

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

Se inscribió en el Registro de Patentes de España con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

461808

(11) NUMERO	(16) A1
(12) FECHA DE PRESENTACION	
22. AGO. 1977	

- 5 OCT. 1978
PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
636.318 (parcial)	28-11-75	EE.UU.

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	BOLD	No 453.561

(54) TITULO DE LA INVENCION	<p style="text-align: center;">"UN APARATO PARA ELIMINAR CONTAMINANTES DE UNA CORRIENTE DE GAS"</p>
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

(71) SOLICITANTE (ES)	<p style="text-align: center;">LONE STAR STEEL COMPANY</p>	<p style="text-align: right;">OLP 2223 Div.</p>
-----------------------	------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	<p style="text-align: center;">2200 W. Mockingbird Lane, Dallas, Texas 75235, Estados Unidos de América.</p>
---------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(72) INVENTOR (ES)	<p style="text-align: center;">Thomas Kenny Ewan, Malley Ray Bass, Jennings Donell Means, James Leake Frier y Orvis Lavell Holland</p>
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(73) TITULAR (ES)	
-------------------	--

(74) REPRESENTANTE	<p style="text-align: center;">D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ</p>	<p>(P.- 66.491)</p>
--------------------	--------------------------------------------------------------------	---------------------

1 La presente invención se refiere a un aparato para
eliminar contaminantes de una corriente de gas. Por su parte,
el procedimiento de eliminación de contaminantes puesto
en práctica mediante el aparato de acuerdo con el invento,
5 es el objeto de la solicitud de patente española Nº 453561,
de la que esta es divisional.

 Los contaminantes susceptibles de ser eliminados
o suprimidos por el presente procedimiento y aparato son --
materias subdivididas en partículas, nocivas o recusables --
10 por cualquier motivo, o incluso gases aprovechables. Estos
contaminantes pueden encontrarse en corrientes gaseosas re-
sultantes de diversos tipos de procedimientos, incluidos --
los procedimientos industriales, químicos, de combustión y
generadores de calor y de energía. La invención, por consi-
15 guiente, es aplicable a todo procedimiento en el que se for-
men corrientes gaseosas que contengan contaminantes. Como
se desprende de la descripción que sigue, el método y apar-
to de la presente invención pueden usarse también para tra-
tar atmósferas contaminadas eliminando los contaminantes de
20 las mismas, con el fin de mejorar la ecología del aire am-
biente de ellas.

 Las materias subdivididas en partículas, que pue-
den comprender sólidos, líquidos o gases diversos, constitu-
yen las formas principales de material contaminante. Estos
25 contaminantes pueden encontrarse en el efluente gaseoso de
muchos procesos de tratamiento, o bien pueden generarse co-
mo subproducto contaminante en muchos de éstos. Si bien las
operaciones industriales son, como es obvio, fuente de pro-
ducción de muchos de los contaminantes que se van a encon-
30 trar en el aire, hay otras fuentes adicionales, entre las --

1 — que se incluye los vehículos de transporte, tales como los
automóviles, camiones, ferrocarriles, buques y aviones, y
las operaciones no industriales, como las producidas en --
edificios o bloques de apartamentos y viviendas privadas,
5 que pueden hacer uso del carbón o del petróleo para la ca-
lefacción o con finés de eliminación de residuos.

Los materiales contaminantes que se hallan en el
aire pueden variar ampliamente en su forma, tamaño y natura
leza química. Por ejemplo, la materia subdividida en par-
10 tículas puede ser líquida o sólida y, en una u otra forma,
puede ser químicamente activa o inerte. Las partículas --
pueden variar en tamaño, desde el sustancialmente menor de
0,01 micras hasta el de varios milímetros, y pueden incluir
riqueza en metales o minerales, de cierta importancia econó
15 mica. Los contaminantes gaseosos pueden ser gases relati-
vamente inocuos, tales como el dióxido de carbono, o alta
mente tóxicos, tales como el sulfuro de hidrógeno, el dió-
xido de azufre, el monóxido de carbono o varios de los óxi-
dos de nitrógeno. Algunos de los contaminantes gaseosos -
20 pueden reaccionar ulteriormente en la atmósfera formando á-
cidos u otras sustancias que pueden tener efectos deleté-
reos sobre el ambiente.

Hasta el momento presente, el esfuerzo principal
en el control de la contaminación del aire se ha encaminado
25 a controlar las fuentes de partículas de modo que el peso -
de la materia en partículas emitida desde una fuente parti-
cular (por ejemplo, la chimenea de una instalación indus-
trial) venga limitado a una pequeña fracción del peso del -
total de materia en partículas emitido por el procedimiento
30 que se está controlando. Aun cuando en muchas ocasiones ha

1 resultado posible obtener el nivel de emisión deseado, a -
base de peso o concentración en peso, los técnicos en am--
bientes se han dado cuenta de que la calidad del aire am--
biente no ha mejorado, y con frecuencia ha habido una de--
5 gradación en las condiciones del medio ambiente. Este re--
sultado puede explicarse en parte por el hecho de que mu--
chas de las fuentes de contaminación, como, por ejemplo, -
los vehículos y las residencias, están inadecuadamente con--
trolados, si es que llegan a estarlo de algún modo, con lo
10 cual se está descargando en la atmósfera una cantidad ina--
ceptable de contaminantes.

Ahora bien, en la actualidad se dispone de otra
explicación de la persistencia o continuación de un alto ni--
vel de contaminantes en la atmósfera. Sabido es que, si -
15 las partículas son bastante grandes, se sedimentan y sepa--
ran rápidamente por la acción de la gravedad, sin ocasio--
nar un problema importante de contaminación del aire, sal--
vo en la inmediata proximidad del punto de emisión. Pero,
a medida que las partículas de subdivisión se hacen más pe--
20 queñas, el tiempo de permanencia en la atmósfera aumenta -
grandemente, hasta el punto de que algunas partículas de -
tamaño inferior a la micra (milésima de milímetro) pueden
permanecer durante años en la atmósfera. Tales partículas
de tamaño inferior a la micra, si bien constituyen una por--
25 ción pequeñísima de peso total de la emisión, pueden repre--
sentar la gran mayoría del número de partículas emitidas -
y también pueden representar la gran mayoría del total de
material tóxico emitido. Así, la contribución de la mate--
ria subdividida en partículas de tamaño inferior a la mi--
30 cra a la degradación de la atmósfera ambiente es despropor-

1 cionada en relación con su peso, relativamente pequeño. Co
mo el reconocimiento de este efecto va creciendo, se insis
tirá con mayor interés en la eliminación de las partículas
más finas.

5 Las recientes restricciones de combustible vie
nen teniendo por efecto una escalada en el coste de los --
combustibles, y particularmente en el coste de los combus
tibles de bajo contenido de azufre. Ello ha traído como --
consecuencia un brusco aumento en el coste de la energía --
10 en forma de energía eléctrica, de vapor y de aire comprimi
do. Como la cantidad de energía requerida para los equi
pos de control de la contaminación varía con el tipo de --
equipo, este aumento de los costes de la energía ha modifi
cado las ventajas competitivas de los diversos tipos de --
15 equipo disponibles en el mercado. Ahora bien, cada vez se
hace más evidente que existe una gran necesidad de desarro
llar equipos y procedimientos capaces de eliminar contami
nantes, incluidos los subdivididos en partículas muy finas
y los gaseosos con contenido de azufre, de las corrientes
20 de gases y con el gasto de una mínima cantidad de energía.
A solucionar este problema es a lo que tiende la presente
solicitud, y su importancia se apreciará del mejor modo ha
ciendo una consideración previa de las prácticas de la téc
nica ya conocida.

25 Se han utilizado lavadoras o depuradoras con --
constricción de tipo Venturi, en los cuales el gas con con
tenido de partículas se aceleraba hasta darle una gran ve
locidad en un tubo Venturi, inyectándosele agua por medio
de unas toberas de aspersion o atomización situadas en o --
30 junto a la porción de garganta del tubo de Venturi. Ejem-

1 - plos recientes de tales lavadoras de tipo Venturi se indi-
can en las patentes de EE.UU. números 3.490.204, 3.567.194,
3.582.050 y 3.812.656. Normalmente, el gas con contenido
de partículas se hace pasar por el tubo de Venturi, impe-
5 lido por unos ventiladores, soplantes o aspiradores que --
pueden estar situados sea aguas arriba, sea aguas abajo --
del lavador de tipo Venturi. Existen muchas formas de la-
vador de tipo Venturi, caracterizadas por ciertas diferen-
cias en la manera de introducir el líquido en la corriente
10 de gas. La energía de entrada requerida para mantener un
alto rendimiento de limpieza, para las partículas de tama-
ño inferior a 2 micras, es relativamente grande y, por tan-
to, constituye una característica disuasiva del empleo de
lavadoras de tipo Venturi para tales aplicaciones.

15 En el caso de los lavadores de chorro de Venturi,
que difieren de los de constricción tipo Venturi arriba --
descritos en que no se necesitan ventiladores o inyectores
auxiliares para impulsar el gas que contiene partículas, --
la fuerza motriz viene proporcionada por un eyector de --
20 agua fría montado en general en el eje del tramo convergen-
te del tubo de Venturi y, como se ha indicado, no hacen --
falta ventiladores o inyectores (soplantes) adicionales. --
El agua se hace pasar por bombeo a través de la tobera del
eyector, donde se descompone o atomiza en gotitas que lue-
25 go se mezclan con el gas. La impulsión se efectúa median-
te un intercambio de fuerza viva entre el agua impulsora --
y el gas impelido y, simultáneamente, la materia subdividi-
da en partículas presente en el gas se elimina o expulsa --
por colisión o impacto con las gotitas de agua. Se encuen-
30 tran ejemplos de lavadoras por chorro de Venturi en las pa-

1 tentes británicas núms. 1.227.499 y 881.437, la patente ale
mana nº 280.088 y la patente de EE.UU. nº 3.385.030. La --
efectividad del lavador por chorro de Venturi decae al dis
minuir el tamaño de las partículas por debajo de las 2 mi-
5 cras, y en particular al caer dicho tamaño por debajo de
1 micra. Así, cuando es necesario mantener un alto rendi-
miento de limpieza con respecto a la materia subdividida --
en partículas muy finas, el lavador o depurador por chorro
de Venturi no sólo es inadecuado, sino también antieconómi
10 co, porque requiere una entrada de energía relativamente --
elevada para aumentar el flujo o gasto de agua, reducir el
tamaño de las gotitas, aumentar el número de gotitas dispo
nibles, aumentar la velocidad relativa entre las gotitas y
el gas o realizar alguna combinación de estos factores, ca
15 da uno de los cuales se necesita, por sí solo o en combina
ción, para acrecentar el rendimiento de limpieza de estos
lavadores.

La patente de EE.UU. nº 3.852.408, del mismo so-
licitante revela un procedimiento para eliminar materia --
subdividida en partículas y dióxido de azufre gaseoso en --
20 un aparato que comprende un impulsor o inyector de agua ca
liente, asociado a una unidad de inyección química, para --
impulsar el gas y capturar la materia subdividida en parti
culas y los productos de reacción del dióxido de azufre en
25 unas gotitas de agua, previéndose un separador de ciclón pa
ra separar del gas limpio las gotitas de agua y los produc
tos de reacción del dióxido de azufre.

Aun cuando el procedimiento descrito en dicha pa
tente de EE.UU. nº 3.852.408 es eficaz para eliminar tanto
30 la materia subdividida en partículas como el dióxido de --

1 -azufre en un solo sistema, a niveles no posibles hasta ahora, el coste de caldeo y tratamiento del agua requerida --
(de 0,3 a 0,5 kg de agua por cada kg de gas contaminado) --
es sustancial, si bien estos costes pueden ser inferiores
5 a los de los sistemas ofrecidos como alternativa.

Para reducir el consumo de energía, se ha desarrollado un aparato y un método en los cuales la función impulsora se efectuaba por medio de un eyector de vapor o de aire, mientras la función de limpieza era desempeñada por agua atomizada (que podía estar sin calentar y sin tratar). Este procedimiento y aparato perfeccionados se revelan en la patente de EE.UU. nº 3.852.409, del mismo solicitante. El procedimiento de dicha patente afín nº 3.852.409 simplificaba el proceso de eliminación, sea de la materia subdividida en partículas, sea del dióxido de azufre o de ambos, de una corriente de gas contaminada, recurriendo para ello a prescindir del uso del agua caliente, difícil de manipular. El nuevo procedimiento era también más eficaz que el de la patente de EE.UU. nº 3.852.408 antes citada, puesto que, entre otras cosas, se reducían sustancialmente las necesidades de agua caliente y de tratamiento.

En ambas patentes de EE.UU. núms. 3.852.408 y -- 3.852.409, el tubo de mezclar es alargado, con el fin de asegurar un crecimiento o desarrollo muy extenso del tamaño de las gotitas. Más allá del tubo mezclador de cada una de estas patentes se prevén unos separadores de ciclón que, como es sabido, funcionan dependiendo de una velocidad de introducción relativamente alta y una pérdida de presión superior a 127 mm de columna de agua. Esto significa que la energía de entrada con fines de limpieza tiene que ser

1 relativamente alta, para mantener la entrada de gran veloci-
dad requerida en los separadores de ciclón. Como se ha he-
cho notar anteriormente, es objetivo de esta invención pro-
porcionar un procedimiento y aparato para eliminar contami-
5 nantes de una corriente de gas, o del medio o aire ambien-
te, con un consumo mínimo de energía. En general, este ob-
jetivo se cumple disponiendo un tubo mezclador para bombear
y mezclar la corriente de gas y unas gotitas de líquido, -
que contienen contaminantes, y luego separar las gotitas -
10 que contienen contaminantes, de la corriente de gas, hacien-
do variar para ello la velocidad de la mezcla más allá del
tubo mezclador.

Más concretamente, con arreglo a la presente in-
vención se habilita un procedimiento para eliminar material
15 contaminante de una corriente de gas impulsada a través de
una zona mezcladora encerrada, en mezcla con unas gotitas
de líquido en las que se encapsulen los contaminantes de -
la corriente de gas durante la impulsión de esta última en
forma o por medio de un chorro de fluido compresible, ca--
20 racterizándose dicho procedimiento por la acción de desviar
el flujo de circulación de dicha mezcla al entrar ésta en
una zona de difusor divergente, con el fin de separar par-
cialmente el flujo de la mezcla respecto de una región de
la zona de difusor y volver a dirigir el flujo de las goti-
25 tas de líquido contenidas en la mezcla, en dirección a la
zona de difusor, para así asegurar la separación, o anula-
ción del arrastre, de las gotitas que contienen los conta-
minantes respecto de dicha corriente gaseosa.

Asimismo conforme a la presente invención, se ha
30 bilita un aparato para eliminar contaminantes de una co---

1 corriente de gas por impulsión de la corriente de gas en for-
ma o por medio de un chorro de fluido compresible, a tra--
vés de una extremidad de salida de un tubo mezclador y en
mezcla con gotitas de líquido que llevan encapsulado el --
5 contaminante, caracterizado dicho aparato por el hecho de
que a la extremidad de salida de dicho tubo mezclador, y -
en comunicación con él, va conectado un difusor destinado
a separar de la corriente de gas, anulando la acción de --
arrastre, las gotitas de líquido que contienen los contami-
10 nantes, efectuándose dicha separación o anulación del arras-
tre en cooperación con un deflector de dicha mezcla, situa-
do junto a la extremidad de salida del tubo mezclador.

Como existe una reducción en la velocidad de la
mezcla en el difusor, hay un aumento de presión correspon-
15 diente y, por tanto, una recuperación de presión, con arre-
glo a la ley de Bernoulli. Esto significa que se necesita-
rá una menor energía de entrada en comparación con la nece-
saria para los procedimientos y aparatos en los que se ha-
ce uso de separadores de ciclón para separar de la corrien-
20 te de gas las gotitas de líquido que contienen los contami-
nantes.

