

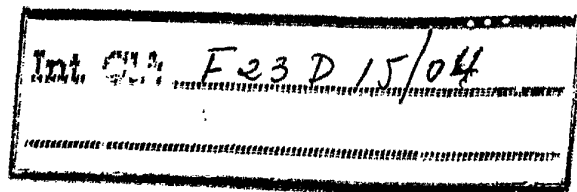
433040

-8 FEB. 1975

P.- 59.053

K 5189 SPA

MEMORIA DESCRIPTIVA



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ B.V.

entidad holandesa

establecida en Carol van Bylandtlaan 30, La Haya, Holanda

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN QUEMADOR DE GAS"  
(Clase Internacional F23d)

La invención se refiere a un quemador de gas que comprende un cañón quemador, una cámara de aire en torno al cañón y una cámara de combustión, cuya cámara de aire desemboca en la cámara de combustión a través de una boca anular de combustión, teniendo el cañón quemador un cuerpo envolvente cilíndrica para la alimentación de combustible gaseoso a la cámara de combustión a través de dicha boca y teniendo la citada boca anular de combustión una pared interior convergente y divergente situada a ambos lados de un estrechamiento situado fuera del extremo delantero del cuerpo o ánima del cañón quemador.

En los quemadores de gas según se han definido, el combustible gaseoso abandona usualmente el cuerpo o ánima a través de una hendidura prevista en la misma, cuya hendidura está dirigida radialmente, es decir, hacia fuera. La envolvente o ánima es usualmente de doble pared, de manera que puede estar previsto opcionalmente dentro de la envolvente un quemador piloto de encendido.

Un quemador de gas de este tipo se puede utilizar, por ejemplo, para la combustión parcial de un combustible gaseoso, en la cual el gas de combustión obtenido contiene, entre otros, hidrógeno y monóxido de carbono. Tales gases se pueden utilizar, por ejemplo, para la síntesis de metanol o amonio, para la reducción de compuestos de azufre o para el tratamiento de fracciones de petróleo.

Para la aplicación anterior, el quemador se instala usualmente en un reactor revestido de ladrillos refractarios, en cuyo reactor los gases de combustión tienen un cierto tiempo de permanencia - que contribuye a una conversión más completa del combustible y disminuye la posibilidad de formación de hollín. La cámara de combustión del quemador de gas comunica directamente con el reactor y sirve para aumentar el tiempo de permanencia de gas y oxígeno. La buena mezcla de estos dos últimos componentes en la cámara de combustión del quemador de gas contribuye a una supresión de la formación de hollín y hace posible el funcionamiento a una baja relación de oxígeno/combustible, de manera que el porcentaje de hidrógeno y monóxido de carbono en el gas de combustión es elevado y el porcentaje de agua y dióxido de carbono en el mismo es bajo.

Ha sido ya propuesto mejorar el funcionamiento del quemador soplando oxígeno o un gas que contiene oxígeno, tal como aire, tangencialmente dentro de la cámara de aire, de manera que el oxígeno o el aire se mueva, en su camino hacia la boca de combustión, en hélice en torno a la envolvente del cañón del quemador. El movimiento helicoidal continúa en la cámara de combustión y contribuye a una buena mezcla del oxígeno y del combustible gaseoso.

Mediante el uso combinado de la cámara de combustión con el diseño del cañón del quemador según se ha men-

cionado anteriormente, no sólo se obtiene el vórtice helicoidal anteriormente mencionado de la cámara de combustión, sino también una recirculación en forma de bucle, de los gases de reacción y sus productos de combustión desde la llama a la boca de combustión, lo que aumenta el tiempo de permanencia y suprime en consecuencia la formación de hollín. En especial, la forma de la boca de combustión y la posición de la envolvente del quemador con respecto al estrechamiento de la boca de combustión contribuyen a que se produzca esta recirculación en forma de bucle. Como consecuencia de la forma de la boca de combustión, el aire u oxígeno y el combustible gaseoso fluyen dentro de la cámara de combustión en un diseño o pauta conformada por ventilador.

El objeto de la invención es proporcionar unos medios por los cuales se reduce más la posibilidad de formación de hollín en la combustión parcial de un combustible carbonoso gaseoso en un quemador de gas del tipo anteriormente mencionado y con ello será posible hacer funcionar al quemador a una relación más baja de oxígeno/combustible y/o una carga más baja sin ninguna formación de hollín.

La invención se refiere, por lo tanto, a un quemador de gas que comprende un cañón quemador, una cámara de aire en torno al cañón y una cámara de combustión, cuya cámara de aire desemboca en la cámara de combustión a través de una boca anular, teniendo el cañón del quemador una envolven-

te o ánima cilíndrica para la alimentación de combustible carbonoso gaseoso a la cámara de combustión a través de dicha boca de combustión, y teniendo la boca anular de combustión una pared interior convergente y divergente situada a  
5 ambos lados de un estrechamiento situado fuera del extremo delantero del cuerpo del cañón del quemador, en cuyo quemador de gas están previstas toberas o boquillas radiales de salida de diámetros diferentes, cerca de la boca de combustión, en la pared lateral del cañón del quemador, cerca del  
10 extremo delantero cerrado de la envolvente o ánima, cuyas toberas sirven para entregar combustible gaseoso dosificado en el oxígeno o el gas que contiene oxígeno, que fluye a través de la boca de combustión, estando las toberas distribuidas de manera regular o sustancialmente regular, de acuerdo con el tamaño, en torno al cuerpo cilíndrico.

Por una distribución regular de acuerdo con el tamaño se quiere dar a entender que están dispuestas dos o más toberas del mismo diámetro regularmente en el ánima del cañón. En esta distribución, se permiten desviaciones de hasta un  
20 máximo de el 10% aproximadamente de la regularidad geométrica teóricamente obtenible.

Se ha visto que la provisión de toberas de salida radiales de diámetros diferentes dan lugar a una mezcla muy íntima del aire y oxígeno y del combustible gaseoso, especialmente como consecuencia del carácter discontinuo de la  
25

introducción de los gases correspondientes, según se ve a lo largo de la circunferencia del ánima del cañón del quemador. Mediante esta provisión se evita que el combustible gaseoso suministrado centralmente sea empujado hacia fuera desde la pared de la boca de combustión por la corriente circundante de aire u oxígeno y que fluya como una corriente separada, no mezclada, al interior de la cámara de combustión.

5

Se obtiene una mezcla excelente de aire u oxígeno y combustible gaseoso cuando todas las toberas de salida están situadas en un solo plano que sea perpendicular al eje geométrico del quemador.

10

La posición de las toberas de salida en el cuerpo del cañón del quemador con respecto al estrechamiento de la boca anular de combustión es de gran importancia para obtener un diseño de flujo funcional. Una posición correcta de estas toberas de salida contribuye, en consecuencia, a la buena mezcla de aire u oxígeno y combustible gaseoso :

15

De acuerdo con una realización preferida de la invención, para esta finalidad la relación entre el diámetro del citado estrechamiento y la distancia desde el plano que pasa por las toberas de salida al plano que pasa por el estrechamiento está comprendida entre 1,5 y 1,7.

20

Además, es de importancia que el extremo delantero de la envolvente del cañón no impida el flujo demasiado,

25

de modo que la distancia entre el plano que pasa por las toberas de salida y el plano que pasa por el extremo delantero del cañón del quemador debe mantenerse pequeña.

5 De acuerdo con la invención, se asegura, por lo tanto, de preferencia, que la relación entre la distancia desde el plano que pasa por el extremo delantero del ánima al plano que pasa por las toberas de salida y el diámetro del estrechamiento esté comprendido entre 0,097 y 0,117.

10 Además, se asegura de preferencia que la relación entre el diámetro del ánima y el diámetro del estrechamiento esté situada entre 0,60 y 0,67. La relación entre el diámetro de las toberas de salida y el diámetro del estrechamiento está comprendida de preferencia entre 0,030 y 0,060.

15 En una realización sencilla, pero eficaz, de la invención se disponen dos grupos de toberas de salida, teniendo cada grupo un diámetro de tobera diferente. Por ejemplo, es posible distribuir estas toberas de salida alternativa y regularmente a lo largo de la circunferencia del ánima del cañón del quemador.

20 Se prefiere que haya un grupo de al menos 6 toberas de salida con un diámetro menor y un grupo de al menos 6 toberas de salida con un diámetro mayor. Aunque el efecto de la provisión de acuerdo con la invención resulta ya notable con un número total menor de toberas de salida, el efecto es  
25 en general más manifiesto si se disponen en total 12 o más toberas de salida.

En la aplicación de dos grupos de toberas de salida se asegura, de preferencia, que la relación entre el diámetro de las toberas de salida mayores y el diámetro del estrechamiento esté comprendida entre 0,045 y 0,050 y que la relación entre el diámetro de las toberas de salida menores y el diámetro del estrechamiento esté comprendida entre 0,034 y 0,040.

Las relaciones con respecto al diámetro de tobera y al diámetro del estrechamiento dependen en un grado considerable de la presión a la que están disponibles el aire u oxígeno y el combustible gaseoso y de las velocidades del aire u oxígeno y del combustible gaseoso, requeridas para conseguir una buena mezcla en el quemador.

La invención se refiere también a un procedimiento para la preparación de una mezcla de gas que contiene hidrógeno y monóxido de carbono exentos de hollín, por la combustión parcial de un combustible carbonoso gaseoso con oxígeno o un gas que contiene oxígeno en el quemador de gas anterior.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, el quemador de gas se hace funcionar de tal manera que la relación entre la velocidad del gas del combustible gaseoso en las toberas de salida y la velocidad del oxígeno o del gas que contiene oxígeno en el estrechamiento está comprendida entre 3,5 C y 4,0 C, en donde

$$c = \sqrt{\frac{\text{densidad de oxígeno o de gas que contiene oxígeno}}{\text{densidad del combustible gaseoso}}}$$

estando las densidades relacionadas con las condiciones en la parte del quemador de gas delante de la cámara de combustión

5 La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a los dibujos.

La figura 1 es una sección transversal axial, esquemática, de un quemador de gas de acuerdo con la invención.

10 La figura 2 es un diagrama de la distribución de la concentración de gas en un quemador de gas a lo largo de una línea central que pasa por el estrechamiento de su boca de combustión, teniendo el quemador un ánima o envolvente con una hendidura anular.

