

Madrid, 1 de febrero de 1930.

P. A.

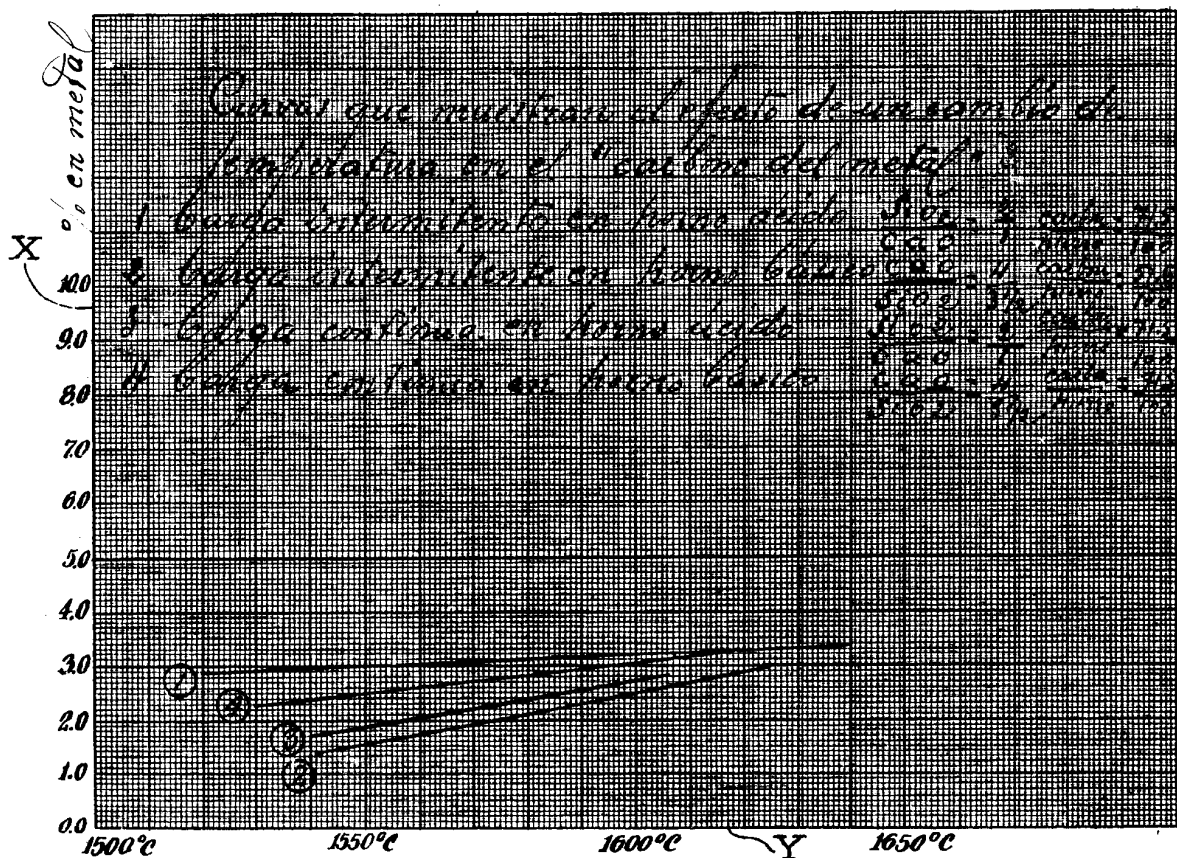
Alberte de Elanburu

Por Peder

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'Peder', written over a diagonal line that extends from the bottom left towards the top right.

# ESCALA VARIABLE

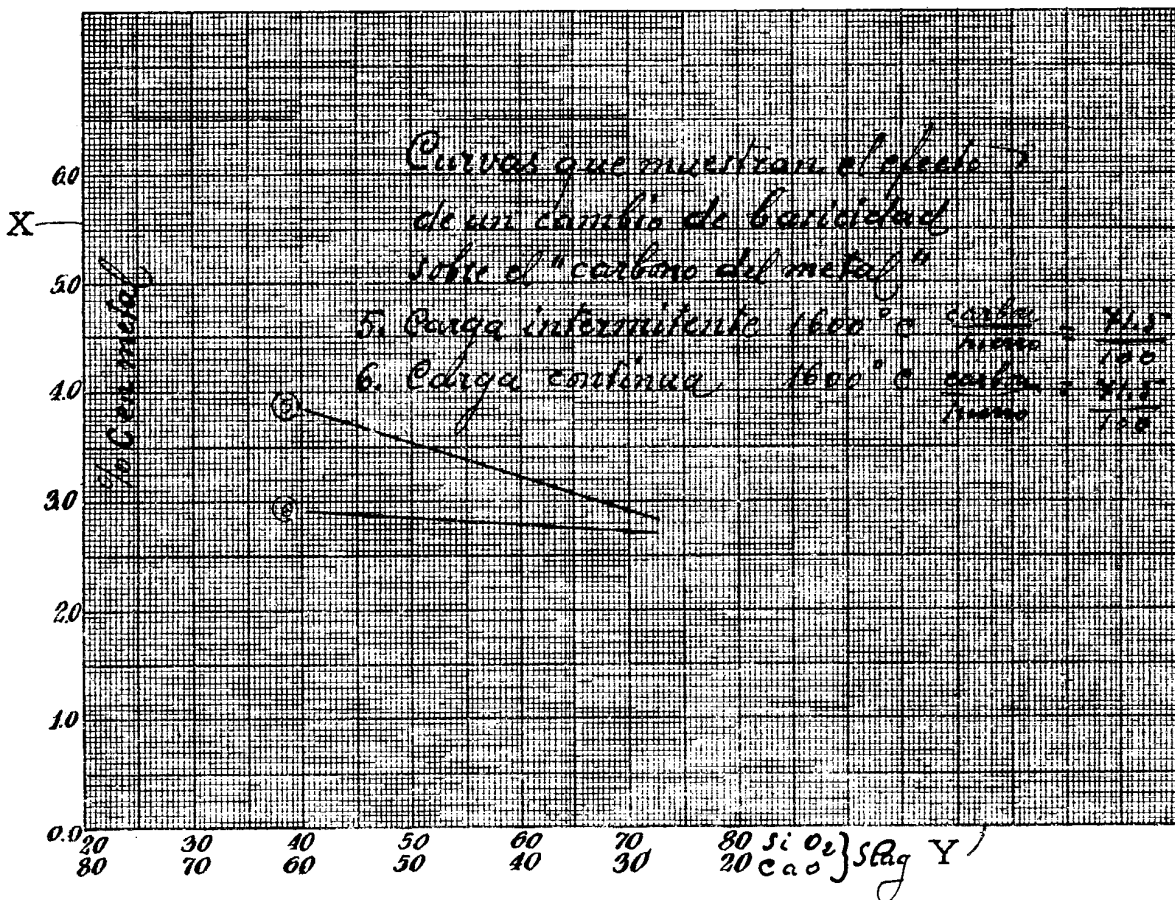
Fig. 1.