La corriente de gas contaminado puede ser impul-
sada a través del tubo mezclador, sea por medio de un eye-
tor de fluido compresible, que puede ser un eyector de va-
25 por o bien un eyector de aire (o de otro fluido compresi-
ble, incluido el propio gas contaminado), sea formando un
chorro con la corriente entera del gas contaminado y diri-
giendo ese chorro al interior del tubo mezclador, sin flu-
jo de gas secundario. Como se explicará con mayor detalle
30 más adelante, la función de inducción y la de impulsión --

1 pueden ser desempeñadas alternativamente mediante ventila-
dores o inyectores (soplantes) alimentados con energía por
separado. Cuando se trate sólo de materia subdividida en
partículas, la función de limpieza puede venir proporcio-
5 da por gotitas de agua especialmente atomizada. El agua de
limpieza no necesita ser tratada ni calentada y, de prefe-
rencia, puede ser agua industrial ordinaria o agua devuel-
ta cíclicamente del sistema. Para proporcionar gotitas de
tamaño adecuado para capturar las partículas de tamaños in-
10 feriores a una micra, puede primero atomizarse el agua me-
cánicamente, en unas boquillas o toberas de atomización, a
un tamaño intermedio y luego reatomizarse por inyección en
el chorro de vapor, aire, gas contaminado u otro fluido --
compresible que salga a gran velocidad por una tobera. Ade-
15 más de la formación de gotitas de agua de gran velocidad --
para provocar colisiones, se establecerán una serie de on-
das de choque que proporcionen contacto y acción de mezcla
imperativa, si el fluido compresible se impulsa a través --
del chorro a una presión tal que salga a velocidades super-
20 sónicas.

Cuando, además de la materia subdividida en par-
tículas, la corriente gaseosa contaminada contenga gases --
que se quieran eliminar, tales como dióxido de azufre, sul-
furo de hidrógeno o contaminantes similares, pueden añadir-
25 se al agua de limpieza reactivos químicos, tales como cal,
amoníaco, hidróxido de sodio o combinaciones de los mismos,
u otros reactivos, según se describe en la patente de -- --
EE.UU. número 3.852.408.

En ciertas circunstancias puede ser conveniente
30 preacondicionar la corriente de gas contaminado, antes de

1 -llegar a la tobera de formación de chorro y al dispositivo
inyector de agua. Tal preacondicionamiento puede disponerse
en una cámara de acondicionamiento en la que el gas contami-
nado pueda ponerse en contacto con aspersiones o atomiza-
5 ciones de líquido, de preferencia en contracorriente, en ---
condiciones en las cuales el flujo de circulación de gas es
de baja velocidad. La cámara de acondicionamiento elimina-
rá de ordinario una porción de las partículas mayores, mo-
jando al propio tiempo por lo menos algunas de las partícu-
10 las de menor tamaño, para así asegurar que sustancialmente
todas las partículas restantes llegarán a mojarse y serán -
capturadas en porciones sucesivas del aparato. La cámara -
de acondicionamiento (o los conductos que llevan en ella) -
constituyen también un lugar conveniente para la introduc-
15 ción de las sustancias químicas, tales como amoníaco líqui-
do o gaseoso, que pueden desearse para la eliminación de --
ciertos contaminantes.

El difusor del aparato de la invención es, funda-
mentalmente, una cámara cuya área de sección recta transver-
20 sal va en expansión, según lo acostumbrado, si bien la tasa
de expansión de la sección recta es, de preferencia, algo -
mayor de lo acostumbrado cuando se desea una recuperación -
máxima de presión. Se forma una corriente de líquido por -
coalescencia, dentro del difusor, de gran número de pequeñas
25 gotitas que contienen contaminante, las cuales se desarrollan
formando gotitas más grandes que caen hasta constituir la -
corriente. El difusor de la presente invención difiere del
difusor usual, ideado para evitar la separación de flujos --
con el fin de convertir la presión o altura dinámica (debi-
30 da a la velocidad) del gas en presión estática, o altura --

1 piezométrica. El deflector contiguo a la extremidad de salida del tubo mezclador actúa desviando la mezcla que sale del tubo mezclador y apartándola de una porción de pared del difusor, para así inducir una separación localizada de flujos entre los componentes líquido y gaseoso de la mezcla. El deflector puede comprender un gas o un líquido, un separador mecánico, o ambos. El deflector funciona haciendo que las gotitas de agua empiecen a moverse en una trayectoria que se aparta de una determinada porción de su superficie del difusor, en la región en la cual se va a inducir la separación localizada de flujos, yendo en dirección a la porción de superficie opuesta del mismo, y proporcionando simultáneamente una obstrucción que induce una región de baja presión aguas abajo del deflector hasta producir dicha separación de flujos y, con ello, la separación o anulación de arrastre de las gotitas que contienen contaminante, respecto de la corriente de gas. Mediante el recurso de volver a dirigir el flujo de circulación de las gotitas hacia la porción de superficie opuesta del difusor, apartándolas de la salida del difusor, se hace más brusco, efectivamente, el radio de giro o vuelta de las gotitas hacia la salida y, una vez iniciadas en la dirección, las gotitas tenderán a continuar en ella. La combinación de una velocidad reducida y un radio de giro más brusco refuerza la separación o anulación de arrastre de las gotitas de líquido respecto del gas. Dentro del difusor, la región del flujo separado está caracterizada por su baja presión y turbulencia, lo que, a su vez, produce una inversión de flujo de circulación del gas y de las gotitas de agua que todavía vayan -- arrastradas, hacia la zona de más baja presión de esa re--

1 gión. Las gotitas que son demasiado pequeñas para separar
se fácilmente de la corriente de gas permanecen arrastra--
das en el gas turbulento que fluye en sentido inverso y, -
por tanto, son devueltas hacia la extremidad de entrada --
5 del difusor. El tiempo adicional de permanencia de estas
pequeñas gotitas en la región turbulenta de baja presión -
del difusor permite un crecimiento adicional por colisión,
condensación o coalescencia, hasta obtenerse un tamaño de
gotitas que asegure su separación por la acción de la gra-
10 vedad. Como se apreciará, el difusor de la presente inven-
ción obtiene una recuperación de presión algo menos que --
completa, pero suficiente para reducir al mínimo la ener--
gía necesaria para hacer funcionar el sistema. El deflec-
tor mecánico o de circulación de fluido se hace, de prefe-
15 rencia, ajustable para hacer variar el efecto de separación
de flujos con el fin de compensar las variaciones que haya
en la circulación de gas, la carga de partículas y el gra-
do de limpieza necesario y para controlar el funcionamien-
to de la bomba del eyector. El efecto combinado del deflec-
20 tor ajustable y los acostumbrados ajustes de la presión o
la diferencia de presiones bajo la cual se forma el chorro
de fluido compresible, así como el ajuste de la cantidad -
de agua u otro líquido limpiador o depurador inyectado en
el chorro, en unión del diseño o proyecto primitivo de la
25 longitud, diámetro y dimensiones de todas las partes para
manipular una gama adecuada de tales variables, proporcio-
na una regulación de la masa y la velocidad de circulación
de la mezcla por el tubo mezclador.

30 La separación de gotitas que contienen contami--
nante, respecto de la corriente de gas, puede reforzarse --

1 aún más mediante unos deflectores apropiados colocados en
un tramo de tubo de cola o final, aguas abajo del difusor.
La corriente de gas depurada puede descargarse directamen-
te desde el tramo de tubo final o bien, como alternativa,
5 puede hacerse pasar por una chimenea.

Otros objetos y ventajas de la invención se irán
desprendiendo de la siguiente descripción, tomada en unión
de los dibujos adjuntos, en los cuales:

10 - la figura 1 es una vista en sección vertical -
que ilustra una de las formas de realización de aparato -
que puede utilizarse en la práctica de la presente inven-
ción;

15 - la figura 2 es una vista en sección vertical -
ampliada, tomada en el área A de la fig. 1 y que ilustra -
una tobera de eyector con su inyector de fluido asociado;

- las figuras 3A y 3B son unas vistas lateral y
por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de
unos medios separadores de flujo por fluido, instalados, -
por delante del difusor;

20 - las figuras 4A y 4B son unas vistas lateral y
por un extremo, respectivamente, con partes en sección, --
que ilustran los medios separadores de flujo de las figs.
3A y 3B instalados aguas abajo del tubo mezclador;

25 - las figuras 5A y 5B son unas vistas lateral y
por un extremo, respectivamente, con partes en sección, -
que ilustran unos medios separadores de flujo por fluido,
de tobera múltiple, instalados por delante del difusor;

30 - las figuras 6A y 6B son unas vistas lateral y
por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de
una variante o forma alternativa de medios separadores de

1 - flujo por fluido;

- las figuras 7A y 7B son unas vistas lateral y por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de unos medios separadores mecánicos situados junto a la entrada del difusor;

5

- las figuras 8A y 8B son unas vistas lateral y por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de una variante o forma alternativa de los medios separadores mecánicos, que son ajustables;

10

- las figuras 9A y 9B son unas vistas lateral y por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de una segunda variante de los medios separadores mecánicos - ajustables;

15

- las figuras 10A y 10B son unas vistas lateral y por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de un dispositivo separador de flujos en el que se emplean medios separadores de flujo tanto por fluido como mecánicamente ajustables;

20

- la figura 10C es una vista en alzado lateral del dispositivo separador ilustrado en las figs. 10A y 10B;

25

- las figuras 11A y 11B son unas vistas lateral y por un extremo, respectivamente, con partes en sección, de un dispositivo mecánico ajustable separador de flujos, destinado también a funcionar como registro;

30

- la figura 12 es una representación esquemática de un ventilador o soplante, movido por vapor, para un impulsor de eyector de aire;

- la figura 13 es una representación esquemática de un soplante movido eléctricamente, para la impulsión de

1 un eyector de aire;

5 - la figura 14 es una vista en sección vertical --
que ilustra esquemáticamente la naturaleza del flujo de --
circulación de gas y de líquido dentro del difusor confor-
me a la presente invención;

10 - la figura 15 es una vista en planta, con par-
tes en sección, que ilustra esquemáticamente una de las for-
mas de realización de un sistema de módulos de limpieza o
depuración de gases de la presente invención, conectado a
una chimenea ya existente;

15 - la figura 16 es una vista en planta, con par-
tes en sección, que ilustra esquemáticamente otra forma de
realización de un sistema de módulos depuradores de gases
de la presente invención reunidos en un múltiple que va a
una sola chimenea;

- la figura 17 es una vista en sección vertical
que ilustra un dispositivo depurador de gases de la presen-
te invención, orientado en dirección vertical;

20 - la figura 18 es una vista en sección vertical
que ilustra esquemáticamente una forma de realización de --
un sistema de módulos depuradores de gases, conforme a la
presente invención, verticalmente orientados y reunidos en
un múltiple que va a una sola chimenea;

25 - la figura 19 es una vista esquemática, con --
partes en sección, que ilustra un aparato conforme a la --
presente invención conectado a la toma de entrada o admi-
sión de un soplante o compresor de tipo comercial;

30 - la figura 20 es una familia de curvas que ilus-
tra el efecto de la humectabilidad de las partículas sobre
la relación existente entre el nivel de emisión de salida

1 - o descarga del gas que se está tratando y la energía requerida de entrada;

5 - la figura 21 es una familia de curvas que ilustra el efecto de la densidad de partículas sobre la relación entre el nivel de emisión de salida del gas que se está tratando y la energía de entrada;

10 - la figura 22 es una familia de curvas que ilustra el efecto del tamaño de partículas sobre la relación entre el nivel de emisión de salida del gas que se está tratando y la energía de entrada;

- la figura 23 es una familia de curvas que ilustra el efecto de la carga de partículas sobre la relación entre el nivel de emisión de salida del gas que se está tratando y la energía de entrada;

15 - la figura 24 es una familia de curvas que ilustra el efecto de la temperatura del gas de salida sobre la relación entre el nivel de emisión de salida del gas que se está tratando y la energía de entrada;

20 - la figura 25 es una familia de curvas que ilustra el efecto de la presión de fluido impulsor sobre la relación entre el nivel de emisión de salida del gas que se está tratando y la energía de entrada;

25 - la figura 26 es una vista en sección vertical semejante a la fig. 1, que ilustra una forma modificada o variante de aparato realizado conforme al presente invento;

- la figura 27 es una vista en sección vertical semejante a la fig. 26, que ilustra otra forma modificada de aparato conforme al presente invento;

30 - la figura 28 es una vista en sección vertical semejante a la fig. 27 que ilustra otra variante más de --

1 - aparato conforme al presente invento;

5 - la figura 29 es una vista interior en alzado, -
mirando hacia la izquierda en la fig. 27, de un tabique di-
visorio o transversal que ofrece una pluralidad de toberas,
5 las cuales pueden utilizarse a discreción en dispositivos
del tipo ilustrado en las figs. 27 y 28; y

- la figura 30 es una familia de curvas que ilus-
tra el efecto del tipo de impulsor para el gas contaminado,
en aparatos realizados conforme a la presente invención.

10 Con referencia ahora a la fig. 1, el número 10 de
signa el conducto por medio del cual el gas contaminado o -
efluente a depurar entra en el sistema. El conducto de en-
trada o admisión 10 puede ser de un tamaño cualquiera conve-
niente y estar orientado a un ángulo cualquiera. En la fig.
15 1, el conducto de entrada 10 está orientado verticalmente y
la corriente de gas contaminado entra en el sistema desde -
abajo. El conducto de entrada 10 está provisto de una bri-
da 12, que se acopla de manera conjugada con una brida co-
rrespondiente 14 de un codo reductor 16. El codo reductor
20 16 está especialmente diseñado para dirigir el flujo de gas
contaminado desde el conducto 10 a un tubo mezclador 18, --
con un mínimo de pérdida de carga o presión estática, al --
tiempo que proporciona sustentación para el dispositivo de
eyector-inyector designado en general con la letra A en la
25 fig. 1. El codo reductor 16 puede estar convenientemente co-
nectado al tubo mezclador 18 por medio de unas bridas conju-
gadas 20, 22. En el codo 16 va situado un manguito o tubo -
corto 24, cilíndrico en general, cerrado por una placa de -
cubierta 26 y que desemboca en el codo, a través del cual -
30 puede hacerse pasar una tubería de líquido 28 y una tubería

30 de vapor, aire u otro fluido compresible. En la tubería de líquido 28 y en la tubería 30 de vapor, aire u otro fluido compresible van colocadas, para controlar el flujo de paso por ellas, unas válvulas reguladoras 32, 34 respectivamente. Las válvulas 32, 34 pueden estar mandadas manualmente, a distancia o automáticamente, según convenga, en el sentido de que respondan a variaciones en la naturaleza y cantidad del flujo de circulación de gas contaminado.

El dispositivo de eyector-inyector indicado con la letra A en la fig. 1 se representa, a escala ampliada, en la fig. 2. La tubería 30 de fluido compresible termina en una tobera 36 de eyector. La tobera de eyector 36 está diseñada y proporcionada, en unión del tubo mezclador 18, para producir un chorro supersónico de vapor, aire u otro fluido compresible saliente, que se expanda en forma de chorro libre dentro del codo 16 y tropiece con la pared interior del tubo mezclador formando una bomba efectiva de eyector. En torno a la extremidad de salida de la tobera de eyector 36 va colocado en posición un múltiple 38 de líquido. El múltiple 38 puede estar convenientemente cerrado por medio de un miembro periférico o cerco 40 al cual va fijada la tubería 28 de líquido. En la cara frontal 44 del múltiple 38 hay formadas varias perforaciones roscadas 42, angularmente dirigidas y circunferencialmente repartidas, para recibir unas boquillas o toberas de atomización 46. Las toberas de atomización 46 están situadas circunferencialmente en posición en torno a la tobera de eyector 36 y orientadas de modo que los ejes de las toberas atomizadoras 46 se corten en un punto, del eje de la tobera de

1 eyector 36, situado más allá del extremo de salida de la to-
bera de eyector. Las toberas atomizadoras 46 son, preferi-
blemente, del tipo de chorro en abanico, diseñado para que
se limpien por sí solas y sean capaces de funcionar con lí-
5 quidos que contengan cantidades sustanciales de material di-
suelto o en suspensión. Las boquillas o toberas 46 han de
ser capaces de atomizar el líquido al intervalo de tamaños
que va de 100 a 200 micras, nada más pasar la salida de ca-
da tobera.