15 La figura 3 es un diagrama de la distribución de la concentración de gas en un quemador de gas a lo largo de una línea central que pasa por el estrechamiento de su boca de combustión, teniendo el quemador de gas 15 toberas de 3 mm de diámetro.

20 La figura 4 muestra un diagrama similar para un quemador de gas que tiene 6 toberas de 5 mm de diámetro.

La figura 5 muestra un diagrama similar para un quemador de gas con 6 toberas de 5 mm y 12 toberas de 3 mm de diámetro.

25 La figura 6 muestra un diagrama similar para un quemador de gas con 6 toberas de 5 mm y 6 toberas de 3 mm de diámetro.

metro.

La figura 7 muestra un diagrama similar para un quemador de gas con 6 toberas de 4,5 mm y 6 toberas de 3 mm de diámetro.

5

La figura 8 muestra un diagrama similar para un quemador de gas con 6 toberas de 4,5 mm y 6 toberas de 3,5 mm de diámetro.

10

La figura 9 muestra diagramáticamente la distribución de concentración de gas para el quemador de gas de la figura 8 a una distancia de 2 mm desde la pared interior de la boca anular de combustión a lo largo de la circunferencia del estrechamiento.

15

La figura 10 muestra un diagrama de distribución de concentración de gas, similarmente a la figura 3, para un quemador de gas con 4 toberas de 3 mm y 8 toberas de 4 mm de diámetro.

20

La figura 11 muestra, análogamente a la figura 9, la distribución de concentración de gas a lo largo de la circunferencia del estrechamiento para el quemador de gas de la figura 10.

25

La figura 12 muestra el hollín producido en función del porcentaje estequiométrico en un quemador de gas de la invención, con gas natural o propano como combustible gaseoso, al 100 por 100 de carga.

Como se muestra en la figura 1, el quemador de gas

comprende un cañón 1 de quemador, unido a través de la entrada 22 a un compresor (no mostrado) para la alimentación de un combustible gaseoso a presión. El cañón 1 del quemador tiene una envolvente hueca 2, de doble pared, en el que están dispuestas toberas o boquillas 3 en la pared externa 4 del cuerpo, cerca del extremo delantero cerrado del mismo. El combustible gaseoso es alimentado entre la pared externa 4 y la pared interna 5 del ánima.

El quemador de gas tiene además una cámara de aire 6 con aberturas 7 en forma de hoja, a través de las cuales se introduce tangencialmente el aire. El aire es hecho pasar a la cámara de aire 6 en la dirección de la flecha 8 por medio de un compresor de aire (no mostrado). Dentro de la cámara de aire y en torno a la envolvente 2 del cañón del quemador, el aire efectúa un movimiento helicoidal, con una componente que está dirigida axialmente hacia adelante.

La cámara de aire 6 desemboca en una cámara de combustión 10 a través de una boca de combustión 9. La boca de combustión 9 consiste en una pared convergente 11, una pared divergente 12 y un estrechamiento 13 entre ellas. La boca de combustión y la cámara de combustión están revestidas de material refractario 14. El quemador de gas está conectado, mediante su cámara de combustión, a una cámara de reacción (no mostrada).

El funcionamiento del quemador de gas mostrado en la

figura 1 es como sigue. El combustible gaseoso es bombeado a través de la entrada 22 al espacio situado entre las paredes 4 y 5 del cuerpo o envolvente del cañón. El combustible gaseoso abandona el cañón 1 del quemador a través de las toberas o boquillas 3 como un cierto número de chorros de gas separados, cuya trayectoria se muestra esquemáticamente.

Los chorros de gas se encuentran y se mezclan con una corriente de aire que fluye en la dirección de las flechas 15 desde la cámara de aire 6, a través de la boca de combustión 9, hasta la cámara de combustión 10. La velocidad de los chorros de gas se elige de manera que penetren en la corriente de aire y se mezclen lo suficiente con ella. Esta velocidad del gas se puede variar por medio de la caída de presión a través del cañón del quemador. Es también importante que el gas sea distribuido en un número sustancial de chorros de gas con el fin de obtener, según se ve a lo largo de la circunferencia, una distribución del gas a mezclar tan uniforme como sea posible. Esto último depende también de la elección del número de toberas o boquillas en el cuerpo o envolvente del cañón del quemador.

El efecto de las toberas se mostrará más abajo por medio de los resultados obtenidos de cierto número de experimentos que tienen por objeto hacer óptimo el rendimiento de un quemador de gas.

Para la reducción catalítica de dióxido de azufre, para la cual tiene que ser producido un gas reductor exento de hollín, que contenga CO y H<sub>2</sub> por combustión parcial de gas natural en un quemador de gas de la invención, se han realizado medidas en un modelo de aire del quemador de la figura 1.

El objeto de estas mediciones es investigar qué configuración de quemador de la mejor mezcla de gas y aire de combustión, debido a que se espera que una buena mezcla suprima la formación de hollín.

Un quemador del tipo mostrado en la figura 1, pero con una hendidura anular como abertura de salida para el combustible gaseoso en el cuerpo o envolvente del cañón del quemador, no es tan apropiado para la combustión parcial si se desea obtener un gas de combustión sensiblemente exento de hollín. Con este "quemador del tipo de hendidura", la mezcla del gas y del aire combustible es extremadamente pobre, lo que da lugar a una llama estable, humeante. La llama contiene una variedad de relaciones gas/aire, tanto una relación estequiométrica con un efecto de estabilización y una relación altamente sub-estequiométrica con un efecto de formación de hollín.

La formación de hollín durante la combustión parcial se puede evitar mezclando gas y aire íntimamente. Entonces está presente la misma relación gas/aire en toda la combus-

5           tión y, en tanto que esta relación media no descienda por de-  
bajo del límite de hollín - que puede dar, por ejemplo, de  
aproximadamente el 64% de la cantidad de oxígeno estequiomé-  
tricamente requerida para el propano - no se formará hollín.  
Sin embargo, esta llama sub-estequiométrica será muy inestá-  
ble y se extinguirá fácilmente.

10           La extinción de la llama se puede evitar asegurando  
que el centro de la llama tenga una concentración inferior  
de gas. La curva de concentración de gas deseada, medida en  
el estrechamiento de la boca de combustión del quemador de  
gas, es una línea recta con una pequeña inclinación en el  
centro. El citado estrechamiento es el lugar en que comien-  
za usualmente la combustión.

15           Con el modelo de aire del quemador de gas es posi-  
ble simular la mezcla del gas y del aire de combustión y de-  
terminar la curva o línea de concentración de gas. Los ensa-  
yos con este modelo se han realizado para hacer óptimas la  
forma y situación de las toberas de salida del cañón del que-  
mador de tal manera que la curva ideal de la concentración  
20           de gas se aproxime tanto como sea posible. En los ensayos se  
hicieron variaciones en el número y diámetro de las toberas,  
así como en la retracción, es decir, la distancia entre el  
extremo delantero del ánima del cañón del quemador y el pla-  
no que pasa por el estrechamiento de la boca anular de combus-  
25           tión.

### EJEMPLO I

En el ensayo con el modelo de aire se hizo uso de un quemador de gas del tipo de la figura 1, en el cual la parte delantera del ánima del cañón del quemador, que contenía las toberas o boquillas de salida, se roscó de manera separable y se substituyó en cada ensayo por una parte delantera adaptada con toberas de salida diferentes.

En todos estos ensayos el cañón del quemador tenía un diámetro de 60 mm y el diámetro del estrechamiento en la boca anular de combustión era invariablemente de 94 mm; se suministraron 930 m<sup>3</sup>/h de aire de combustión a través de la cámara de aire 6 por medio de un compresor. El "combustible" gaseoso era simulado y consistía en aire a presión (80 m<sup>3</sup>/h), al cual se había añadido el 3,3 por ciento de helio. Esta mezcla se suministró al cañón 1 del quemador a través de la entrada o admisión 22. En lo que sigue, el término "gas" significa invariablemente la mezcla de helio/aire que se originaba del cañón del quemador. En el ensayo se supuso que el diseño de flujo en el quemador hasta el estrechamiento de la boca de combustión no era afectado por los gases salientes, estuvieran o no quemados.

La concentración de helio, medida en un punto del estrechamiento de la boca de combustión, es, por lo tanto,

una medida para la mezcla de gas y aire de combustión. Esta concentración fué medida con un catarómetro, con el cual se determinó la conductividad del gas. Este valor cambia con la concentración de helio. El gas, cuya concentración de helio había que determinar, se expulsó a través de una sonda y una tubería de aspiración con ayuda de una bomba de diafragma. La velocidad del gas fué determinada cada vez con un tubo piloto cilíndrico.

Todas las medidas de concentración se realizaron a través del estrechamiento a lo largo de una tubería que pasaba por el centro del quemador. Todos los ensayos, excepto el sexto, se realizaron con una "concentración de gas" media de  $(80/(930 + 80)) \times 100\% = 7,9\%$ .

#### Ensayo 1

Se determinó en primer lugar la curva de concentración de gas del quemador de gas convencional con una hendidura anular en el ánima del quemador. La anchura de la hendidura era de 2 mm y la retracción R (distancia entre el extremo delantero del ánima y el plano que pasa por el estrechamiento) era de 30 y 50 mm, respectivamente. La velocidad V del "gas" era de 59m/segundo. Los resultados de las medidas de concentración de gas están representados en el gráfico de la figura 2. En este gráfico y en los gráficos

siguientes la concentración de gas está representada en % en función de la distancia desde el punto de medición hasta un cierto punto fijo del estrechamiento de la boca de combustión. La concentración media de gas, de 7,9%, que habría sido obtenida como una línea recta en mezcla íntima, está también representada en este gráfico y en los gráficos siguientes.

El gráfico de la figura 2 muestra que en el quemador convencional la mezcla del gas con el aire de combustión es extremadamente pobre. No existe en absoluto gas cerca del bordé del estrechamiento, en tanto que ahí es donde pasa el aire en mayor cantidad.

#### Ensayo 2

En el segundo ensayo se hizo uso de un ánima de quemador con 15 boquillas o toberas separadas, con un diámetro de 3 mm, a una distancia de 10 mm del extremo delantero. El ánima se situó en el quemador de gas en un estrechamiento R de 20, 30, 40, 50, 60 y 70 mm, respectivamente. La velocidad V del gas era en todos los casos de 210 metros/segundo. Los resultados se muestran en el gráfico de la figura 3.