P.A.

*J. Mar*

Fig. 2.

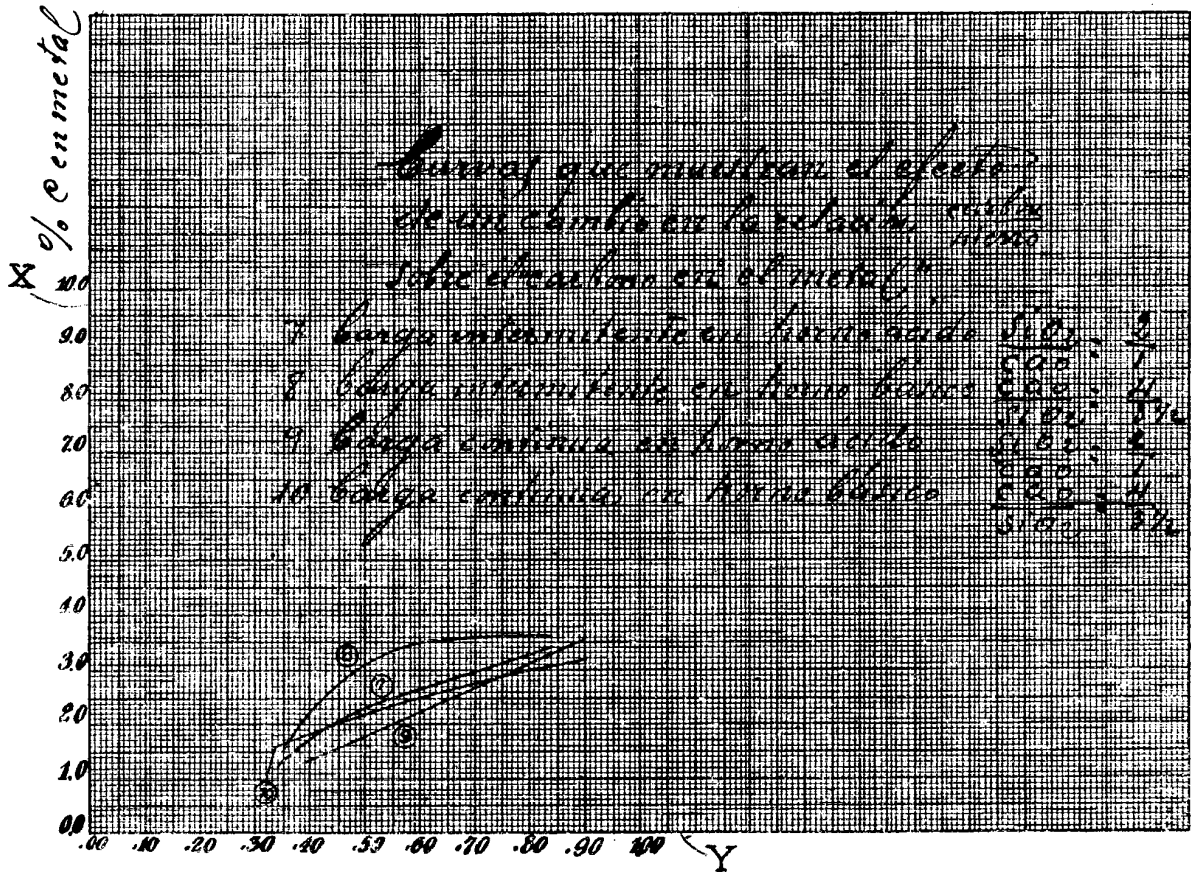


P.A.

*J. Man...*

# ESCALA VARIABLE

Fig. 3.



P.R.

Alberto...  
D. Pastor

*[Handwritten signature]*