10 En la fig. 1, el chorro 56 que sale de la tobera
36 de eyector surge a velocidades supersónicas y, por lo --
tanto, es capaz de atomizar aún más las gotitas de líquido
formadas por las toberas atomizadoras 46, convirtiéndolas --
en un gran número de gotitas del tamaño apropiado para cap-
15 turar de modo efectivo partículas finísimas. Además, la --
gran velocidad, respecto a la corriente de gas contaminado,
comunicada a las gotitas por el chorro 56, en unión de la --
extremada turbulencia existente en la región interfacial o
de encuentro del chorro que surge y de la corriente de gas
20 contaminado, crea una zona mezcladora altamente eficaz, den-
tro del codo reductor 16 y del tubo mezclador 18, que asegu-
ra la captura de las partículas contenidas en el gas conta-
minado. Si lo que se desea es eliminar gases ácidos, tales
como el dióxido de azufre, del gas contaminado, al agua in-
25 yectada pueden añadirse unos reactivos químicos básicos, ta-
les como cal, amoníaco (acuoso o anhidro) o hidróxido de --
sodio. En cambio, si lo que se quiere eliminar de la co---
rriente de gas contaminado son sustancias básicas; tales co-
mo el amoníaco, puede añadirse un reactivo ácido, tal como
30 el ácido nítrico, al agua introducida por las toberas de --

1 inyección u otras toberas de atomización. Otras determina-
das sustancias, tales como los olores orgánicos, que no --
sean ácidas ni básicas, pueden eliminarse añadiendo al agua
inyectada sustancias oxidantes, tales como permanganato de
5 potasio. Las razones de la efectividad del dispositivo de
eyector-inyector en la captura de partículas se aplican --
por igual a las reacciones con gases, de modo que pueden --
capturarse simultáneamente ambos tipos de contaminante. --
Además, como consecuencia de la formación de un chorro su-
persónico '56 a la salida de la tobera de eyector 36, aguas
10 abajo de ésta se encontrarán unas ondas de choque. Estas
ondas de choque, que representan bruscas discontinuidades
en la presión y temperatura del chorro, reforzarán la capa-
cidad de acción de mezcla del chorro y, por tanto, mejora-
rán aún más la aptitud depuradora del sistema, tanto para
15 los contaminantes subdivididos en partículas como para los
gaseosos.

Conforme a la presente invención, se ha descubier-
to que, si bien el vapor de agua es un fluido muy convenien-
te como impulsor para el eyector, también puede usarse ---
aire con ventaja, a pesar del hecho de que se requieren ma-
yores cantidades de aire para efectuar las mismas funcio--
nes de bombeo, atomización y depuración o limpieza. Según
se ha descubierto, por ejemplo, donde se requiere 0,1 kg -
de vapor para impulsar un kilogramo de gas contaminado, se
20 rá necesario proveer de 0,17 a 0,20 kg, aproximadamente, -
de aire, según la presión relativa del vapor y del aire, -
para conseguir el mismo resultado. Ahora bien, a medida -
que aumenta el coste del vapor de agua, se llega a un pun-
to en que el uso del aire se hace más económico, a pesar -
30

1 del equipo adicional requerido. Esto se explicará con mayor detalle al hacer referencia a las figs. 12 y 13. A este punto, baste notar que el rendimiento térmico de un eyector de vapor está comprendido en el intervalo del 20% al 25% y, aun cuando puede usarse el vapor directamente, como se describe en la patente de EE.UU. nº 3.852.409 arriba citada, para desempeñar la función impulsora en un sistema depurador de gas, el coste del vapor es sustancial. En cambio, el rendimiento térmico de una turbina de vapor bien proyectada está próximo al 80% y el rendimiento mecánico de un soplante o inyector de aire puede exceder del 90%. Como se ilustra en la fig. 12, el vapor puede formarse en una caldera 48 y usarse para impulsar una turbina de vapor 50 conectada, a su vez, mecánicamente, a un soplante 52 capaz de suministrar aire, a una presión del orden de los $2,1 \text{ kg/cm}^2$, a una tobera de eyector 36. Naturalmente, pueden usarse también soplantes que trabajen a otras presiones. Debido al mayor rendimiento del sistema de turbosoplante, el coste total de impulsión del gas contaminado, por medio de aire, puede ser sustancialmente menor que el de la impulsión directa con vapor, a pesar de la necesidad de adquirir y mantener un equipo adicional. Como ejemplo, se ha determinado que donde se necesitaban 0,06 kg de vapor para impulsar cada kilogramo de gas, usando el vapor directamente en un eyector bien proyectado y construido, podían obtenerse los mismos resultados de depuración y bombeo usando tan sólo 0,024 kg de vapor, aproximadamente, para impulsar la combinación de turbina de vapor y soplante indicada en la fig. 12. En algunas circunstancias industriales, puede disponerse de energía eléctrica más fácil o económicamente que

1 de vapor, como fuente primaria de impulsión. En este caso,
como se ilustra en la figura 13, puede resultar más eficaz
mover un soplante 54 por medio de un motor eléctrico 55 y
suministrar aire a presión al eyector 36. En otras circuns-
5 tancias, el procedimiento puede ser "controlado por bom-
beo", es decir, puede necesitarse más energía para la fun-
ción de bombeo que para la función depuradora. En este ca-
so, puede resultar más económico disponer unos ventiladores
o soplantes auxiliares que suministrar la energía adicional
10 de bombeo por medio del eyector. El aire que entre en uno
u otro de los soplantes 52 ó 54 puede ser aire ambiente o
gas de salida devuelto del tubo final 62 o de la chimenea
112.

Volviendo a la fig. 1, el chorro 56 que surge --
15 del eyector 36 toma contacto con el tubo mezclador 18 en -
la región circunferencial 58, conocida también como región
de "enganche". Como se ha explicado más arriba, el gas --
contaminado debe pasar a través del chorro y mezclarse con
éste, con el fin de pasar más allá del lugar axil corres-
20 pondiente a la región de "enganche". Así, más allá de la
región de "enganche" 58, las partículas de materia, sustan-
cialmente en su totalidad, habrán sido encapsuladas en pe-
queñas gotitas de agua, que también pueden contener los --
productos de reacción resultantes de la retirada o elimina-
25 ción de gases nocivos. Ahora bien, las pequeñas gotitas --
no tendrán necesariamente velocidades uniformes y, por lo
tanto, seguirán chocando o colisionando entre sí y con la
superficie interior del tubo mezclador, hasta formar un -
menor número de gotas más grandes. Como se expone en di-
30 cha patente de EE.UU. nº 3.852.409, cedida al mismo cesio

1 nario de la presente solicitud, el tubo mezclador estaba di
señado y construido de una longitud suficiente para que las
gotitas del tamaño existente al final del mismo pudiesen se
pararse del gas depurado, por medio de un separador de ci--
5 clón. Aun cuando el separador de ciclón es un medio efecti
vo de separar las gotitas de agua, constituye un componente
relativamente costoso del equipo e introduce en el sistema
una pérdida de carga apreciable, que suele estar comprendida
en el intervalo de 127 a 254 mm de columna de agua. El gas
10 to de funcionamiento de todo sistema depurador es función -
de las pérdidas de presión o de carga que puede haber impli
cadas en él. Así, si bien el sistema expuesto en la citada
patente de EE.UU. nº 3.852.409 representa un importante ade
lanto sobre los lavadores en húmedo, de gran consumo de - -
15 energía y que traen consigo pérdidas de carga del orden de
los 1016 mm de columna de agua o más, constituyendo las pér
didas de presión inherentes a un ciclón un factor limitati
vo del empleo de éste.

20 Conforme a la presente invención, se ha descubier
to cómo separar de un gas unas gotitas relativamente peque
ñas que contengan contaminantes, sin incurrir en las pérdi
das de presión o de carga inherentes a los separadores de -
ciclón de la técnica ya conocida. Según esta invención se
utiliza, en primer lugar, un difusor 60 (fig. 1) que comuni
25 ca con la salida del tubo mezclador 18 al cual va asegura--
do, como por medio de las bridas conjugadas 21 y 23. Por -
su extremo opuesto, el difusor 60 se abre y desemboca en un
tramo de tubo de cola o final 62. El difusor está ideado y
construido, de preferencia, con un ángulo de divergencia --
30 comprendido en el intervalo de 7º a 15º, y preferiblemente

1 de 10°, y con una razón o relación de áreas de salida a en-
trada suficiente para reducir la velocidad media de la mez-
cla desde unos 60 metros por segundo o más, a la entrada --
del difusor, hasta una velocidad comprendida de preferencia
5 en el intervalo de 3 a 6 metros por segundo. Esta reducción
de velocidad da por resultado un aumento o recuperación de
la presión, con arreglo a la ley de Bernoulli. Simultánea-
mente se aumenta el tiempo de permanencia del gas y las go-
titas de agua dentro del difusor, para así permitir la sepa-
10 ración por la acción de la gravedad y un aumento adicional
del tamaño de las gotitas por colisión. Para una unidad de
instalación que tenga una capacidad nominal de 454 kg de --
gas por minuto y utilice un tubo mezclador de 457 milímetros
de diámetro, conforme a la presente invención, se prefiere
15 un difusor cónico que tenga un semiángulo de 10°, un diáme-
tro de entrada de 457 mm, un diámetro de salida de 1438,3 -
mm y una longitud (medida a lo largo del eje) de 2782,5 -
mm.

Ahora bien, conforme a la presente invención se -
20 ha descubierto también que el simple empleo de un difusor -
de la manera usual no es tan eficaz como el empleo del tubo
mezclador alargado y el separador de ciclón de la citada pa-
tente de EE.UU. nº 3.852.409, porque hay tendencia a que al-
gunas de las gotitas sean transportadas y se vean arrastra-
25 das por el gas, antes de que éste salga del difusor. Por -
consiguiente, conforme a la presente invención se ha modifi-
cado el funcionamiento del difusor, incorporándole una sepa-
ración parcial de flujos de circulación de la mezcla de gas
y líquido a partir de una determinada región del difusor, -
30 con el resultado de que una separación notablemente eficaz del

1 -líquido respecto del gas se logra en el difusor solo.

5 La separación parcial de flujos se consigue intercalando una obstrucción junto a la entrada del difusor, con el fin de crear una región turbulenta de baja presión e inducir a la mezcla a separarse de una porción de la pared del difusor. Al mismo tiempo, la obstrucción sirve para reencaminar o volver a dirigir las gotitas de líquido hacia la porción de pared opuesta del difusor. En la fig. 1, dicha obstrucción está esquemáticamente representada en forma de una restricción por fluido 64 y un restrictor o estrangulador mecánico 66, situados ambos junto a la entrada del difusor 60. Como se describirá con mayor detalle más adelante, pueden usarse uno u otro de estos tipos de obstrucciones, o ambos, y pueden adoptar cualquiera de entre 10 varias formas preferidas. Asimismo puede variar la localización específica de los mismos, como se verá claramente en lo que sigue.

15 Una de las formas de medios separadores de flujos, que resulta eficaz para uso en la presente invención, es la ilustrada en las figuras 3A y 3B, y comprende una restricción por fluido 64 situada junto a la entrada del difusor 20 60 y, de preferencia, cerca de la extremidad de salida del tubo mezclador 18. La restricción 64 se forma colocando una tobera de fluido 68 en la pared del tubo mezclador 18, en la parte más alta del tubo mezclador cuando se use un tubo 25 mezclador horizontalmente orientado. De preferencia, la tobera de fluido 68 ha de formar la restricción 64 como cortina fluida de gotas de líquido relativamente grandes, tal como de agua u otro líquido acuoso, situada transversalmente al tubo mezclador y junto a la entrada del difusor. Esto 30

1 puede conseguirse, por ejemplo, mediante el uso de una tobe
ra 68 de surtidor en abanico de amplio ángulo. Si bien una
sola tobera es adecuada para uso en sistemas que tengan tu-
bos mezcladores de diámetro menor de aproximadamente 30 cen-
5 tímicos, en los sistemas en que se empleen tubos mezclado
res más grandes pueden ser convenientes dos o más toberas
simétricamente dispuestas en torno al centro del tubo mezcla
dor 18, como se ilustra en las figs. 5A y 5B. La interacción
entre la cortina de fluido 64 y la mezcla de gas y gotitas
10 de agua que fluye por el tubo mezclador abajo tenderá a des-
viar la cortina de fluido 64 dándole una forma parabólica -
en general y, simultáneamente, a desviar las gotitas de la
mezcla hacia la pared inferior del difusor. Además se indu-
cirán unas colisiones adicionales entre gotitas, lo que con-
15 tribuirá al desarrollo o crecimiento y aglomeración de las
gotitas. Como se ilustra en las figs. 4A y 4B, la tobera -
68 puede estar situada en la parte de entrada del difusor 60,
aunque su localización preferida es la representada en la -
fig. 3A.

20 Como se indica en las figs. 3B y 4B, la cortina -
de fluido 64 procedente de la tobera 68 no llena por comple-
to la sección recta transversal del tubo mezclador 18. Aun-
cuando esta forma de realización de los medios separadores
es eficaz para inducir un flujo parcial separado en el di-
25 fusor 60, no resulta plenamente efectiva para la función --
adicional de reencaminar o volver a dirigir el flujo de las
gotitas contenidas en la mezcla que circula por el tubo mez-
clador. En la variante o forma alternativa de realización
del dispositivo separador ilustrada en las figs. 6A y 6B, -
30 la tobera 68 está desplazada en sentido radial respecto del

1 centro del tubo mezclador 18, en una funda o caja de pro--
longación 70 que comunica con la periferia exterior del -
tubo mezclador 18. Con esta disposición, el surtidor en -
abanico que sale de la tobera 68 formará una cortina de --
5 fluido 64 sustancialmente uniforme a todo lo ancho del tu-
bo mezclador 18.

Conforme a la presente invención se ha realizado una serie de pruebas para determinar el efecto de la adi--
ción de una proyección de agua atomizada como cortina de -
10 fluido 64, del tipo que acaba de indicarse, con el fin de
efectuar la separación de flujos y la coalescencia de goti-
tas, y se han descubierto apreciables ventajas derivadas de
la adición de dicha agua. En estas pruebas no se utilizó
restringidor o estrangulador mecánico alguno. Por ejemplo,
15 en una operación realizada sin el uso de medios separadores
por agua, la carga de polvo de salida medida era de unos -
0,092 gramos por metro cúbico normal ($0,04 \text{ g/m}^3\text{N}$). Con la
adición de 0,4 kg de agua por cada kilogramo de gas, la --
carga de polvo a la salida decayó a unos $0,046 \text{ g/m}^3\text{N}$. En
20 general, las cargas de polvo mínimas a la salida aparecían
cuando se usaban cantidades de agua comprendidas en el in-
tervalo de 0,4 a 0,8 kg de agua por kilogramo de gas. En
otras pruebas se ha demostrado la importancia de colocar -
la cortina de fluido 64 cerca de la unión del tubo mezcla-
25 dor 18 con el difusor 60. Cuando se introdujo aproximada-
mente 0,5 kg de agua por cada kilogramo de gas, cerca del
extremo de salida del difusor 60, se midió una carga de pol-
vo de salida de 0,316 gramos por metro cúbico normal de --
gas de salida. Introduciendo sensiblemente la misma canti-
30 dad de agua pero cerca de la salida del tubo mezclador 18,

1 -la carga de polvo de salida medida decayó a aproximadamente
a 0,080 gramos por metro cúbico normal de gas de salida.