La mejora es evidente en comparación con el quemador del tipo de hendidura con el que se obtuvieron los resultados de la figura 2. Sin embargo, los chorros de gas no

penetran lo suficiente en el aire que fluye a lo largo de la boca de combustión, de manera que la concentración de gas permanece demasiado baja en la zona adyacente a la pared interna de la boca de combustión. De acuerdo con la invención, un diámetro mayor de las toberas es una solución a este problema. La figura 3 muestra además el efecto de la retracción R, pero esto no es sustancial.

#### Ensayo 3

Además de lo precedenté, se realizó un tercer ensayo utilizando un ánima de cañón con seis toberas que tenían un diámetro de 5 mm. La retracción R del ánima era de 40, 50 y 60 mm, respectivamente. La velocidad V del gas era de 189 metros/segundo.

Los resultados de la medición de la concentración de gas se muestran en el gráfico de la figura 4 y demuestran que los chorros de gas penetran demasiado en la corriente de aire que fluye a través de la boca de combustión. Esto se puede remediar reduciendo la velocidad del gas, como se desprende del ensayo siguiente.

#### Ensayo 4

En el siguiente ensayo, el cuarto, se taladraron en

el ánima un número adicional de toberas de 3mm, de manera que, a una cantidad de 30 m<sup>3</sup> de gas por hora, la velocidad del gas por las toberas era de aproximadamente 100 m/segundo. Este cuarto ensayo, por lo tanto, se refiere a un ánima o  
5 envolvente que tiene 6 toberas con un diámetro de 5 mm y 12 toberas con un diámetro de 3 mm. La retracción R era de 30, 40 y 50 mm, respectivamente; la velocidad del gas era de 110 metros/segundo.

Las concentraciones del gas, medidas en la boca de  
10 combustión, están representadas en el gráfico de la figura 5. Este gráfico muestra que el cambio de la retracción R afecta a la mezcla. Con el fin de reducir los picos en la concentración de gas a 15 mm desde el centro y también la distribución irregular a lo largo de la circunferencia, se  
15 disminuyó el número de toberas de 3 mm.

#### Ensayo 5

El mismo ensayo se refiere ahora a un ánima de quemador provista de 6 toberas con un diámetro de 5 mm y 6 toberas con un diámetro de 3 mm. La retracción R era de 30, 40 y 50 mm, respectivamente, y la velocidad del gas de  
20 139 m/segundo.

Las concentraciones de gas medidas se representan  
25 en el gráfico de la figura 6, que muestra que los picos han

desaparecido realmente a 15 mm desde el centro. Además, ha sido reducido el efecto del cambio en la retracción.

5 Como consecuencia de la mayor velocidad del gas, los chorros de gas que se producían en las toberas con un diámetro de 5 mm penetraban demasiado, de manera que se desarrollaba una concentración de gas cerca de la pared de la boca de combustión.

#### 10 Ensayo 6

En el sexto ensayo, las 6 toberas con un diámetro de 5 mm fueron, por lo tanto, sustituidas por 6 toberas con un diámetro de 4,5 mm, de manera que el quemador de gas tenía dos grupos de 6 toberas con diámetros diferentes. Se realizó un ensayo a una velocidad  $V$  del gas de 139 m/segundo, tanto a una retracción  $R$  de 50 mm como de 40mm. Además, a  $R = 50$  mm, un ensayo a una velocidad  $V$  del gas de 161 m/segundo, y a  $R = 40$  mm un ensayo a una velocidad  $V$  del gas de 121 m/segundo. En los tres casos anteriormente citados, la concentración media (calculada) del gas era 7,9 % a  $V = 161$  metros/segundo, de 6,8 % a  $V = 139$  metros/segundo y de 6,1 % a  $V = 121$  metros/segundo respectivamente.

25 Las concentraciones del gas medidas se representan en el gráfico de la figura 7. Asimismo, aquí fue medido un

máximo cerca de la pared de la boca de combustión, en tanto que se desarrolló una concentración de gas mínima a 35 mm del centro.

5

### Ensayo 7

En el séptimo ensayo, las toberas de 3 mm en el quemador del ensayo anterior se agrandaron hasta 3,5 mm, ya que se esperaba que los chorros internos penetrasen más y aumentasen el mínimo anteriormente mencionado. Debido a la velocidad reducida, disminuyó el máximo en los bordes. Por lo tanto, el séptimo ensayo se refería a una envolvente de quemador con 6 toberas que tenían un diámetro de 4,5 mm y 6 toberas con un diámetro de 3,5 mm. La retracción R era de 50 mm y la velocidad del gas era de 145 metros/segundo.

10

La concentración del gas se midió dos veces bajo estas condiciones, siendo diferente la posición del ánima del quemador para las dos mediciones, como consecuencia de haber sido hecho girar el ánima en un ángulo de 30 grados en torno a su eje geométrico, entre las mediciones.

15

Los resultados mostrados en el gráfico de la figura B demuestran que la curva de concentración de esta configuración de quemador puede ser definida como razonable. De acuerdo con ambas curvas, sin embargo, la distribución de la concentración del gas, vista en la dirección de la

20

25

circunferencia de la boca de combustión, no es uniforme. Con el fin de obtener una idea mejor de esta distribución a lo largo de la circunferencia, se realizaron mediciones de la concentración del gas a 2 mm desde la pared interna de la boca de combustión, siendo hecho girar cada vez la envólven-  
5 te del cañón en un ángulo de 10 grados.

De los resultados de estas mediciones, que están representados en el gráfico de la figura 9, se desprende que el número de chorros que tienen que suministrar las zonas de  
10 borde con gas, cuyo gas se origina de las toberas 6 con un diámetro de 4,5 mm, es demasiado pequeño.

#### Ensayo 8

Con el fin de eliminar esta desventaja, se aumentó  
15 en el siguiente ensayo el número de toberas grandes de la envólvente del cañón. Por lo tanto, este ensayo octavo se refiere a un ánima de quemador que tiene 4 toberas con un diámetro de 3 mm y 8 toberas con un diámetro de 4 mm. La re-  
20 tracción R era, en todos los casos, de 50 mm y la velocidad del gas 174 m/segundo. Las primeras dos series de mediciones, que están representadas en la figura 10, se refieren a dos posiciones del ánima del quemador con una rotación de 40  
25 grados una con respecto a otra. La tercera serie de medicio- nes se refería a mediciones de la concentración de gas a

2 mm desde la pared de la boca de combustión, habiendo sido hecho girar cada vez el ánima del cañón, en torno a su eje geométrico, en un ángulo de 10 grados. Los resultados de estas medidas se representan en la figura 11.

5 La figura 10 muestra que la distribución de la concentración de gas es razonable en esta configuración de quemador. La figura 11 prueba, además, que la distribución de la concentración de gas en la circunferencia se mejora en comparación con la de la figura 9, ya que los picos son  
10 menos elevados y la concentración general de gas es más favorable con respecto a la concentración media.

#### EJEMPLO 2

15 Un quemador de gas del tipo de la figura 1, que tenía un cañón de quemador con un diámetro de 60 mm y dos grupos de 13 toberas con diferente diámetros, se utilizó para la combustión parcial de gas natural con aire. Las toberas de uno de los grupos tenía un diámetro de 4,5 mm y las  
20 toberas del otro grupo un diámetro de 3,5 mm. Las toberas estaban a una distancia de 10 mm del extremo delantero cerrado del ánima. La retracción R del ánima del cañón era de 50 mm y el diámetro del estrechamiento en la boca anular de combustión era de 94 mm.

25 Las características del quemador de gas eran:

$$\frac{\text{diámetro del estrechamiento}}{\text{distancia del plano que pasa por las toberas al plano que pasa por el estrechamiento}} = \frac{94}{60} = 1,57$$

$$5. \quad \frac{\text{distancia de las toberas al extremo delantero del ánima}}{\text{diámetro del estrechamiento}} = \frac{10}{94} = 0,106$$

$$\frac{\text{diámetro del ánima del cañón}}{\text{diámetro del estrechamiento}} = \frac{60}{94} = 0,64$$

$$10 \quad \text{grande} = \frac{4,5}{94} = 0,048$$

$$\frac{\text{diámetro de las toberas}}{\text{diámetro del estrechamiento}} ; \quad \text{pequeño} = \frac{3,5}{94} = 0,037$$

15 Con este quemador se quemó gas natural para dar una mezcla que contenía hidrógeno, monóxido de carbono y agua como productos de combustión. Se aplicaron diferentes relaciones de gas natural/aire variando el flujo de gas natural y/o el flujo de aire. El flujo de aire utilizado se expresó en porcentaje de estequiometría, siendo el 100 % la cantidad de

20 aire requerida para completar la combustión del gas natural. El quemador fue hecho funcionar a distintas relaciones de inversión o carga, a una carga del 100 %, de 100 kg/h del gas natural que estaba siendo quemado. En el gas de combustión

25 húmedo, la cantidad de hollín producida se determinó a diferentes relaciones de inversión y porcentajes de estequiometría

aplicados.

Los resultados obtenidos se dan en la tabla que sigue. En la figura 12 los contenidos de hollín se han mostrado gráficamente para una carga de 100 %. De los resultados se deduce que el quemador de gas de la invención tiene un excelente rendimiento a relaciones elevadas de inversión y porcentaje bajo de estequiometría, no produciéndose hollín más allá de los límites encontrados de producción de hollín. (Línea de trazos; concentración de hollín en el eje vertical).

### EJEMPLO 3

En el quemador de gas del ejemplo 2, el cañón del quemador fue sustituido por un cañón con un diámetro de envolvente de 60 mm, que tenía 3 toberas de 4,5 mm y 8 toberas de 3,5 mm. La distancia de las toberas al extremo delantero cerrado del ánima del cañón era de 10 mm y la retracción R era de 50 mm. Este quemador de gas fue utilizado para la combustión parcial de propano con aire. A una carga del 100% se quemaron 100 kg/h de combustible. El contenido de hollín del gas de combustión fue determinado para distintos porcentajes de estequiometría. Los resultados se dan en la tabla y se muestran gráficamente en la figura 12. (Línea recta; concentración de hollín en el eje vertical).