Ahora bien, la adición de la cortina de fluido 64
afecta a la capacidad de bombeo del aparato, por el hecho -
de que la capacidad de bombeo disminuye, para una entrada -
5 constante de energía, a medida que la restricción debida a
la cortina de fluido se hace mayor. De igual modo, la capa
cidad de bombeo disminuye a medida que el tiro aumenta, pa-
ra cada nivel de restricción por cortina de fluido. Estos -
10 dos hechos se ilustran por medio del grupo de datos expues-
to en la tabla 1 que sigue.

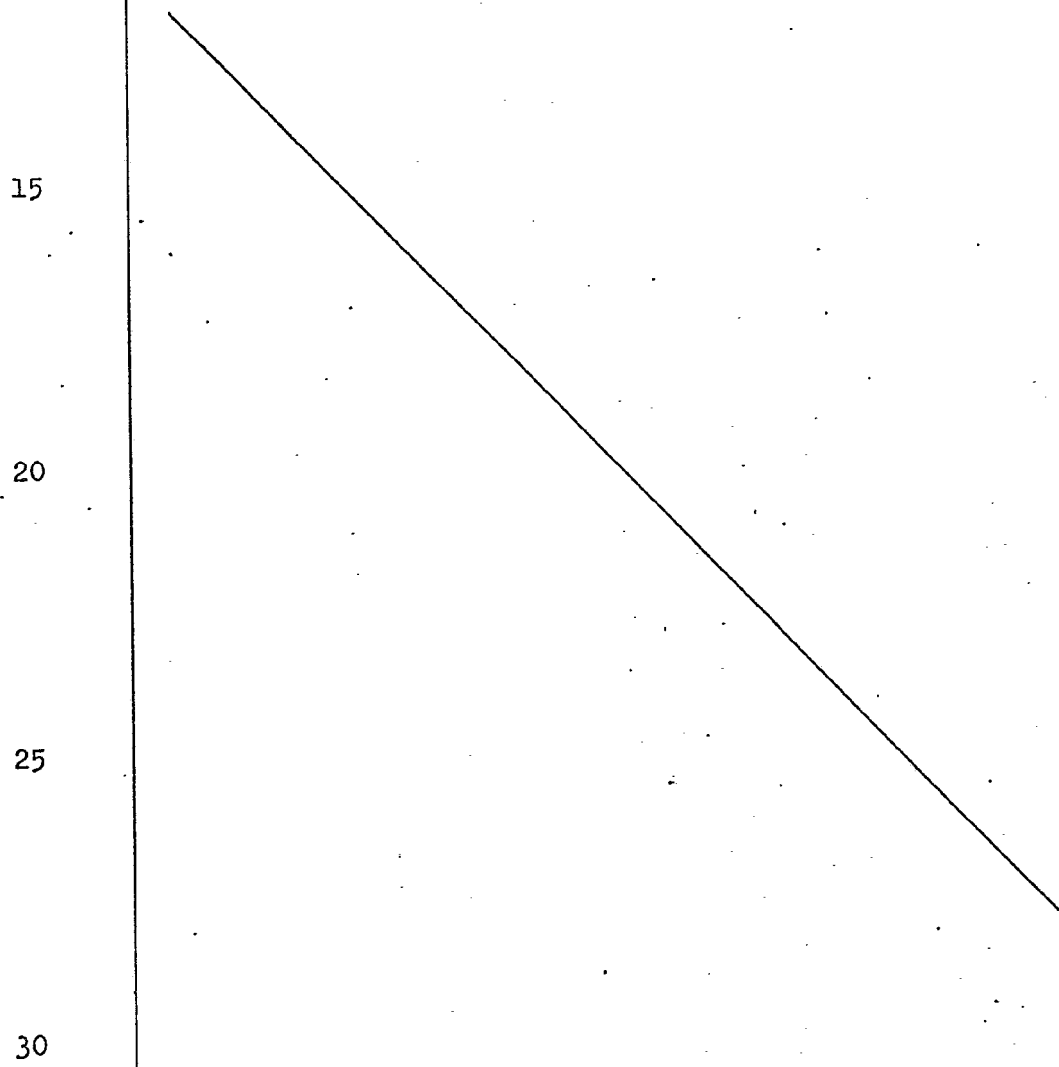


TABLA 1

EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN POR CORTINA DE FLUIDO SOBRE LA CAPA
CIDAD DE BOMBEO

Prueba nº	Gasto de vapor en eyector (kg/min)	Gas bombeado (kg/min)	α , vapor (kg vapor/ /kg gas)	Tiro (min col. agua)	Restricción de agua (kg/min)
105-1	3,170	47,17	0,067	0	0
-2	3,170	43,45	0,073	-51	0
-3	3,170	39,59	0,080	-102	0
-4	3,170	35,82	0,089	-152	0
-5	3,170	31,51	0,101	-203	0
-6	3,170	26,42	0,120	-254	0
106-1	3,170	46,63	0,068	0	6,35
-2	3,170	41,77	0,076	-51	6,35
-3	3,170	38,00	0,083	-102	6,35
-4	3,170	33,28	0,095	-152	6,35
-5	3,170	29,83	0,106	-203	6,35
-6	3,170	25,56	0,124	-254	6,35
107-1	3,170	42,63	0,074	0	17,25
-2	3,170	38,82	0,082	-51	17,25
-3	3,170	35,28	0,090	-102	17,25
-4	3,170	29,83	0,106	-152	17,25
-5	3,170	25,70	0,124	-203	17,25
-6	3,170	21,70	0,146	-254	17,25

1 Conforme a la presente invención se ha valorado
también el uso de un restrictor o estrangulador mecánico,
por sí solo, para inducir la separación de flujos en el di-
fusor. Uno de tales medios, que proporciona una restric-
5 ción fija, es el que se representa en las figs. 7A y 7B. -
Este dispositivo comprende una placa 72 de orificio que tie-
ne un borde cóncavo interior 73 curvado excéntrica o elíp-
ticamente respecto a la curvatura del tubo mezclador 18. -
La placa 72 puede estar montada convenientemente al extre-
10 mo del tubo mezclador 18, o bien entre las bridas 21 y 23
que unen el tubo mezclador 18 y el difusor 60. La placa -
72 de orificio está montada de modo que proporciona una --
obstrucción únicamente en la región superior del tubo mez-
clador 18 horizontalmente dispuesto. Otra forma de reali-
15 zación del separador es la que se ilustra en las figs. 8A y
8B. En este caso, los medios separadores comprenden una -
placa plana 74 dotada de un borde interno recto 75. La --
placa 74 está colocada en posición, con movimiento de vai-
vén, en una caja de empaquetadura 76 montada en la superfi-
20 cie exterior del tubo mezclador 18. La posición radial del
borde 75 de la placa 74 puede regularse por medio de un ci-
lindro hidráulico o neumático 78 o similar. Como se despren-
de de la fig. 8B, la placa 74 subtiende un segmento de la
sección recta transversal circular del tubo mezclador 18,
25 y crea una retropresión en el tubo mezclador. Al mismo --
tiempo se induce una región de baja presión por el lado de
aguas abajo de la placa 74, en unión de una zona turbulenta,
caracterizada por unas corrientes de remolino, entre la zo-
na de baja presión y el resto del difusor. Con el fin de
30 inducir la separación de flujos sin crear una retropresión

1 mayor de lo necesario, puede resultar beneficioso formar -
una placa 79, por lo demás idéntica a la placa 74 de las -
figs. 8A y 8B, dándole un borde inferior 80 arqueado como
se indica en las figs. 9A y 9B. En funcionamiento, la pla-
5 ca 74 de las figs. 8A y 8B o la placa 79 de las figs. 9A y
9B puede controlarse por medio del cilindro 78 de modo que
entre en el tubo mezclador 18 en una extensión suficiente
para crear la necesaria subida de presión o "retropresión"
requerida con el fin de hacer que el eyector "conecte" o -
10 "enganche" con el tubo mezclador 18. A continuación, la -
placa 74, o la 79, puede retirarse a una posición en la que
produzca un mínimo de retropresión compatible con una ade-
cuada separación del flujo.

Las formas de ejecución de separadores mecánicos
15 ilustradas en las figs. 7A, 8A y 9A . presentan todas una
obstrucción o restricción de flujo esencialmente normal a
la trayectoria de circulación de la mezcla de gas y agua a
través del tubo mezclador 18. Ahora bien, lo que se desea
es inducir una separación de las gotitas respecto de la mez-
20 cla en un punto anterior o adelantado y, por esta razón,
es útil habilitar medios para reencaminar o volver a diri-
gir el flujo de circulación de las gotitas de agua, con un
mínimo de consumo de energía. Esto puede conseguirse del
modo ilustrado en las figs. 10A, 10B y 10C, mediante el uso
25 de una placa separadora 82 montada en un eje 84 apoyado a
rotación para que tenga un movimiento oscilatorio en el tu-
bo mezclador 18. La posición de la placa separadora 82 pue-
de controlarse por medio de un brazo 86 que pueda bloquear-
se en una posición cualquiera deseada, por medio de un per-
30 no de bloqueo o retención 88 obligado a moverse en una hen-

1 didura arqueada 90 formada en la placa de bloqueo 92. Los
datos típicos de prueba para la placa que hace de separa--
dor mecánico, por sí sola, indican que un aumento desde --
20° a 30° en el ángulo de la placa reducía la carga de pol
5 vo de salida desde 0,158 hasta 0,096 gramos por metro cúb
co normal de gas de salida. Aunque, como se indica en la
fig. 10, la placa separadora se ajusta manualmente, es fá-
cil apreciar que la placa separadora 82 puede estar movida
por un cilindro de fluido similar al cilindro 78 representa
10 do en las figs. 8A y 9A. Además, tal cilindro de fluido pue
de activarse automáticamente en respuesta a una señal engen
drada por cualquiera de los parámetros del sistema, tales -
como el gasto o caudal de gas, o la presión o el tiro en -
cualquier punto del sistema.

15 En ciertos casos puede preferirse usar tanto los
medios separadores por fluido como los medios separadores
mecánicos, en combinación, puesto que cada uno de estos me--
dios contribuye a la separación de las gotitas que contienen
contaminantes, de manera ligeramente distinta pero complemen
20 taria. Así cualquiera de los separadores por fluido de las
figs. 3A a 6A puede combinarse con cualquiera de los separa
dores mecánicos de las figs. 7A...10A. Mediante el uso de
ambos dispositivos en combinación, es posible lograr un sis
sistema flexible de control, y pueden hacerse ajustes con -
25 el fin de obtener el mínimo consumo de energía y de materias
primas compatible con la tarea de depuración o limpieza que
se quiera efectuar. Tal combinación se representa en las -
figs. 10A, 10B y 10C, en las que se ha dibujado, en posición
ilustrativa, una tobera 68 de cualquiera de los tipos aquí
30 expuestos. Asimismo, como se indica en estas figuras, tanto

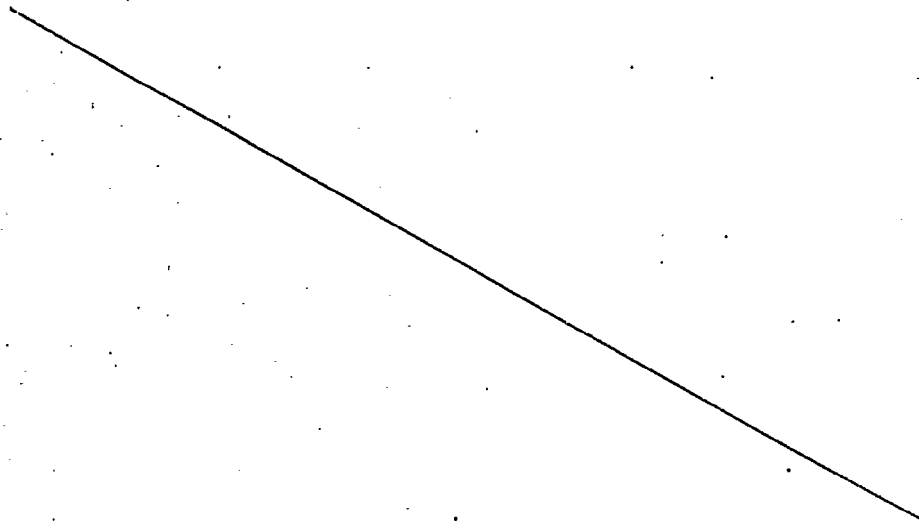
1 -los separadores por fluido y mecánico como el tubo mezclador pueden fabricarse como unidad independiente del codo reductor 16 y del difusor 60, con el fin de simplificar la construcción del equipo.

5 También se ha ensayado, conforme a esta invención, el efecto de modificar el ángulo de unos medios de separador mecánico mientras se mantiene una cortina de fluido -- constitutiva de unos medios separadores por fluido. Los datos ilustrativos de tales pruebas se contienen en las ta
10 blas 2 y 3 que siguen. Los datos de la tabla 2 ponen de manifiesto que, dentro de ciertos límites, es posible obtener una mejor depuración aumentando la magnitud de la restricción. Ahora bien, como lo demuestran los datos de las ta
15 blas 1 y 3, la capacidad de bombeo disminuye a medida que aumentan las restricciones mecánicas y por fluido, para -- una entrada constante de energía. Naturalmente, dentro de los límites del sistema, como se ilustra también en la ta
20 bla 3, un aumento de la energía de entrada se reflejará en un mayor bombeo, o un tiro más intenso.

20

25

30



1

TABLA 2

EFFECTO DE LA VARIACION EN LA RESTRICCIÓN MECANICA SOBRE LA
EMISION DE SALIDA

5

Prueba nº	Entrada al separador por fluido (kg agua - por kg de gas)	Angulo del separador mecánico (respecto a la hori- zontal)	α , vapor (kg vapor/ /kg gas)	Emisión de salida (g/m ³ N)
--------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	----------------------------------------------

10

100	0,244	0	0,145	0,085
99	0,246	15º	0,145	0,087
98	0,239	30º	0,139	0,071
96	0,247	45º	0,144	0,050
15	97	60º	0,143	0,050

20

25

30

TABLA 3

EFECTO DE LA VARIACION EN LA RESTRICCIÓN POR FLUIDO Y LA

ENERGÍA DE ENTRADA SOBRE LA CAPACIDAD DE BOMBEO

Prueba nº	Gasto de vapor del eyector (kg/min)	Gas bombeado (kg/min)	α , vapor (kg vapor/kg gas)	Tiro (min H ₂ O)	Posición del separador mecánico	Restricción por agua (kg/min)
109-1	3,170	39,3	0,081	0	30º	6,4
-2	3,170	36,0	0,088	-51	30º	6,4
-3	3,170	32,4	0,098	-102	30º	6,4
-4	3,170	28,2	0,112	-152	30º	6,4
-5	3,170	25,9	0,122	-203	30º	6,4
-6	3,170	22,0	0,144	-254	30º	6,4
108-1	3,170	37,0	0,086	0	30º	17,2
-2	3,170	33,6	0,094	-51	30º	17,2
-3	3,170	29,8	0,106	-102	30º	17,2
-4	3,170	28,1	0,113	-152	30º	17,2
-5	3,170	24,6	0,129	-203	30º	17,2
-6	3,170	21,9	0,144	-254	30º	17,2
110-6	4,283	51,5	0,083	0	30º	6,4
-5	4,283	48,6	0,088	-51	30º	6,4
-4	4,283	43,7	0,098	-102	30º	6,4
-3	4,283	41,2	0,104	-152	30º	6,4
-2	4,283	34,9	0,123	-203	30º	6,4
-1	4,283	32,0	0,134	-254	30º	6,4

TABLA 3

EFECTO DE LA VARIACION EN LA RESTRICCIÓN POR FLUIDO Y LA ENERGÍA DE BATE

Prueba n.º	Gasto de vapor del eyector (kg/min)	Gas bombeado (kg/min)	α , vapor (Kg vapor/Kg gas)	Tiro (min H ₂ O)
109-1	3,170	39,3	0,081	0
-2	3,170	36,0	0,088	- 51
-3	3,170	32,4	0,098	-102
-4	3,170	28,2	0,112	-152
-5	3,170	25,9	0,122	-203
-6	3,170	22,0	0,144	-254
108-1	3,170	37,0	0,086	0
-2	3,170	33,6	0,094	- 51
-3	3,170	29,8	0,106	-102
-4	3,170	28,1	0,113	-152
-5	3,170	24,6	0,129	-203
-6	3,170	21,9	0,144	-254
110-6	4,283	51,5	0,083	0
-5	4,283	48,6	0,088	- 51
-4	4,283	43,7	0,098	-102
-3	4,283	41,2	0,104	-152
-2	4,283	34,9	0,123	-203
-1	4,283	32,0	0,134	-254

TABLA 3

TIDIO Y LA

ENERGÍA DE ENTRADA SOBRE LA CAPACIDAD DE BOMBEO

vapor por/Kg gas)	Tiro (min H ₂ O)	Posición del separador mecánico	Restricción por agua (kg/min)
0,081	0	30º	6,4
0,088	- 51	30º	6,4
0,098	-102	30º	6,4
0,112	-152	30º	6,4
0,122	-203	30º	6,4
0,144	-254	30º	6,4
0,086	0	30º	17,2
0,094	- 51	30º	17,2
0,106	-102	30º	17,2
0,113	-152	30º	17,2
0,129	-203	30º	17,2
0,144	-254	30º	17,2
0,083	0	30º	6,4
0,088	- 51	30º	6,4
0,098	-102	30º	6,4
0,104	-152	30º	6,4
0,123	-203	30º	6,4
0,134	-254	30º	6,4

1 Si bien el trabajo realizado conforme a esta invención ha puesto de manifiesto que, dentro de cierto intervalo, tanto las restricciones por fluido como las mecánicas tienen por efecto llevar a un máximo el rendimiento de la operación de limpieza o depuración, por ejemplo, para 5 obtener los resultados de depuración deseados con un mínimo de gasto de energía, el equilibrio preciso de las dos restricciones depende del coste y la disponibilidad de agua en el lugar de emplazamiento del equipo, así como de la naturaleza del efluente de tratamiento que se esté controlando. 10 do.

Como más arriba se ha indicado, el aparato de esta invención hace uso de un eyector 36 de fluido compresible, que puede comprender un eyector de vapor o un eyector de aire u otro fluido compresible. La elección entre el 15 uso del vapor o del aire suele venir determinada por las características económicas totales de la instalación. En general, cuando el coste de vapor exceda de aproximadamente 23,40 pts. (0,34 dólares U.S.) por cada 1000 kg de vapor por minuto, estará indicado el uso del aire. La presión a la cual se suministre el aire al eyector 36 es asimismo -- 20 cuestión de elección, regulada por la economía. En general, un ventilador o soplante ideado para suministrar una cantidad dada de aire, en peso, a una presión aproximada de 2,1 kg/cm² manométricos, es mucho menos costoso de adquirir y 25 mantener que otro que funcione a presiones apreciablemente superiores. La necesidad de disponer de conductos más amplios para manejar el aire de menor presión puede, desde el punto de vista del coste y las necesidades de espacio, atenuar esta aparente ventaja. Naturalmente, cuando se use -- 30

1 aire, el aire expulsado por el eyector se suma o agrega al
 gas que se está tratando y, como el aire no es condensable,
 el quipo debe estar dimensionado de manera acorde. Como se
 5 ilustra en la tabla 4, para obtener el mismo resultado que
 puede obtenerse con el uso del vapor como fluido impulsor -
 (F.I.) se requieren aproximadamente de 1,7 a 2,0 veces más
 de aire, basándose en el peso.

TABLA 4

10 Prueba Nº	Fluido impulsor	, F.I. (Kg F.I./Kg gas)	∞ Tiro (min H ₂ O)	Emisión de salida (g/m ³ N)
184	Vapor	0,110	-152	0,069
183	Aire	0,250	-198	0,062
167	Vapor	0,106	-102	0,078
15 169	Aire	0,206	-84	0,085

Para dar acomodo a variaciones grandes en el flu
 jo o gasto de la corriente de gas contaminado, y asegurar un
 funcionamiento continuo del sistema, incluso durante perio-
 dos de mantenimiento o reparación, puede resultar convenien
 20 te disponer un sistema modular de modo que la corriente de
 gas pueda dividirse en cierto número de partes para su tra-
 tamiento. En este caso, el tamaño del módulo y el número -
 de módulos se eligen tratando de reducir al mínimo el coste
 de inversión o de capital del sistema total, al tiempo que
 25 se satisface la necesidad de un funcionamiento continuo. -
 Cuando se suministren varios módulos, y se necesite usar un
 número de ellos menor que el total, en un momento dado cual
 quiera, es conveniente poder cortar, mediante válvulas el -
 paso del gas contaminado, por los módulos que no estén tra-
 30 bajando. Esto puede conseguirse, conforme al presente inven

1 to, mediante una modificación apropiada de los medios sepa-
radores mecánicos, como se ilustra, por ejemplo, en las --
figs. 11A y 11B que representan uno de estos módulos. En
las figuras 11A y 11B hay un tubo mezclador 218, por lo --
5 demás similar al tubo mezclador 18, que puede modificarse
mediante la incorporación de un tramo de transición 94 si-
tuado, de preferencia, más allá de la región 58 de "engan-
che" y por medio del cual se cambia la sección recta trans-
versal, de la forma circular que tiene en la región de "en-
10 ganche" 58 a una forma rectangular 100. La placa separado-
ra 96 puede entonces ser también rectangular y estar monta-
da a pivotamiento con movimiento oscilatorio en torno a un
eje 98 apoyado para girar en las paredes de la porción rec-
tangular del tubo mezclador, a continuación del tramo de --
15 transición 94. La placa separadora 96 se hace de una lon-
gitud, desde el eje 98 al borde inferior 99, lo bastante --
grande para que, al girar y ponerse en la posición vertical,
el borde inferior 99 haga cierre hermético contra la pared
inferior de la porción rectangular 100. La placa 96, pues,
20 funciona a modo de registro impidiendo el paso de gas por
el sistema. Para obtener una completa flexibilidad de fun-
cionamiento, en unión de una forma de construcción sencilla,
pueden usarse también unos medios separadores por fluido, y
combinarse el tramo de transición 94 y los medios separado-
res mecánicos y por fluido en una unidad similar a la repre-
25 sentada en las figs. 10A... 10C.

Cuando el tubo mezclador 18 termina en una sección
recta transversal rectangular como la representada en la --
fig. 11, es conveniente usar un difusor 260 cuya sección --
30 recta sea también rectangular, para mayor facilidad de fa-

1 bricación y sencillez de proyecto. Estas últimas ventajas
del difusor rectangular aumentan con el tamaño del difusor.

5 Volviendo a la fig. 1, el difusor 60 comunica --
con un tramo de tubo final 62, generalmente de mayor sec--
ción recta transversal que el extremo de salida del difu--
sor 60. En general, el tramo de tubo de cola o final 62 -
será de igual forma que el extremo de salida del difusor -
60: esto es, puede ser redondo, elíptico o rectangular, y
terminará en una placa extrema plana 102. Para simplificar
10 la limpieza y la inspección, en la placa extrema 102 puede
colocarse una puerta 104. Dentro de la parte inferior del
tramo de tubo final 62 puede colocarse una placa deflecto-
ra 106 angularmente dispuesta, separada tanto de la pared
inferior 108 como de la placa extrema 102 del tramo de tu-
bo final. La placa deflector 106 está ideada para formar,
15 con las paredes del tubo final, un conducto para el paso -
de la suspensión que comprende el agua contaminada separa-
da de la mezcla de gas y agua que entró en el difusor. La
suspensión sale del sistema a través de un desagüe 110. La
20 placa deflector 106 sirve también para inhibir el rearras-
tre del agua separada en el gas limpio. Naturalmente, to-
da agua adicional que pueda separarse de la corriente de -
gas dentro del tubo final 62 fluye hacia atrás, a lo largo
del deflector 106, hasta la pared posterior 102 del tubo -
final, y de aquí al desagüe 110.

25 El gas limpio sale del tubo final 62 por una chi-
menea 112 que comunica con la parte superior del tubo fi-
nal 62. De preferencia, la chimenea 112 está provista de
un deflector 114 dirigido hacia abajo, en su lado de aguas
30 arriba, para prevenir el transporte, al otro lado, de las

1 gotitas que puedan no haberse desviado todavía a las regio-
nes inferiores del difusor 60 y del tubo final 62. La chi-
menea 112 puede ser de una altura cualquiera conveniente, -
puesto que no se necesita con fines de tiro ni de disper-
5 sión de gases malolientes. Ahora bien, si se dispone de --
una chimenea, ésta puede ventajosamente proporcionar tiro -
en el sistema y, con ello, reducir la carga de bombeo en el
eyector. De hecho, es generalmente conveniente habilitar -
por lo menos una chimenea de poca altura para impedir que -
10 entren materias extrañas, por accidente, en el tubo final o
en el difusor.

La fig. 14 ilustra, a escala algo ampliada y de -
modo esquemático, la naturaleza del flujo de circulación --
que, según se cree, tiene lugar dentro del difusor 60 con-
15 forme a la presente invención. Con fines ilustrativos se -
representan tanto los medios separadores por fluido 64 (con
su tobera 68 asociada) como los medios separadores mecáni-
cos 66, aun cuando, como se apreciará, podría usarse uno so
lo de estos dispositivos.

20 La mezcla 116 de gas y gotitas de agua que contie-
nen contaminantes y que se hace pasar por el tubo mezclador
18 se encuentra primero con los medios separadores por flui-
do 64 que, de preferencia, comprenden una cortina de gotitas
de agua formada por una o varias toberas de atomización 68
25 situadas en la pared del tubo mezclador. Según se cree, la
reacción de la mezcla 116 de gas y gotitas de agua sobre la
cortina de fluido 64 tiende a desviar la cortina de fluido
lateralmente (como se indica en la fig. 14), y simultánea-
mente empieza a desviar las gotitas de agua hacia abajo --
30 apartándolas de la mezcla 116. Los medios mecánicos 66 de

1 -separación producen un efecto similar. Como consecuencia,
las gotitas 118 tienden a hacerse cada vez más grandes y -
reducirse en número, debido a colisión mutua entre ellas y
con la pared del difusor 60. A lo largo de la pared infe--
5 rior del difusor 60 se forma una corriente 120 de agua que
contiene contaminantes.

Aguas abajo de los medios separadores por fluido
o mecánicos, 64 o 66, se forma una región de baja presión
122 a medida que la mezcla 116 se ve forzada, por los me--
10 dios separadores, a separarse de la porción superior (indi
cada en la fig. 14) del difusor 60. Según se cree, en la
porción superior del difusor 60 existe en general una re--
gión de menor presión, caracterizada por un flujo inverso
de gas que va desde la extremidad de salida del difusor ha
15 cia la región de menor presión 122 de la porción superior
de la extremidad de entrada. Como el flujo principal de -
gas circula hacia la salida del difusor, se cree que, den
tro de la región superior del difusor, se forma una serie
de remolinos 124 que se desplazan en migración hacia la ex
20 tremidad de entrada del difusor. Se cree asimismo que las
pequeñas gotitas aún no separadas de la mezcla 116 ni reen
caminadas por los medios separadores son así devueltas ha
cia la extremidad de entrada del difusor. El prolongado -
tiempo de permanencia de tales gotitas dentro del difusor
25 da oportunidad para ulterior crecimiento o desarrollo por
impacto, condensación o coalescencia hasta que las gotitas
se hacen lo bastante grandes para separarse del gas. Para
que el difusor funcione con eficacia separando del gas las
gotitas cargadas de contaminante, el difusor ha de tener -
30 un semiángulo comprendido en general entre 7° y 15°, y ser

1 de un diseño tal que, sin la adición de los medios separa-
dores especiales 64 o 66, funcione sin separación de flu-
jo. Conforme a la presente invención se ha visto que un -
difusor de 10^o resulta satisfactorio a este fin. La longi-
tud del difusor ha de ser suficiente para decelerar la co-
rriente de gas hasta el punto en que el transporte de go-
titas al otro lado se reduzca al mínimo. Asimismo se ha -
visto, conforme a la invención, que para este fin es apro-
piada una velocidad media del gas comprendida en el inter-
valo de 3 a 6 metros por segundo, en la extremidad de sali-
da del difusor.

Usando el difusor abierto 60 de la fig. 14, con-
forme a esta invención, se puede llegar a obtener una sus-
tancial recuperación de presión dentro del difusor, de mo-
do que la presión de salida oscile entre 0 y -25 mm de - -
agua. Disponiendo un deflector 114 (véase la fig. 1) en -
el tubo final 62, junto a la salida o chimenea 112, la pre-
sión de salida aumentará ligeramente (por ejemplo, hasta -
llegar al intervalo de 13 a 0 mm de columna de agua), pero
la velocidad de salida admisible del gas puede aumentarse
sin que se produzca ningún aumento sustancial en el trans-
porte o arrastre de gotitas al otro lado. Así, la adición
del deflector 114 permite hacer funcionar un sistema parti-
cular en un mayor intervalo de variación de los caudales o
gastos de gas, o bien mejorar la depuración para un caudal
igual al de proyecto.

Como se ha hecho notar más arriba, es conveniente
disponer un sistema modular de modo que se puedan manejar
diversos gastos o caudales de gas contaminado, así como per-
mitir el mantenimiento sin interrupción del proceso de tra-

1 -tamiento. La fig. 15 ilustra una disposición de seis módu
los del tipo representado en la fig. 1, conectados a una -
chimenea 130 ya existente. En este caso, la chimenea exis
5 tente 130 es de un tamaño suficiente para evitar la necesi
dad de un tubo final o de cola. La suspensión que escurra
desde los diversos difusores 60 se retira de la base de la
chimenea 130 por medio de un desagüe 132.

Quando para una instalación dada se necesite un
número de módulos relativamente grande, puede resultar im-
10 prácticable disponer los módulos radialmente en torno a --
una chimenea existente. En tal situación puede ser más --
factible una disposición como la representada en la fig. -
16. Los módulos, del tipo representado en la fig. 1, es--
tán dispuestos aquí en dos columnas paralelas que alimentan
15 lados opuestos de un múltiple 134, el cual, a su vez, comu-
nica con la chimenea 130. En esta disposición, el múltiple
134 desempeña la función del tubo final 62. Como se observa
rá, la disposición en paralelo proporciona unos medios con-
venientes de usar sistemas de alimentación o suministro --
20 210, 230, 228 y 268 del tipo de múltiple, para el suminis--
tro de gas contaminado, aire o vapor y agua, respectivamen-
te, al sistema. El sistema de múltiple 228 suministra agua
a las toberas A de eyector-inyector (fig. 1), mientras el -
sistema de múltiple 268 suministra agua a las toberas 68 de
25 restrictor por fluido (fig. 1). Como se apreciará de modo
evidente, es posible ensamblar casi cualquier número de --
unidades modulares en un sistema, como el indicado en la -
fig. 16.

Aun cuando el aparato de la presente invención se
30 ha descrito principalmente en relación con un aparato dis--

1 - puesto horizontalmente, el tubo mezclador y el difusor pueden disponerse también verticalmente, según lo representado en la fig. 17. En esta orientación, la mezcla de gas y gotitas de agua se mueve bajando verticalmente por un tubo mezclador 18' y pasando horizontalmente de un lado a otro de unos medios separadores por fluido 64' alimentados por la tobera de agua 68'. Las gotitas de agua que haya en la mezcla son obligadas, por los medios separadores 64' por fluido, a apartarse de la porción de pared derecha 138 de un difusor 60'. El separador mecánico 66' produce una deflexión o desviación adicional de las gotitas. Junto a la pared inclinada 138, justo debajo del separador mecánico 66', aparece una región 222 de baja presión, igual a la región 122 de la fig. 14. El gas que fluye hacia abajo se ve obligado a hacer dos giros o codos de 90°, pasando de un lado a otro de unos deflectores 140 y 142 dispuestos en un recinto 143', antes de llegar a la chimenea 144. Debido a la mayor área de sección recta transversal del difusor 60', la mezcla se decelera hasta una velocidad comprendida en el intervalo de 3 a 6 metros por segundo. A estas velocidades es difícil que las gotitas de agua sigan arrastradas en el flujo de gas, o lleguen a irse de nuevo arrastradas en él. Por esta razón, las gotitas de agua caerán al fondo inclinado 146 del recinto 143 y, con el resto de la suspensión, saldrán del sistema por el desagüe 148.