TABLA

Combustible	Carga, %	estequiometrica	Hollín, mg/Nm <sup>3</sup>	
Gas Natural	100	64.5	0	
		63.0	0	
		61.0	2	
		59.0	3	
		58.0	5	
		57.4	10.5	
		57.0	19	
	70	52.5	90	
		67.0	0	
		62.0	3	
		57.5	13.5	
		50	60.0	2.5
			53.5	110
		30	61.0	3.5
Propano	100	57.5	44	
		59.0	30	
		68.5	0	
		65.0	0	
		60.0	40	
		56.0	111	

En los ejemplos 2 y 3 el contenido de hollín en el gas de combustión se determinó como sigue:

5 El gas de combustión fue expulsado por aspiración en la salida de la cámara de reacción del quemador de gas a través de una tubería de cuarzo no enfriada. Después de pasar a través de un enfriador, el gas se introdujo en una cámara de filtro cargada con lana de cuarzo, donde se depositaba el hollín, si existía. Después de haber sido secado, el gas de combustión pasó a través de una bomba de vacío,  
10 un contador de gas y un rotámetro. Antes de introducir un filtro de lana de cuarzo limpio fué secado y pesado juntamente con el enfriador. Después del ensayo, se secaron el filtro y el enfriador a 90 grados C en vacío y se pesaron juntos de nuevo.

15 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Holanda, el 20 de Diciembre de 1973, bajo el número 73 17443, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

25

## REIVINDICACIONES

5                    Los puntos de invención propia y nueva que se pre-  
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de  
Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen  
en las reivindicaciones siguientes:

10                    1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un quemador  
de gas que comprende un cañón de quemador, una cámara de aire  
en torno al cañón y una cámara de combustión, cuya cámara de  
aire desemboca en la cámara de combustión a través de una bo-  
ca anular de combustión, teniendo el cañón del quemador una  
envolvente cilíndrica para el suministro de combustible gaseo-  
15                    so a la cámara de combustión a través de dicha boca de combus-  
tión y teniendo la boca anular de combustión una pared inter-  
na convergente y divergente, situada a ambos lados de un es-  
trechamiento situado fuera del extremo delantero de la en-  
volvente del cañón del quemador, en la cual están dispuestas  
20                    toberas o boquillas de salida radial de diámetros diferentes,  
cerca de la boca de combustión, en la pared lateral del cañón  
del quemador, cerca del extremo delantero cerrado de la en-  
volvente, cuyas toberas sirven para dosificar el combustible  
gaseoso en el oxígeno o gas que contiene oxígeno, que fluye  
25                    a través de la boca de combustión, estando las toberas dis-

tribuidas de manera regular o sustancialmente regular, de acuerdo con el tamaño, en torno a la envolvente.

5           2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque todas las toberas de salida están situadas en un plano que es perpendicular al eje geométrico del quemador.

10           3ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª ó la 2ª, caracterizados porque la relación entre el diámetro del estrechamiento y la distancia desde el plano que pasa por las toberas de salida al plano que pasa por el estrechamiento está comprendida entre 1,5 y 1,7.

15           4ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizados porque la relación entre la distancia desde el plano que pasa por el extremo delantero de la envolvente al plano que pasa por las toberas de salida y el diámetro del estrechamiento está comprendida entre 0,097 y 0,117.

20           5ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizados porque la relación entre el diámetro de la envolvente y el diámetro del estrechamiento está comprendida entre 0,60 y 0,67.

25           6ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizados porque la relación del diámetro de las toberas de salida y el diámetro del estrechamiento está comprendida entre 0,030 y 0,060.

7ª.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizados porque están previstos dos grupos de toberas de salida con diámetros diferentes, teniendo cada tobera de un grupo el mismo diámetro de tobera.

5

8ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6ª ó la 7ª, caracterizados porque un grupo tiene al menos 6 toberas de salida con un diámetro menor y un grupo de al menos 6 toberas de salida con un diámetro mayor que las del otro grupo.

10

9ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8ª, caracterizados porque la relación entre el diámetro de las toberas de salida mayores y el diámetro del estrechamiento está comprendida entre 0,045 y 0,050 y porque la relación entre el diámetro de las toberas de salida menores y el diámetro del estrechamiento está comprendida entre 0,034 y 0,040.

15

10ª.- Un procedimiento para la preparación de una mezcla de gas que contiene hidrógeno y monóxido de carbono exentos de hollín mediante la combustión parcial de combustible gaseoso carbonoso con oxígeno o un gas que contiene oxígeno, mediante un quemador de gas según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 9ª, en el cual la relación entre la velocidad del gas del combustible gaseoso en las toberas de salida y la velocidad del oxígeno o del gas que contiene

20

25

oxígeno en el estrechamiento esta comprendida entre 3,5 C y 4,0 C, en donde

$$C = \sqrt{\frac{\text{(densidad del oxígeno o del gas que contiene oxígeno)}}{\text{densidad del combustible gaseoso}}}$$

5

cuyas densidades están relacionadas con las condiciones en la parte del quemador de gas situada delante de la cámara de combustión.

10

11ª.- Perfeccionamientos introducidos en un quemador de gas.

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.

15

Esta Memoria consta de treinta y una hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

-8 FEB. 1975

P.A.

Alberto de Eizaburu  
Por Poder

20

25

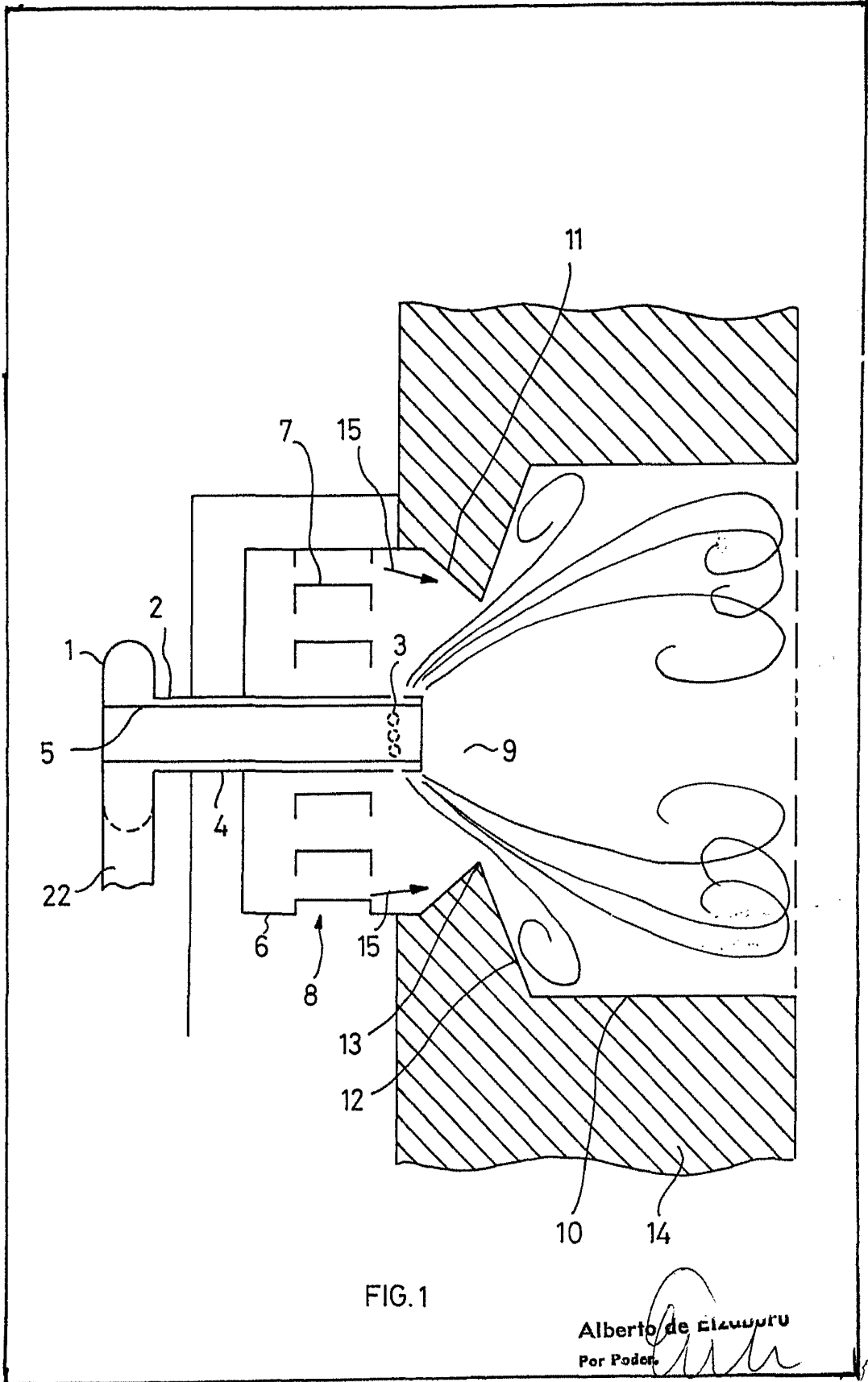
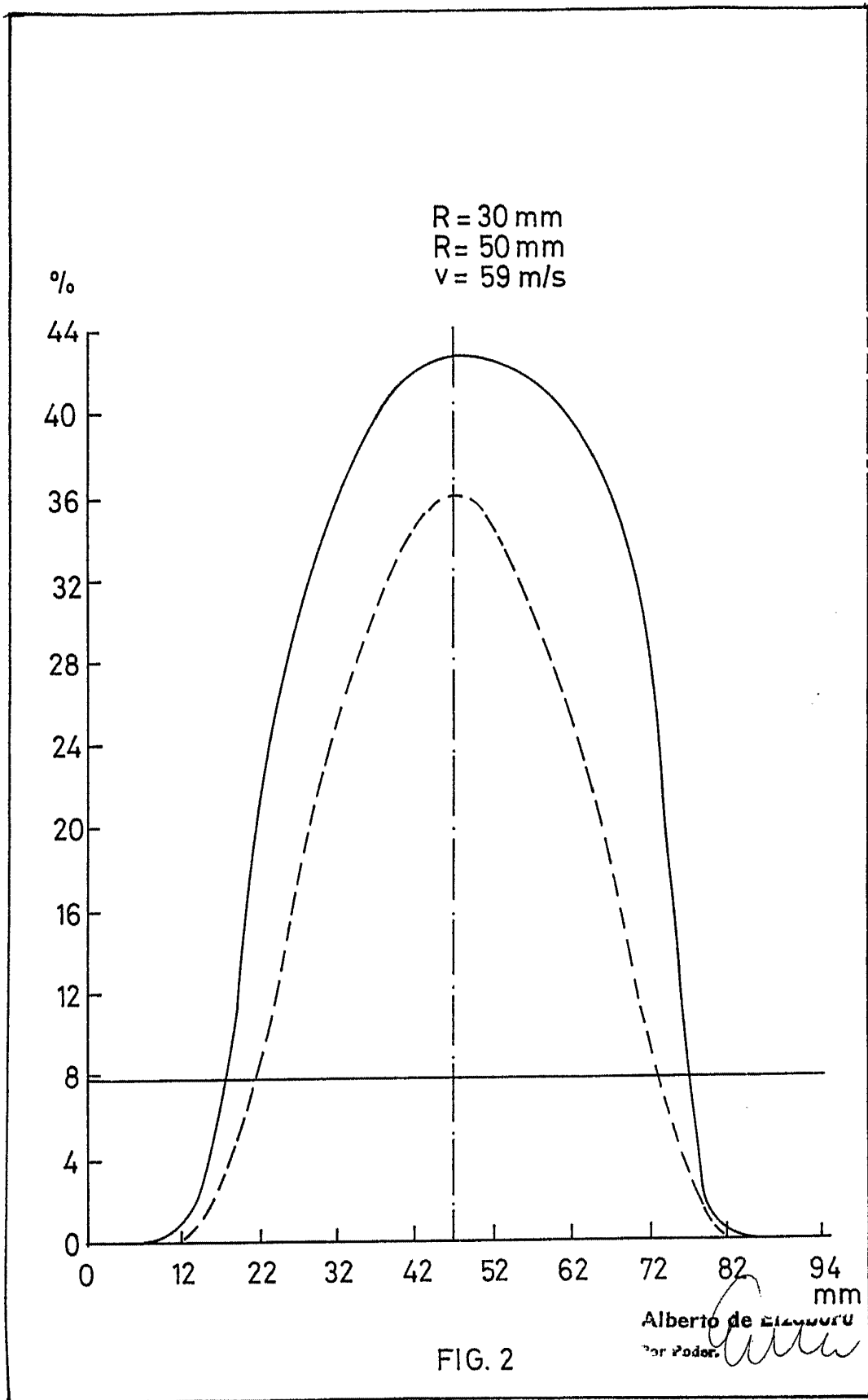
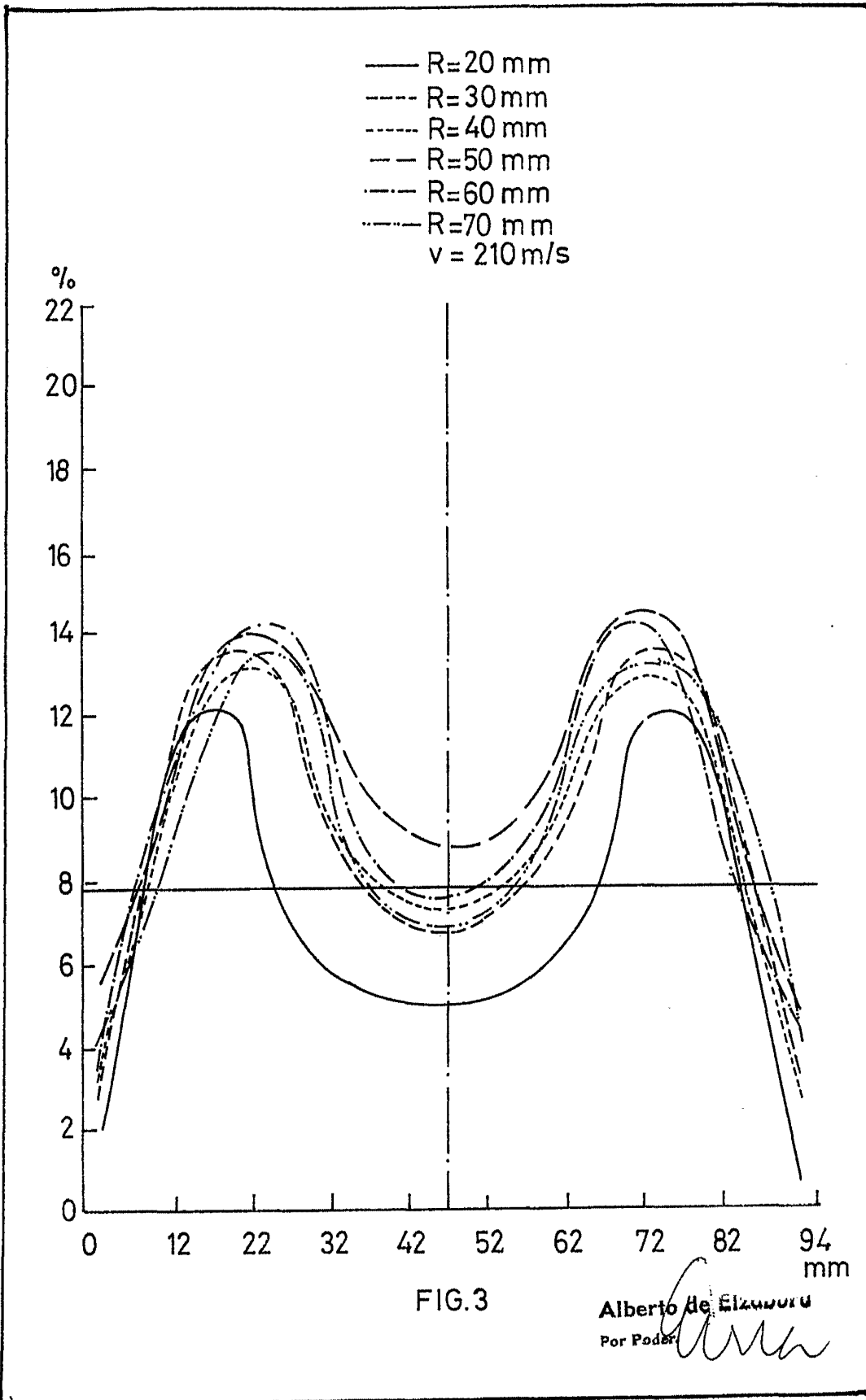
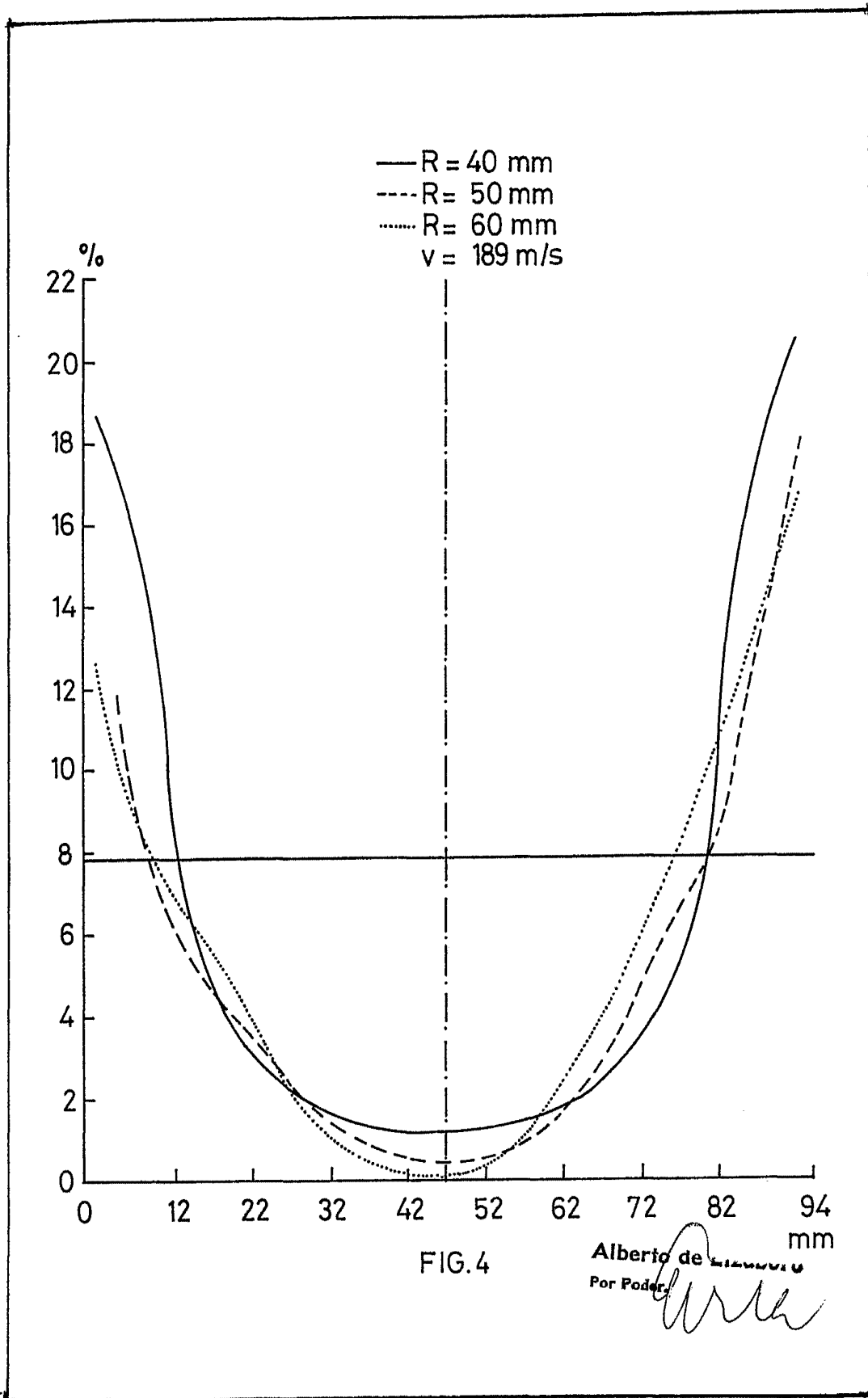