La fig. 18 ilustra esquemáticamente una disposición de cuatro módulos de lavado verticalmente orientados, que pueden ser idénticos al representado en la fig. 17, conectados en múltiple a una chimenea 145 que sube desde un múltiple 147, el cual puede ser de sección recta cuadrada -

1 o rectangular. En la fig. 18, el nivel del suelo es el in-
dicado por la letra a, de modo que los módulos son esencial-
mente subterráneos. Como la fuente principal de ruido en
5 cada uno de los módulos se deriva del chorro supersónico -
contenido en el codo 16' y el tubo mezclador 18', el hecho
de que el tubo mezclador 18' esté por debajo del nivel del
terreno dará por resultado un amortiguamiento sustancial -
del ruido. Naturalmente, no es preciso instalar el siste-
ma por bajo del nivel del suelo, y las líneas de trazo y -
10 punto b, c y d sugieren diferentes niveles de suelo o terre-
no que pueden ser preferidos.

En los diversos sistemas a base de múltiple repre-
sentados en las figs. 15, 16 y 18, los tubos mezcladores -
18 ó 18' y los difusores 60 ó 60' se han representado de -
15 sección recta circular, para así relacionar más fácilmente
las estructuras con la fig. 1. Ahora bien, como se ha he-
cho notar más arriba, al describir las figs. 11A y 11B, es
con frecuencia muy conveniente poder cerrar el paso por uno
o más de los módulos dispuestos en múltiple, por cualquie-
20 ra de entre varias razones. Si bien esto puede disponerse
de cualquier modo conveniente, la variante representada en
las citadas figs. 11A y 11B ofrece la ventaja de combinar
la función de un separador mecánico con la de un registro.
Así, la variante ilustrada en las figs. 11A y 11B puede --
25 adaptarse a cualquiera de las figs. 15, 16 ó 18, y en este
caso los tubos mezcladores tendrán unas zonas de transición
desde la sección circular a la cuadrada, como el tubo mez-
clador 218 de las figs. 11A y 11B, y los difusores pueden
ser de sección recta transversal cuadrada como allí se in-
30 dica. Además, el múltiple 134 de la fig. 16 puede ser de

1 - sección cuadrada o rectangular si así se prefiere, en tan-
to que el múltiple cuadrado o rectangular 147 de la fig. -
18 puede ser de sección circular, si así se prefiere.

Las patentes de EE.UU. núms. 3.852.408 y - - -
5 3.852.409 enseñan cómo se pueden eliminar gases contaminan-
tes, tales como el dióxido de azufre, mediante adición de
un reactivo químico básico apropiado al agua introducida -
por las toberas de inyector 46 en el chorro 56 que surge -
de la tobera de eyector 36 (fig. 1). En ciertas circuns-
10 tancias, el reactivo químico preferido para la eliminación
del dióxido de azufre es el amoníaco, sea en forma de gas,
sea en la de solución concentrada de hidróxido. Cuando se
use el amoníaco gaseoso, éste puede inyectarse en el con-
ducto 10 de gas contaminado, por delante del dispositivo -
15 de eyector-inyector. En cambio, la solución de hidróxido
amónico líquido puede introducirse en la tubería de agua -
28, por delante del múltiple 38 de inyectores.

La invención arriba descrita se viene dirigiendo
principalmente al tratamiento de corrientes de efluente de
20 gas contaminado que pueden provenir de distintos procedi-
miento de tratamiento. Ahora bien, como se ha hecho notar
más arriba, pueden llegar a producirse condiciones ecológi-
cas en las que el aire ambiente contenga un nivel de conta-
minante gaseoso o subdividido en partículas incompatible --
25 con ciertos procedimientos o equipos de tratamiento. Por
ejemplo, cuando se desee introducir aire ambiente en soplan-
tes o compresores, las materias subdivididas en partículas
o el dióxido de azufre, incluso en proporciones relativa-
mente pequeñas, pueden dar lugar a graves problemas de ero-
30 sión o de corrosión. Dentro del compresor, el aire que se

1 - esté comprimiendo puede alcanzar el punto de rocío y permi
tir la formación de ácido sulfúrico. De producirse esta -
condición, puede hacerse necesario el uso de costosos mate
riales resistentes a la corrosión para el compresor y las
5 porciones siguientes del equipo de tratamiento. En cuanto
a las partículas, aunque pueden usarse filtros de distintos
tipos para capturar la mayor parte de ellas, las pérdidas
de carga que se ocasionan en estos filtros pueden ascender
a varios centímetros de columna de agua y, por tanto, re--
10 presentar un sustancial consumo de energía. Es más, hasta
ahora no ha habido medio práctico de eliminar contaminantes,
tales como el dióxido de azufre en pequeñas cantidades, del
aire ambiente.

La presente invención se adecua admirablemente al
15 preacondicionamiento del aire ambiente para uso en un com-
presor o en otro procedimiento de tratamiento. La fig. 19
ilustra tal aplicación. El aparato de la fig. 19 comprende
un conducto de entrada 10, un codo reductor 16, un tubo mez
clador 18, el difusor 60 y el tubo final 62 (todos ellos si
20 milares a los elementos correspondientes de la fig. 1) en -
comunicación con un conducto de entrada 150 de un soplante
o un compresor usual 152 que tiene una salida 154. De la -
salida 154 del compresor puede tomarse aire de alta presión,
por una tubería de aire 156, y ser llevado a una válvula re
25 guladora de presión 158 adecuada que comunica con la tubería
de aire 30 y la tobera 36 de eyector de aire. Si el aire -
ambiente contiene un contaminante gaseoso ácido, tal como -
el dióxido de azufre, puede disponerse un depósito 160 de -
recirculación de líquido con una solución acuosa 162 que --
30 contenga hidróxido de sodio, amoníaco u otro reactivo alca-

1 lino apropiado. El líquido se extrae del depósito 160, a
través de una tubería de líquido 164, una válvula 166 y un
filtro 168, por medio de una bomba 170. De convenir así,
5 pueden disponerse una derivación regulada 172 y un regula-
dor de gasto de líquido 174 para controlar el funcionamien-
to de la bomba 170. El reactivo alcalino acuoso 162 se di-
rige luego a las toberas de inyector 46 (véase la figura -
1) a través de la tubería de agua 28. Si se desea utilizar
unos medios separadores por fluido 64, la tobera o las to-
10 beras de atomización 68 pueden estar conectadas a la sali-
da de la bomba 170 antes del regulador 174 de gasto de lí-
quido, por medio de una tubería de líquido 176 y de una --
válvula reguladora apropiada 178. También pueden usarse --
unos medios separadores mecánicos 66 adecuados. La suspen-
15 sión procedente del tubo final 62 es devuelta al depósito
160 de recirculación de líquido, a través de la salida de
desagüe 110 y la tubería de desagüe 180. Al depósito 160
de recirculación de líquido pueden añadirse reactivo --
químico y líquido de relleno o reposición por medio de una
20 tubería de relleno 182.

Como el aire ambiente contiene normalmente unos
niveles relativamente bajos de contaminantes gaseosos y en
partículas, un sistema de recirculación como el descrito es
capaz de funcionar durante sustanciales períodos o interva-
25 los de tiempo antes de que se haga necesario limpiar de lo-
dos el depósito 160 o sustituir el reactivo químico. Si -
bien, tal como se ilustra en la fig. 19, se utiliza un --
eyector de aire conectado a la salida del compresor, es fá-
cil apreciar que como fluido impulsor podría usarse aire --
30 procedente de cualquier fuente de suministro comercial, o

1 bien vapor u otro fluido compresible.

5 Durante el desarrolló de la presente invención, se ha considerado el efecto de las principales variables que controlan la eliminación de materia subdividida en --
partículas y el bombeo de gas contaminado a través de un sistema depurador. Respecto a la función depuradora, las principales variables parecen ser la composición del polvo (esto es, la humectabilidad y la densidad), el tamaño de partículas, la carga de gramos del gas contaminado, el con-
10 tenido de humedad y la temperatura del gas de salida, y la presión del fluido impulsor. Los análisis efectuados conforme a la presente invención indican que el efecto ponderado de estas variables de depuración es el que se indica en la tabla 5 siguiente:

15

TABLA 5

EFFECTO PONDERADO DE LAS VARIABLES DE LIMPIEZA PERTINENTES

<u>Parámetro</u>	<u>% efecto ponderado</u>
1- Composición del polvo:	
a) Humectabilidad	38
b) Densidad	12
2- Tamaño de partículas	29
3- Carga de gramos	8
4- Humedad y temperatura	8
5- Presión del fluido impulsor	5

25

30

Las principales variables que afectan a la capacidad de bombeo del aparato de la presente invención parecen ser el tiro requerido, el contenido de humedad y la temperatura de la corriente de gas contaminado, y la presión del fluido impulsor. Como se apreciará, algunas de estas variables afectan a las funciones tanto de limpieza

1 o depuración como de bombeo, en tanto que otras afectan sólo a una de estas funciones. El efecto ponderado de las variables de bombeo es el que se indica en la siguiente -- tabla 6:

5

TABLA 6

EFFECTO PONDERADO DE LAS VARIABLES DE BOMBEO PERTINENTES

<u>Parámetro</u>	<u>% efecto ponderado</u>
1- Tiro	50
2- Contenido de humedad y tempera	
10 tura	40
3- Presión del fluido impulsor	10

15

El análisis, según la invención, de las variables arriba indicadas se efectuó con el auxilio de un modelo matemático y fué confirmado por cierto número de ensayos -- efectuados con procedimientos reales y efectivos de trata-- miento en los que intervenían distintas condiciones operati-- vas. Con base en los resultados de los análisis y ensayos, se ha deducido un grupo de curvas que relacionan la energía de entrada, expresada en kilogramos de vapor o aire requeri-- do por kilogramo de gas a tratar, con la emisión en gramos de partículas por metro cúbico normal de aire limpio o de-- purado, a la salida del sistema. Estas curvas tipo son las que se indican en las figs. 20 a 25 inclusive.

20

25

La fig. 20 ilustra el efecto de la humectabilidad de las partículas, en una escala arbitraria de graduación -- de 0 a 5, sobre el nivel de emisión a la salida del gas que se está tratando. Esta figura pone de manifiesto que la hu-- mectabilidad es un factor de gran influencia en el comporta-- miento del sistema depurador, y demuestra la importancia de una información precisa concerniente a la naturaleza de las

30

1 -partículas que se vayan a eliminar o separar del gas conta
minado. La fig. 20 explica también por qué un sistema pue
de funcionar o comportarse de distinta manera en procesos
de tratamiento diferentes. Ahora bien, como el aparato de
5 esta invención incluye una componente de acción de mezcla
y puesta en contacto de gran eficacia (véanse las figs. 1
y 2), se pueden manipular con él sustancias incluso extre-
madamente difíciles de mojar, tales como el negro de humo
y la sílice, mediante un aumento apropiado en la energía -
10 de entrada.

La fig. 21 ilustra el efecto de la densidad de
las partículas sobre el nivel de emisión de salida del gas
que se está tratando. Esta figura pone de manifiesto que
las partículas densas se eliminan más fácilmente que las -
15 partículas ligeras, aunque el efecto de la densidad no es
tan pronunciado como el de la humectabilidad de las parti-
culas.

La fig. 22 muestra el efecto del tamaño de las -
partículas (en micras) sobre el nivel de emisión de salida
20 del gas que se está tratando. El efecto del tamaño de las
partículas es intermedio entre el de la humectabilidad y -
el de la densidad, pero es de importancia apreciable. Co-
mo se ha indicado más arriba, en elequipo de esta invención
las partículas se encapsulan en unas gotitas de agua cuyo
25 tamaño se hace aumentar a continuación hasta el punto de -
poder retirarlas o eliminarlas fácilmente mediante aplica-
ción del principio de separación de flujos. Como consecuen-
cia de la eficaz componente de acción de mezcla y toma de
contacto del aparato de esta invención, es posible humec-
30 tar y capturar partículas extremadamente finas por medio -

1 de gotitas de fluido, siempre y cuando se suministre la --
energía adecuada. Es rasgo característico del presente --
sistema el de que las necesidades de energía aumentan de --
modo sustancialmente uniforme al disminuir el tamaño de --
5 las partículas. Esta característica distingue el sistema
de la presente invención de otros sistemas de lavado en -
húmedo como los arriba descritos, en los cuales las necesi-
dades de energía aumentan de manera no uniforme, y en los
que no es posible capturar con eficacia las partículas de
10 tamaño inferior a la micra.

La fig. 23 pone de manifiesto el efecto de la --
carga de partículas sobre el nivel de emisión de salida del
gas que se esté tratando. Este efecto es sorprendentemen-
te limitado en el sistema de la presente invención, y ello
15 sirve también para distinguir el sistema de esta invención
respecto de los sistemas de lavado de la técnica ya conoci-
da, a que más arriba se ha hecho referencia. Aquí también
con todo, es posible compensar las variaciones en la car-
ga de partículas por medio de un control del nivel de ener-
gía de entrada.
20

La fig. 24 indica el efecto de la temperatura --
del gas de salida sobre el nivel de emisión de salida del
gas que se está tratando. En esta figura se pone de mani-
fiesto la ventaja que puede obtenerse, en consumo de ener-
gía, mediante la acción de reducir la temperatura de sali-
da. Como se apreciará, cuando se use aire como fluido im-
pulsor, en lugar de vapor, las temperaturas de trabajo se-
rán sustancialmente más bajas, aun cuando el volumen total
de gas que pase por el sistema sea mayor. Otra ventaja --
25 atribuible a la menor temperatura resultante del empleo -
30

1 del aire como fluido impulsor aparece en lo reducido de la
tendencia a formar un penacho visible. Finalmente, como
se apreciará, cuando se utilice el aire (u otro fluido ga-
seoso) como medio impulsor, habrá un efecto de dilución en
5 el nivel de emisión de salida, medido respecto a unidades
de volumen.

La fig. 25 ilustra el efecto de la presión del -
fluido impulsor en el nivel de emisión del gas que se está
tratando. Esta figura pone de manifiesto que en la presión
10 del fluido impulsor pueden hacerse variaciones relativamen-
te amplias y, al mismo tiempo, que se requiere menos fluido
impulsor cuando se usan presiones más altas. La elección,
tanto del fluido impulsor como de la presión de trabajo, -
puede así depender del coste relativo y la disponibilidad
15 de cada tipo de fluido impulsor. Así, por ejemplo, en una
central productora de energía puede disponerse de vapor re-
sidual de baja presión, o bien puede haber un exceso de ca-
pacidad de soplantes o ventiladores que proporcione un su-
ministro económico de aire de baja presión. Por otra par-
20 te, puede disponerse de energía eléctrica o de turbinas de
vapor de alta presión para accionar unos soplantes que pro-
porcionen aire de baja presión. En cada caso, la decisión
en cuanto al tipo de fluido impulsor y a la presión del mis-
mo puede basarse en las circunstancias de la instalación -
25 propuesta.

En la fig. 26 se ilustra una forma de realización
del presente invento en la cual se usa una parte del propio
gas efluente contaminado, como fluido compresible, para for-
mar el chorro de eyector con el fin de impulsar al resto del
30 gas contaminado entrante, haciéndole pasar por el tubo mez-

1 mezclador. El aparato aquí representado es, por lo demás, --
idéntico al descrito en lo que antecede en relación con --
las figuras 1, 2 y 16, y pueden usarse, solas o en combina
5 ción como más arriba se ha explicado, las diversas formas
de medios de restricción mecánicos y por fluido para la se
paración de flujos en los medios de difusor arriba descri-
tos. Por conveniencia y para evitar repeticiones en la des
cripción, los números de referencia de la fig. 26 que se --
aplican a partes idénticas a las de la fig. 1 son los mis-
10 mos que en la fig. 1, pero precedidos del dígito 3. En la
descripción de la fig. 26 se usarán sólo unos cuantos de es
tos números de referencia.