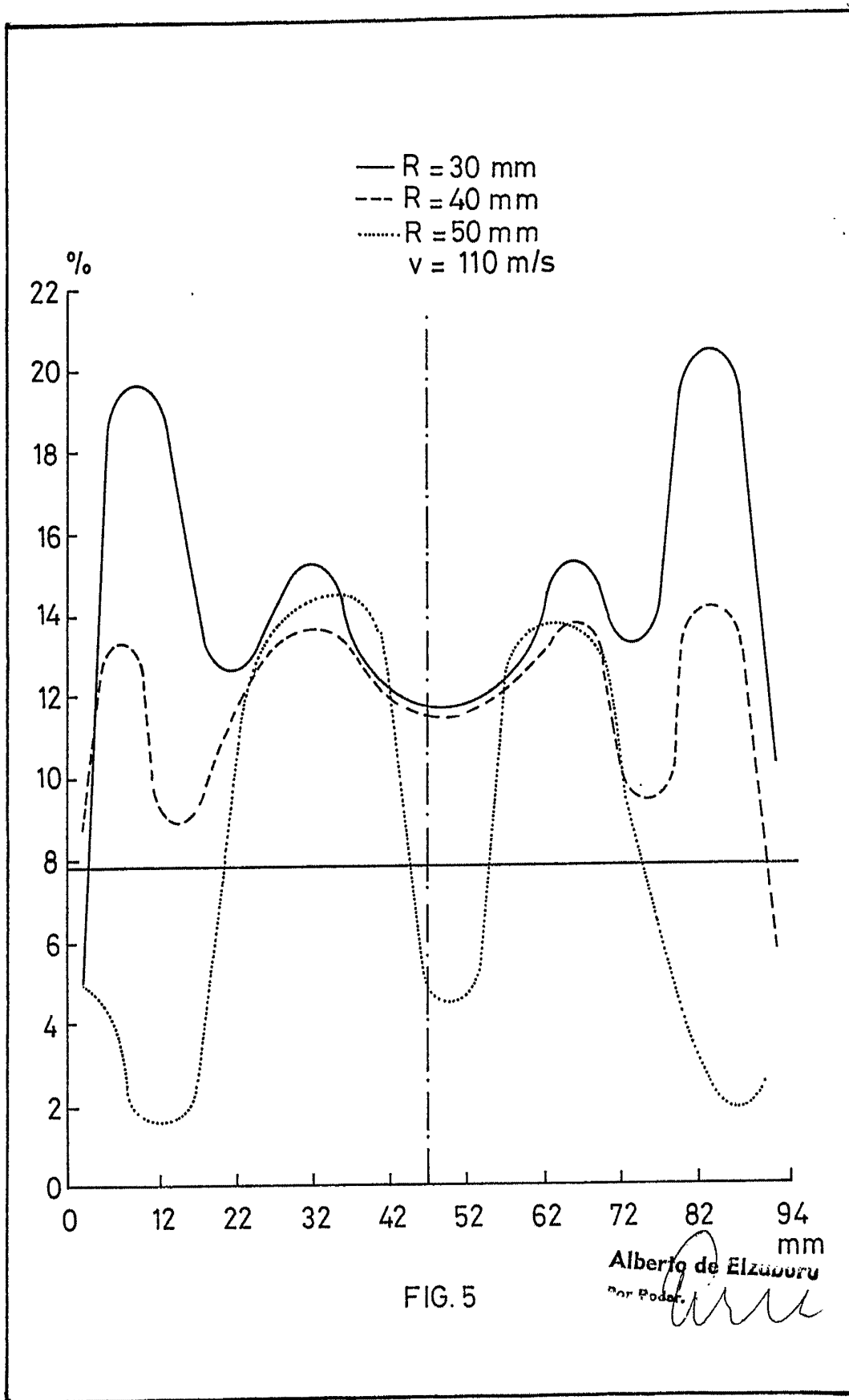
FIG. 1

Alberto de Cizuru  
Por Poder









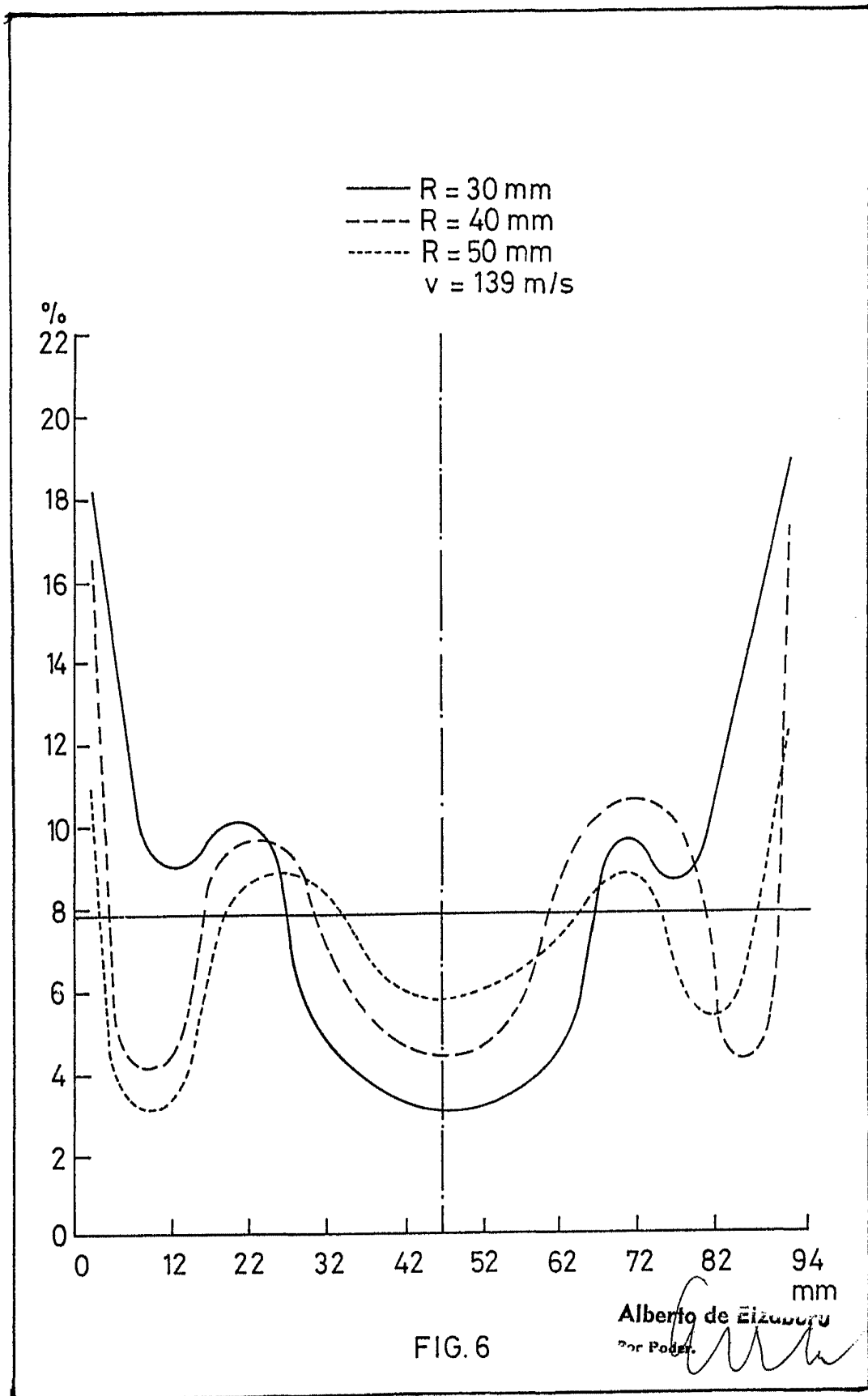


FIG. 6

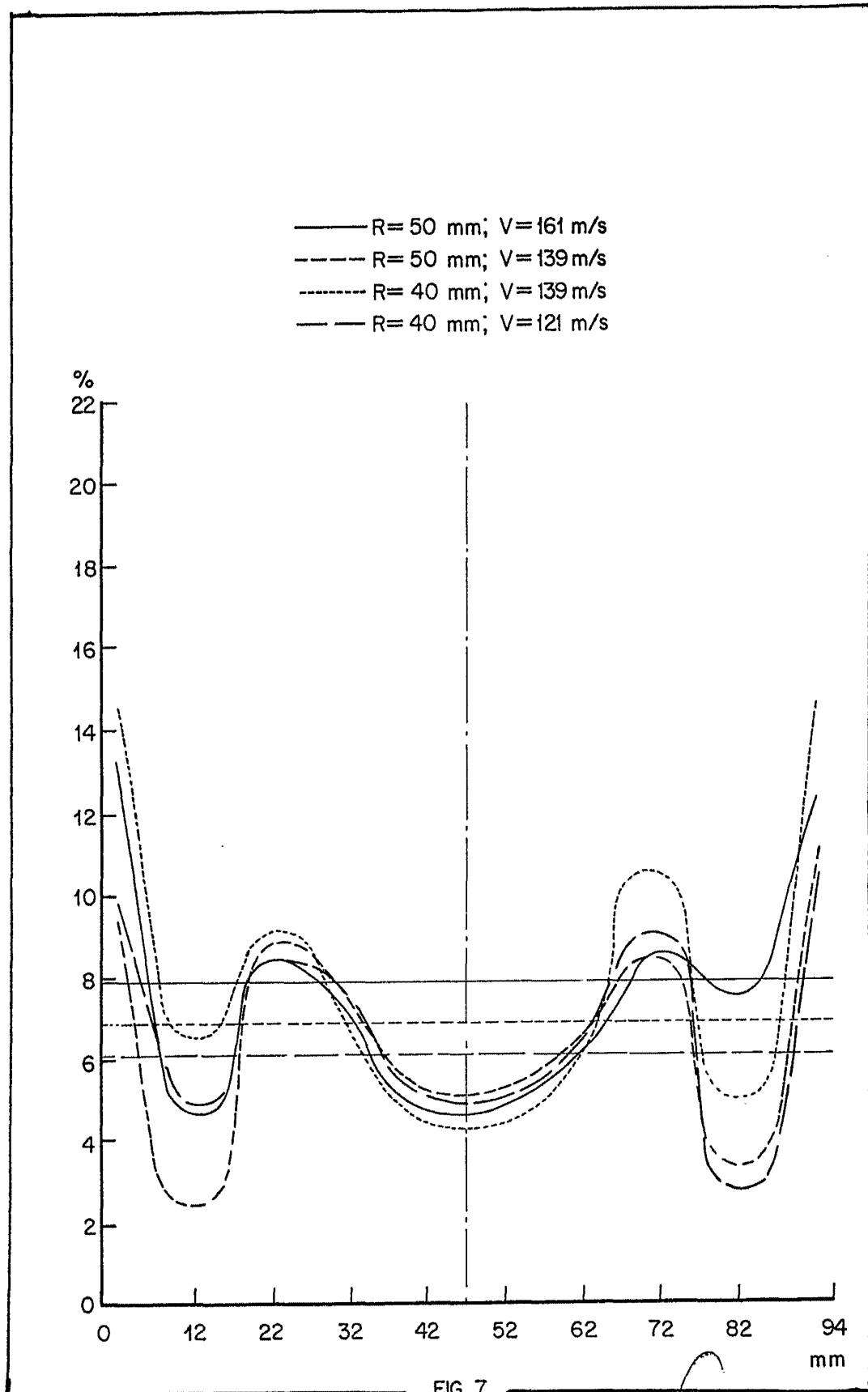
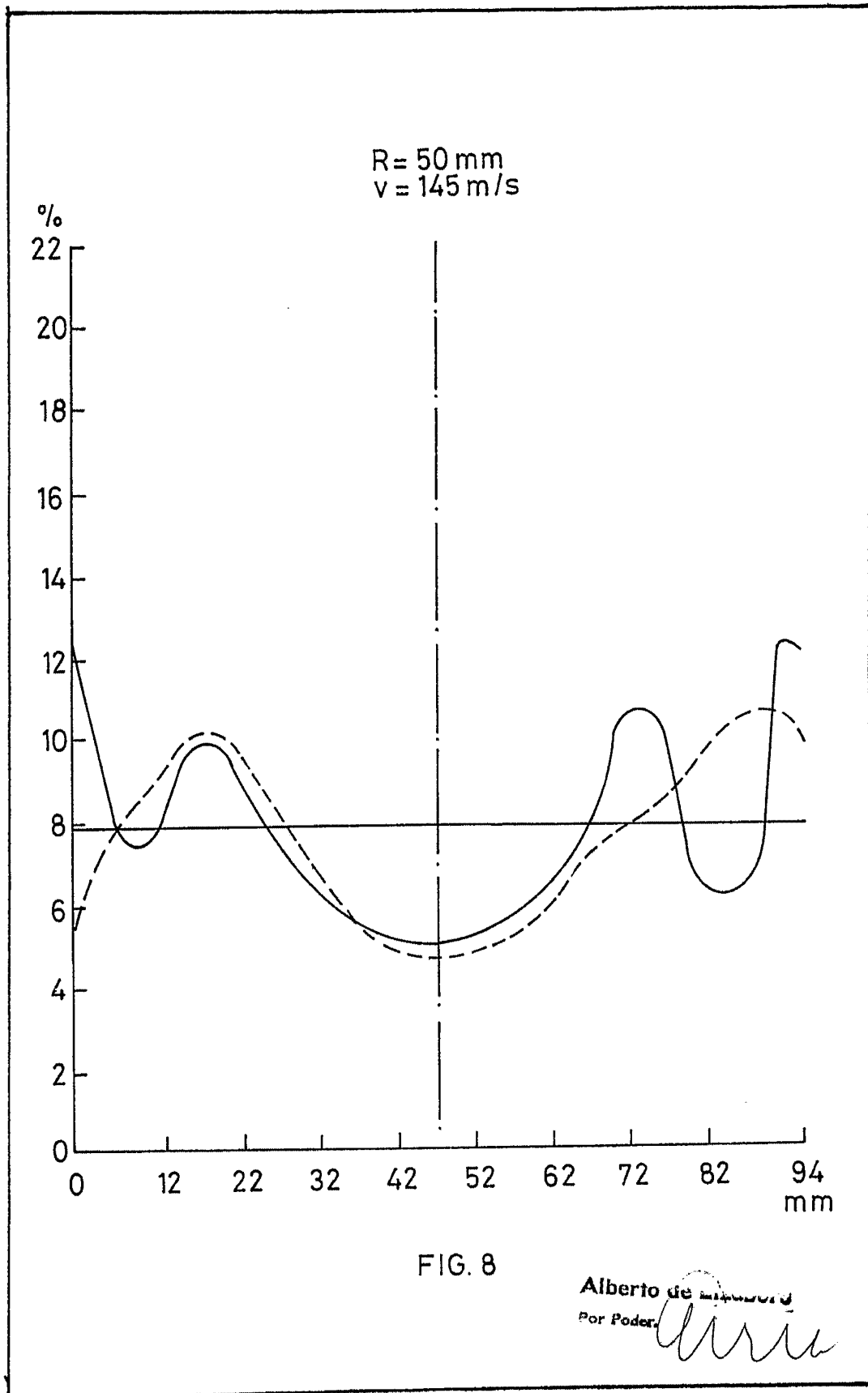


FIG. 7

Alberto de Euzebry  
Per Poder



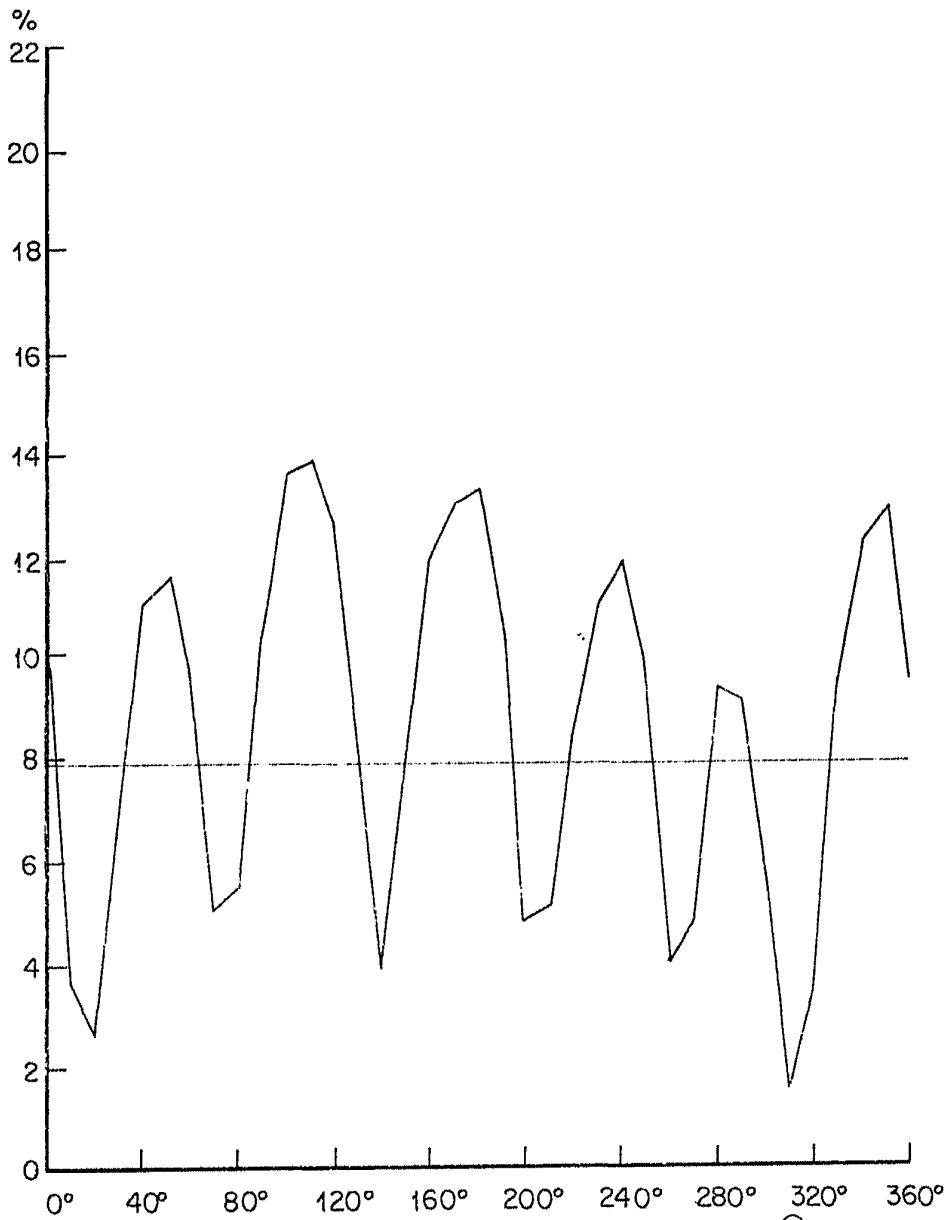
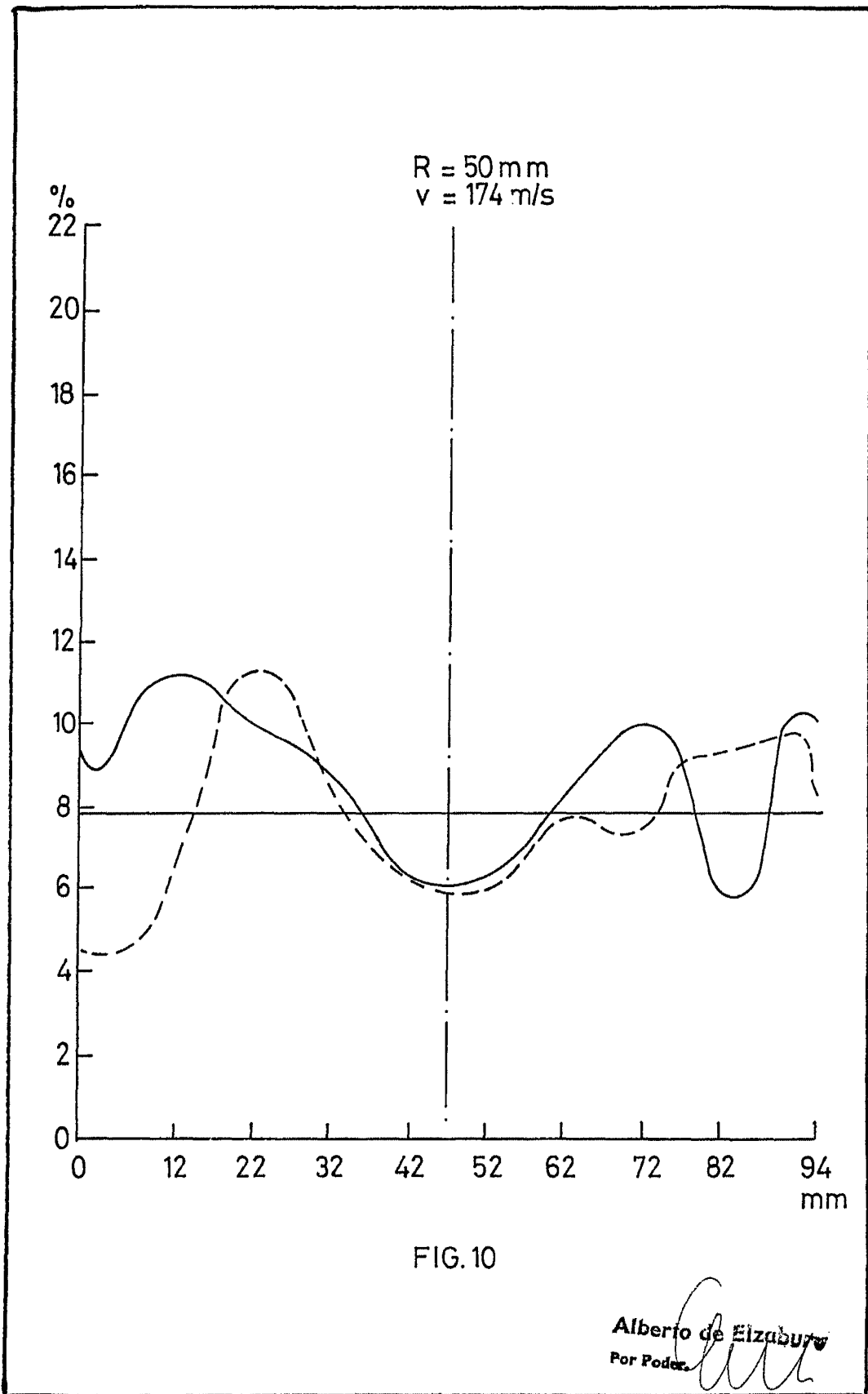