En la fig. 26, el gas de efluente contaminado entra por el conducto 310 y pasa por el codo 316 hasta el tubo
15 mezclador 318, y desde el tubo mezclador 318 entra en los --
medios de difusor 360. Pueden usarse uno u otro, de los me
dios de restricción por fluido 364 y el restrictor mecánico
366, o ambos, para desviar la mezcla de gas y gotitas de --
fluido depurador apartándola de la porción de superficie di
20 vergente interna superior (vista en la fig. 26) de los me--
dios de difusor 360 y enviándola hacia la porción de super
ficie divergente interna opuesta, para la separación de las
gotitas de agua respecto del gas limpio o depurado, todo --
ello como se describe más arriba en relación con las figs.
25 1, 2 y 16.

En la fig. 26, la tobera de eyector 336 está co--
nectada, por medio de una tubería 370, con un soplante 372
cuya entrada de admisión va conectada, por medio de una tu
bería 374, con el interior del conducto de gas 310. El so
30 plante 372 puede estar movido por una turbina o un motor --

1 eléctrico, según se representa en las figs. 12 y 13 respec-
tivamente. En esta forma de la presente invención, una por-
ción del gas de efluente contaminado se aspira por medio --
del soplante 372 y se descarga a través de la tobera 336 en
5 forma de chorro 356 que sirve de eyector de igual manera --
que en las formas de ejecución de eyector de aire arriba --
descritas. El inyector 338 de agua u otro fluido depurador
puede ser de la forma representada en la fig. 2 y, por tan-
to, rodea la extremidad de salida de la tobera de eyector -
10 336. El agua o fluido depurador se suministra, por medio -
de una tubería 328 controlada por una válvula de mariposa -
332, al inyector 338, desde donde es inyectada, en forma --
atomizada, en las regiones exteriores del chorro 356. Las
operaciones de bombeo, encapsulamiento de partículas, desa-
15 rrollo o crecimiento de las gotitas y separación en los me-
dios de difusor 360 son todas iguales a las descritas ante-
riormente en relación con los diferentes dispositivos, im-
pulsados por eyector, que llevan incorporada la presente in-
vención. El comportamiento en trabajo de esta forma de eje-
20 cución del invento es sustancialmente idéntico al consegui-
do con las formas de eyector de aire descritas en relación
con las figs. 12 y 13.

En la fig. 27 se representa otra variante de apa-
rato que lleva incorporada la presente invención, en el que
25 con la totalidad del gas de afluente contaminado se forma -
un chorro, que se dirige a los medios de tubo mezclador en
forma de chorro libre, sin flujo de gas secundario. El agua
u otro fluido depurador se inyecta y atomiza en las regiones
exteriores de este chorro al salir éste de la tobera en la
30 que se forma el chorro. El chorro está formado, y la mezcla

1 - de gas y agua está impulsada a través del tubo mezclador,
por un ventilador o soplante. Salvo en estas diferencias
anotadas, la estructura representada en la figura 27 es --
idéntica, a los fines ilustrativos, a la descrita anterior
5 mente en relación con las figs. 1, 2 y 16. Las partes de
la fig. 27 que son idénticas a las partes de estas últimas
figuras están designadas con los mismos números de referen
cia, precedidos del dígito 4. En la descripción que sigue
se hará referencia específica a sólo unos cuantos de los --
10 números de referencia indicados en la fig. 27.

En la fig. 27, el flujo entero de circulación de
gas efluente contaminado se conduce a través de un conduc-
to 470, por medio de un ventilador o soplante 472 y a tra-
vés de una zona de sección recta transversal decreciente,
15 hasta una tobera 474 que se extiende a través de una pared
o tabique 476 que, por lo demás, cierra una cámara 478. La
cámara 478, de preferencia, es de un diámetro, en su extre
midad cerrada, considerablemente mayor que el diámetro de
la tobera 474, y el diámetro de la cámara 478 va decrecien
20 do progresivamente hasta llegar al del tubo mezclador 418
en el punto de conexión de la cámara 478 con el tubo mezcla
dor 418.

El chorro 456 de fluido compresible, que aquí es
la totalidad del gas entrante contaminado, es así proyecta
do en forma de chorro libre desde la tobera 474 y a través
de la cámara 478 hasta el tubo mezclador 418. Al igual --
que sucede en todas las variantes o modificaciones arriba
descritas, el agua u otro fluido depurador se atomiza e in
yecta en las regiones exteriores del chorro 456 por medio
30 del inyector 438, que es similar al representado en la --

1 fig. 2. El agua u otro fluido depurador se suministra al
inyector por medio de una tubería 428 y se regula por me--
dio de la válvula de mariposa 432.

5 En la fig. 27, la tobera 474 no necesita ser del
tipo convergente-divergente, o De Laval, puesto que no se
propone formar un chorro 456 que se mueva a velocidad su--
persónica. En la práctica, la tobera 474 puede constar de
un pasaje moderadamente convergente o estrangulado, diseña
do para descargar un chorro cónico del gas en cuestión, --
10 que se expanda dentro de la cámara 478 hasta un tamaño tal,
en sección recta transversal, que entre en el tubo mezcla-
dor 418 sin ofrecer indebida resistencia al flujo de circu-
lación deseado, ni interferir con él. El movimiento a tra-
vés del tubo mezclador 418 y de los medios de difusor 460
15 es igual que en cualquiera de las formas de realización --
precedentes.

 En la fig. 28, el aparato es idéntico al repre--
sentado en la figura 27, con la salvedad de que el ventila-
dor trabaja como dispositivo de aspiración en la chimenea
de salida, en lugar de actuar de dispositivo de presión co-
20 mo lo hace en la fig. 27. Por lo tanto, en la fig. 28, -
los números de referencia para las partes idénticas a las
de la fig. 27 son los mismos que en la fig. 27, pero prece-
didos del dígito 5 como prefijo numérico. En la descrip-
ción de la fig. 28 sólo se hará mención de unos cuantos de
25 estos números de referencia.

 En la fig. 28 es la totalidad de la corriente de
gas efluente contaminado la que se deja pasar, a una pre--
sión tal como la que existe en los conductos a través de -
30 los cuales llega al aparato aquí representado, hacia una -

1 zona de menor presión de la chimenea u otra salida de los -
medios de difusor, establecida por el extractor o ventila--
dor de aspiración arriba mencionado.

5 Así, en la fig. 28 hay un extractor o ventilador
de aspiración 580 situado en posición en la chimenea 5112 -
para extraer el gas contaminado que entra por un conducto -
582 en el aparato. Bajo la diferencia de presiones así es-
tablecida, el gas de efluente contaminado circulará por el
10 conducto 582 y por la tobera 574 formando un chorro 556 has-
ta entrar en el tubo mezclador 518. El agua u otro fluido
depurador se suministra a través de la tubería 528, regula-
do mediante la válvula de mariposa 532, hasta el inyector
538, donde es atomizado e inyectado en las regiones exterie-
res del chorro libre 556 al salir este de la tobera 574 y -
15 entrar en la cámara 578. La mezcla de gas y gotitas de agua
fluye luego a través del tubo mezclador 518 y entra en los
medios de difusor 560, bajo la acción de esta diferencia de
presiones; y las funciones de mezcla y separación se efec--
túan como en cualquiera de las formas de ejecución preceden-
tes.

20 En la fig. 29 se ilustra una variante de disposi-
ción de toberas múltiples, que puede usarse en uno u otro de
los dispositivos representados en las figs. 27 y 28. Dicha
figura 29 es una vista interior mirando hacia la izquierda,
25 como si se hubiese tomado un corte o sección vertical por un
plano que se extendiese en el sentido transversal del recin-
to 478 de la fig. 27, o 578 de la fig. 28. En cualquier ca-
so, el tabique 676 de la fig. 29 está provisto de una plura-
lidad de toberas 674, cada una de las cuales se halla provis-
30 ta de un inyector 638 de agua u otro fluido depurador. El

1 - tabique 676, por lo demás, carece de perforaciones, con lo
cual la totalidad del gas de efluente contaminado que viene
de una fuente de suministro a través de unos medios de
conducto adecuados, similares al conducto 10 y el codo 16
5 de la fig. 1, se dividirá entre la pluralidad de toberas -
674, formando un número correspondiente de chorros libres,
dirigidos cada uno de ellos, dentro del recinto 678, hacia
el tubo mezclador como en el caso de los dispositivos de -
las figs. 27 y 28.

10 En la fig. 29 se representan cuatro toberas 674,
cada una de ellas con un inyector 638. Como se comprenderá,
esta pluralidad no necesita limitarse a cuatro, pudiendo
usarse dos, tres o más de cuatro cuando ello sea apropiado.
El objeto de la pluralidad de toberas 674 es el de
15 poder usarlas en cualquier caso en que el volumen de gas -
contaminado que se necesite hacer pasar por unidad de tiempo
a través del aparato sea tan grande que una sola tobera,
como la representada en las figs. 27 y 28, pudiera resultar
de un diámetro impracticablemente grande para una velocidad
20 deseada, o cuando una sola tobera de un diámetro realizable
en la práctica hubiese de acelerar el gas a una velocidad
superior a la necesaria, con el consiguiente despilfarro de energía.

25 Como se apreciará fácilmente, cada uno de los chorros de gas
contaminado que sale de la pluralidad de toberas 674 tendrá un
fluido depurador (agua u otro fluido) - - atomizado e
inyectado en sus regiones exteriores por medio del inyector
638 asociado, para así formar la mezcla deseada de gotitas
de líquido y gas contaminado, que circule por
30 un tubo mezclador y entre en unos medios de difusor de cual-

1 -quiera de los tipos expuestos en las diversas formas de --
realización arriba descritas. La elección en cuanto al uso
de una sola tobera o una pluralidad de ellas, para un gas
contaminado específico, viene gobernada por cierto número
5 de factores. Como más arriba se ha hecho notar, puede ha-
ber casos en los que el gasto volumétrico de gas contamina-
do requeriría una tobera de diámetro impracticablemente --
grande. Al decir esto se quiere dar a entender que la to-
bera de diámetro grande habría de descargar un chorro de -
10 diámetro correspondientemente grande. Como el agua u otro
fluido depurador se inyecta en las regiones exteriores del
chorro, es comprensible que exista la probabilidad de que
la materia subdividida en partículas que entrase en las re-
giones más internas del chorro de gran diámetro podría no
15 tener la adecuada oportunidad para entrar en contacto con
las gotitas de agua desmenuzadas primeramente formadas en
las regiones exteriores del chorro. Así, especialmente en
los casos en que el material subdividido está compuesto de
una gran proporción de partículas difíciles o muy difíci-
20 les de mojar (véase la fig. 20), se ha visto que es aconse-
jable formar varios chorros de diámetro relativamente pe-
queño.

En resumen, respecto a los dispositivos expuestos
en las figs. 27, 28 y 29, hay que señalar que los dispositi-
25 vos tales como éstos, en los que el chorro o la pluralidad
de chorros se forma con la totalidad de la corriente de gas
contaminado, han dado, según se ha visto, una limpieza o -
depuración adecuada, comparable con los resultados consigui-
dos mediante el uso de impulsores de eyector de los tipos -
30 representados en las figs. 1, 12 y 13, por ejemplo, con ne-

1 -cesidades de consumo de energía sustancialmente menores. -
El eyector es de un rendimiento relativamente bajo desde -
el punto de vista del bombeo y requiere la formación de ---
unos chorros de bombeo de gran velocidad, supersónica en -
5 algunos casos, como se ha señalado más arriba. En contras-
te con esto, los chorros formados por presión o aspiración
de ventilador en los dispositivos de las figs. 27, 28 y 29
tienen dos ventajas, en cuanto a necesidades de energía, -
sobre las bombas de eyector. En primer lugar, el ventila-
10 dor (soplante o aspirador) es de mayor rendimiento que una
bomba; y en segundo lugar, la velocidad de los chorros no
necesita ser tan alta.

Por ejemplo, con dispositivos tales como los re-
presentados en las figs. 27, 28 y 29, se ha visto que la -
15 velocidad del chorro, en el punto de salida de la tobera,
tiene que estar tan sólo dentro del intervalo que va desde
alrededor de 30 a 90 metros por segundo cuando las partícu-
las son del tipo humectable o fácil de mojar (véase la fi-
gura 20). Para partículas más difíciles de mojar, la velo-
20 cidad puede hallarse en el intervalo que va desde aproxima-
damente 120 a 180 metros por segundo. Para el material sub-
dividido en partículas sumamente difíciles de mojar se ha
visto que son adecuadas las velocidades que no exceden de
unos 240 metros por segundo.

25 La fig. 30 presenta una familia de curvas que --
ilustra el funcionamiento y comportamiento relativo de los
medios de difusor modificados de la presente invención cuan-
do la mezcla de gas contaminado y gotitas de fluido depura-
dor se hace pasar por el tubo mezclador impulsada por las
30 tres formas principales de medios impulsores aquí expuestas.

1 -Para el eyector de vapor de la fig. 1, por ejemplo, o el -
eyector de aire de las figs. 12 y 13, los resultados de la
depuración o limpieza (en gramos por metro cúbico normal)
recogidos a la salida del gas depurado están representados
5 gráficamente en función de la cantidad del medio impulsor
del eyector (en kilogramos del medio por kilogramo de gas
contaminado). Para los dispositivos impulsados por ventila-
dor, tales como los de las figs. 27, 28 y 29, los resulta-
dos de la depuración están representados gráficamente en -
10 función de la presión de tobera del ventilador (en milíme-
tros de columna de agua). A partir de la fig. 30 y del co-
nocimiento del coste relativo, en un lugar geográfico o de
instalación particular, del vapor, el aire o la energía, -
más un conocimiento de cuál es el grado de depuración que
15 se requiere, puede hacerse una selección entre el uso de -
los dispositivos de eyector o de los dispositivos impulsa-
dos por ventilador (aspirador o soplante) aquí expuestos.
Esto, naturalmente, es para un tipo particular de gas con-
taminado con una sustancia conocida. La fig. 30 presenta
20 los resultados obtenidos con el gas efluente de un horno de
recuperación en una fábrica de papel que hace una pulpa de
sulfato. Como es obvio, resulta posible preparar curvas si-
milares para uso con gases contaminados de cualquier otro -
tipo, aun cuando, en la práctica, los resultados de una se-
25 rie extensa de ensayos con diversos gases contaminados pue-
den introducirse en una computadora, en unión de gran canti-
dad de información adicional, de tal modo que pueden deter-
minarse rápidamente los valores esenciales para el proyec-
to de una instalación particular.

30

Como resumen de la descripción entera aquí facili-

1 - tada, es de notar que el difusor que lleva incorporado el
separador de flujos por fluido, tal como el 64, 68 de la -
fig. 1, o el separador mecánico 66 de la fig. 1, o ambos,
5 produce el flujo separado de gotitas de agua, aparte del -
flujo de los componentes gaseosos, y de ese modo separa --
del gas a limpiar las partículas encapsuladas en dichas go-
titas. Para que tal operación resulte efectiva, es preci-
so asegurarse de que el gas contaminado esté adecuadamente
10 mezclado con el agua u otro fluido depurador, y de que las
partículas han sido capturadas en las gotitas de agua, an-
tes de que la mezcla pase del tubo mezclador al difusor. -
Por esta razón, conforme a este invento, con un fluido com-
presible se forman uno o más chorros libres que surgen en
el interior de una cámara, y en la región exterior de cada
15 chorro se inyecta el agua u otro fluido depurador. El --
agua es atomizada por el inyector de agua y adicionalmente
atomizada al tomar contacto con el fluido compresible del
chorro, en rápido movimiento. Un estudio de la acción del
agua al entrar en el chorro ha revelado que las gotitas ato-
20 mizadas procedentes del inyector son aplastadas o achatadas
por el chorro, que les da formas no esféricas, no evitadas
por las pequeñas partículas de la manera en que las partícu-
las pueden evitar la colisión con las gotitas esféricas. -
Como es obvio, estas formas aplastadas o achatadas se des-
25 componen sucesivamente en gotitas más pequeñas que a su --
vez reciben formas achatadas más pequeñas, todo lo cual re-
sulta eficaz para la captura de las partículas. Para que
se produzca esta acción, la velocidad del chorro puede ser
supersónica, como lo es en los impulsores por eyector de -
30 vapor o de aire expuestos en la presente y en dicha patente

1 de EE.UU. nº 3.852.409, o bien puede ser subsónica, como lo
es en los dispositivos aquí expuestos en las figs. 27, 28 y
29, donde el fluido compresible es la totalidad del propio
gas contaminado. La combinación de tales dispositivos in-
5 yectores y mezcladores con los medios de difusor especiales
aquí expuestos, según se cree, dan a la técnica un aparato
y método nuevo en su género, eficaz y altamente económico,
para la limpieza o depuración de corrientes de gas contami-
nado.