FIG. 9

Alberto de Alencar  
Por Poder.



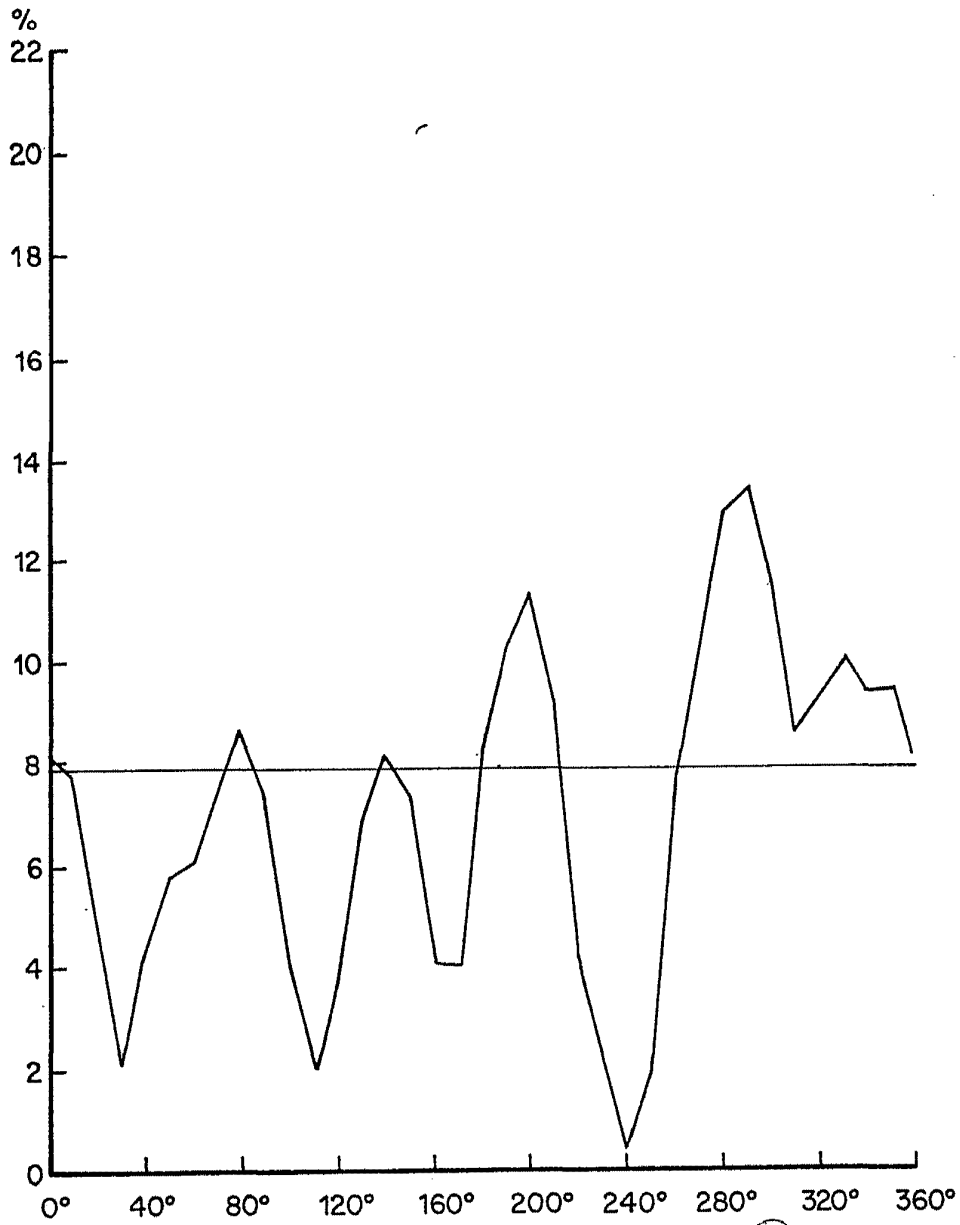


FIG. 11

Alberio de Elizabet  
Por Poder.

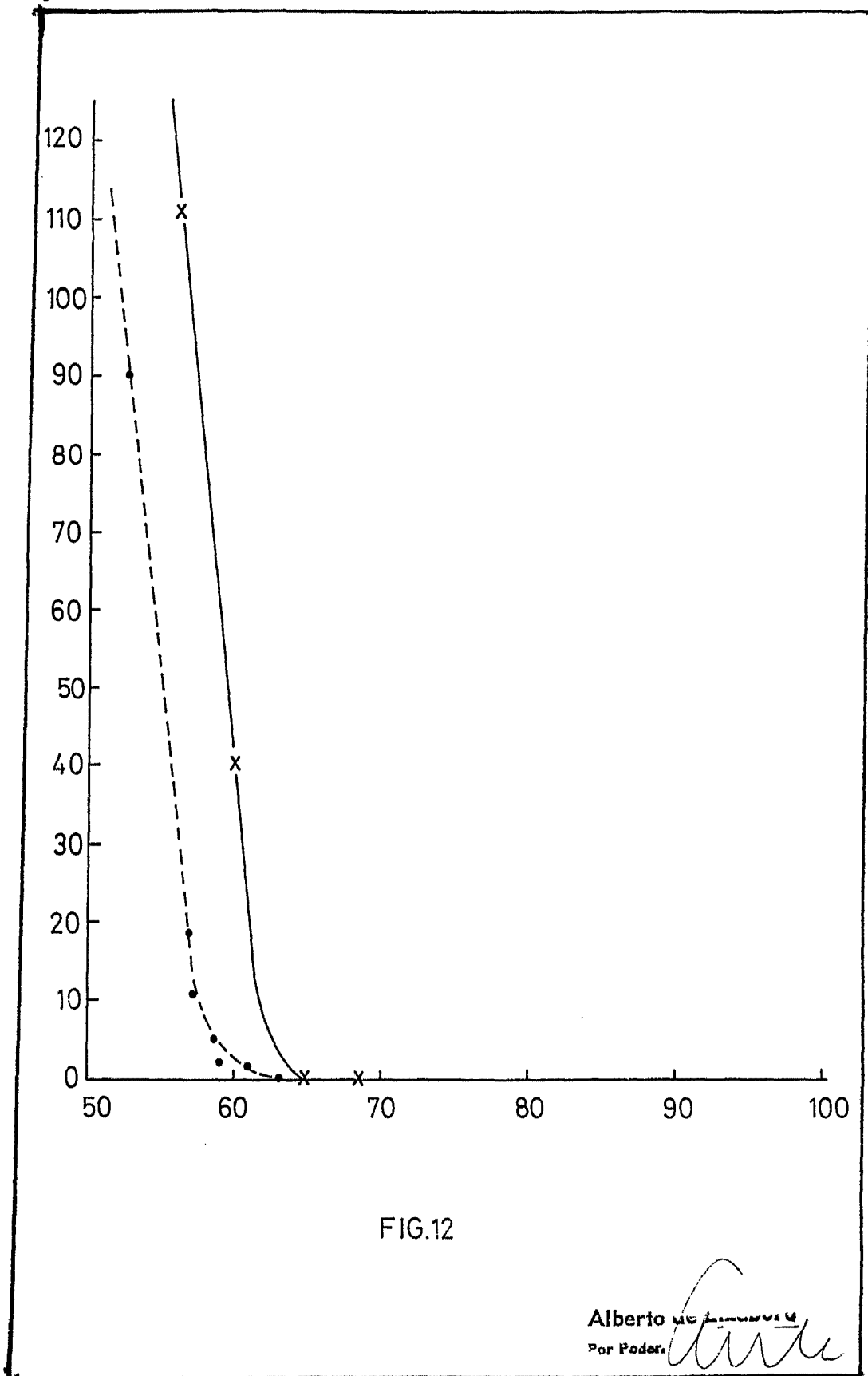


FIG.12

Alberto ~~de~~ ~~la~~ ~~Comun~~  
Per Feder. *[Signature]*