10 Los términos y expresiones empleados se entien-
den como descriptivos y no limitativos, no habiendo inten-
ción alguna, con el uso de dichos términos y expresiones, -
de excluir todo equivalente de los rasgos característicos -
aquí indicados y descritos ni de porciones de los mismos, -
15 sino reconociéndose que son posibles varias modificaciones
dentro del ámbito de la invención que se reivindica.

20

25

30

1

REIVINDICACIONES

5

10

Los puntos de invención propia y nueva que se --
presentan 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:

15

20

1ª.- Un aparato para eliminar contaminantes de --
una corriente de gas por impulsión de la corriente de gas, --
al menos en parte, en forma o por medio de un chorro de fluido
compresible a través de una extremidad de salida de un --
tubo mezclador y en mezcla con gotitas de líquido que lle--
van encapsulado el contaminante, caracterizado dicho aparato
por el hecho de que a la extremidad de salida de dicho tubo
mezclador, y en comunicación con él, va conectado un difu--
sor destinado a separar de la corriente de gas, anulando la
acción de arrastre de ésta, las gotitas de líquido que con--
tienen los contaminantes, efectuándose dicha separación o --
anulación del arrastre en cooperación con un deflector de --
dicha mezcla, situado junto a la extremidad de salida del --
tubo mezclador.

25

30

2ª.- El aparato de la reivindicación 1ª, en el --
que dichas gotitas de líquido encapsulantes del contaminante se forman dirigiendo una serie de atomizaciones de surtidor de líquido, dispuestas circunferencialmente en torno al citado chorro, a la región exterior de dicho chorro de fluido
compresible, caracterizado dicho aparato por el hecho de

6

1 que el citado deflector está situado en posición de modo -
que desvía dicha mezcla apartándola de una porción de su--
perficie del difusor y dirigiéndola hacia una porción de -
superficie opuesta en general del mismo.

5 3ª.- El aparato de la reivindicación 1ª o la 2ª,
caracterizado por el hecho de que dicho deflector es una -
cortina de fluido formada por el fluido que sale de por lo
menos una tobera.

10 4ª.- El aparato de la reivindicación 1ª o la 2ª,
caracterizado por el hecho de que dicha cortina es de goti-
tas de líquido que salen de una tobera de atomización.

5ª.- El aparato de una cualquiera de las reivin-
dicaciones 1ª a 4ª, caracterizado por el hecho de que dicho
deflector comprende o incluye una placa.

15 6ª.- El aparato de la reivindicación 5ª, caracte-
rizado por el hecho de que dicha placa es movable.

20 7ª.- El aparato de la reivindicación 5ª o la 1ª,
caracterizado por el hecho de que dicha placa está montada
con movimiento oscilatorio en torno a un eje perpendicular
a un plano que contiene el eje o línea central axial de di-
chos medios de difusor.

25 8ª.- El aparato de una cualquiera de las reivindi-
caciones 1ª a 7ª, caracterizado por un tubo final o de co-
la conectado a la extremidad de aguas abajo del difusor, -
teniendo dicho tubo final una lumbrera de descarga de gas
y un desagüe de líquido.

30 9ª.- El aparato de la reivindicación 8ª, caracte-
rizado por un deflector contiguo a dicha lumbrera de des-
carga de gas, para impedir que las gotitas de líquido arras-
tradas en el gas pasen por dicha lumbrera de descarga de -

1 - gas.

10^a. - El aparato de una cualquiera de las reivin-
dicaciones 1^a a 9^a, caracterizado por el hecho de que di-
cho difusor tiene una área de sección recta transversal --
5 gradualmente creciente definida por unas porciones de su--
perficie primera y segunda divergentes, comunicando dicho
difusor por su extremidad menor con la extremidad de sali-
da del tubo mezclador, teniendo dicho deflector por efecto
el de impedir que la citada mezcla, durante su paso por el
10 difusor, mantenga un pleno contacto de aplicación con la -
primera de dichas porciones de superficie.

11^a. - El aparato de una cualquiera de las reivin-
dicaciones 1^a a 10^a, caracterizado por el hecho de que di-
cho fluido compresible comprende vapor, aire o la totalidad
15 o sólo una parte de la corriente de gas.

12^a. - "UN APARATO PARA ELIMINAR CONTAMINANTES DE
UNA CORRIENTE DE GAS".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan, y pa-
20 ra los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de sesenta y ocho hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 22. AGO. 1977

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

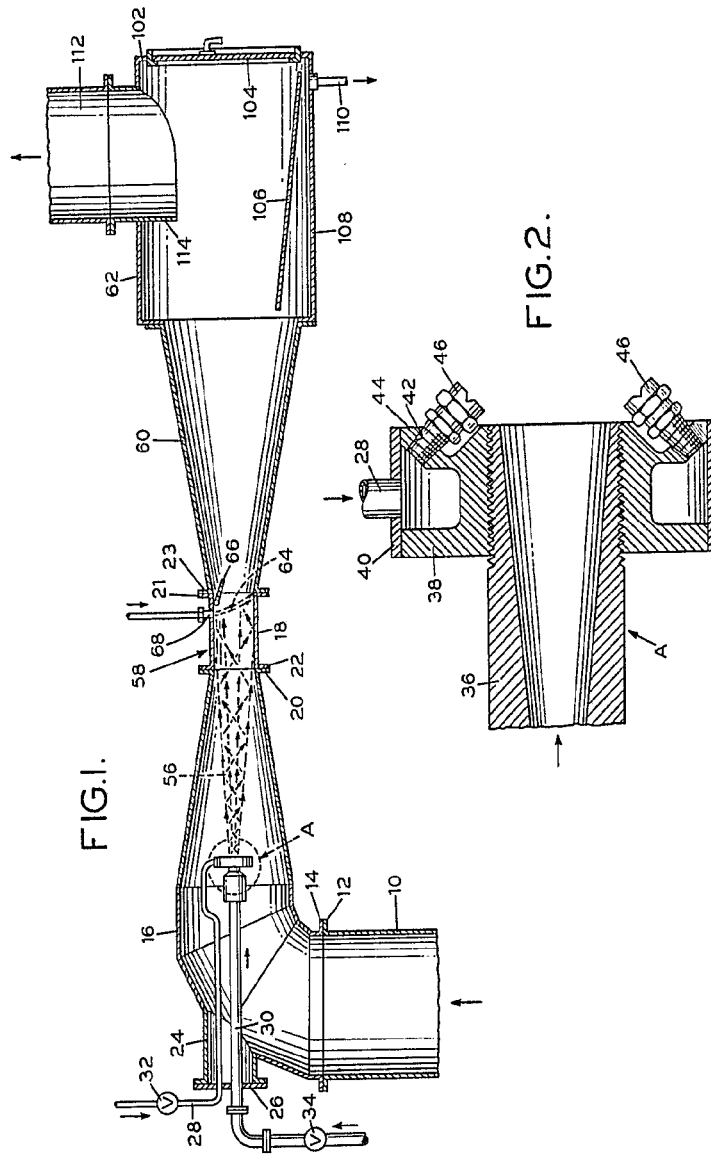
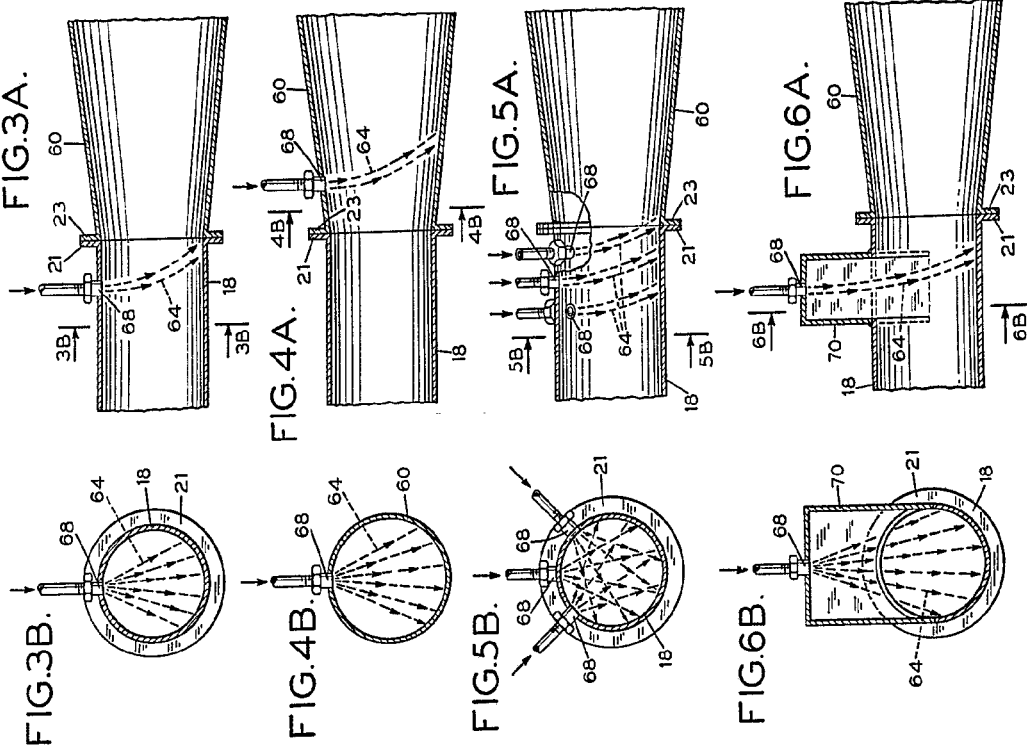


25

30

ARS/.





Fernando de Elizaburu
 P. de Rodas

FIG. 1.

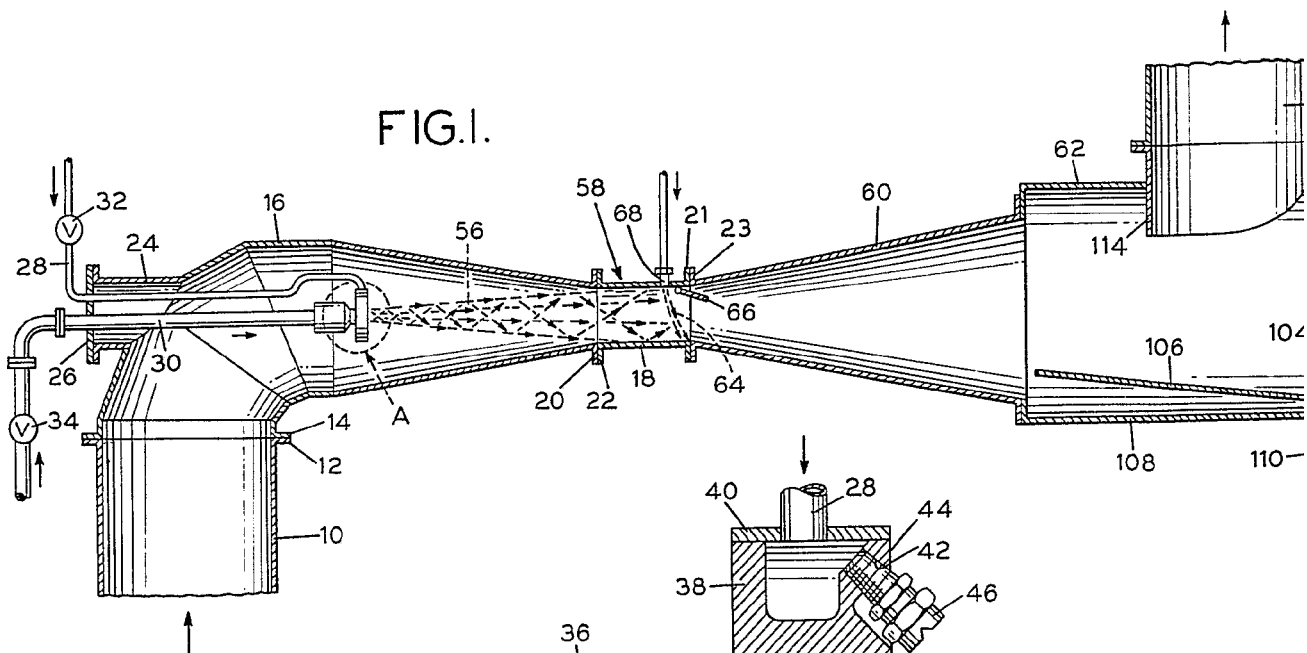
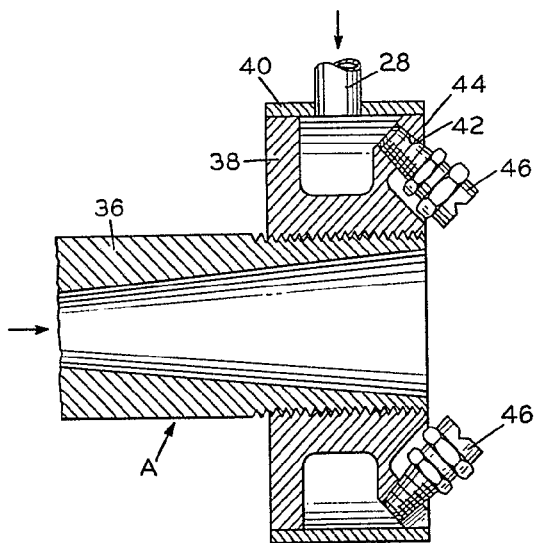
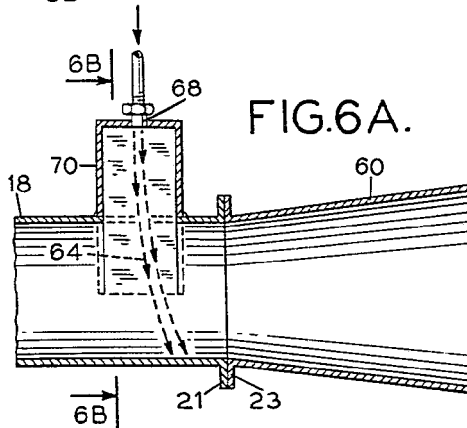
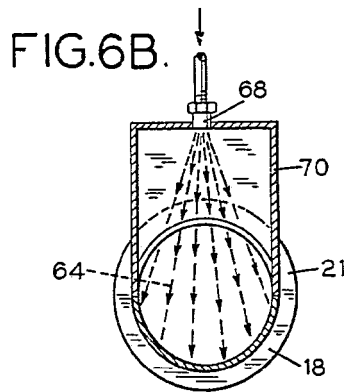
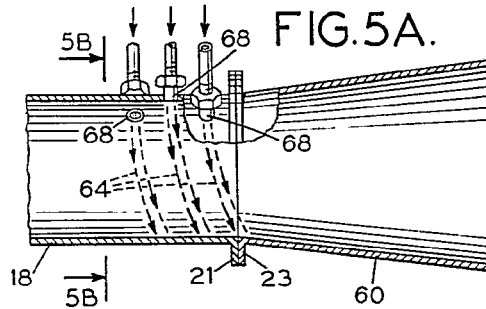
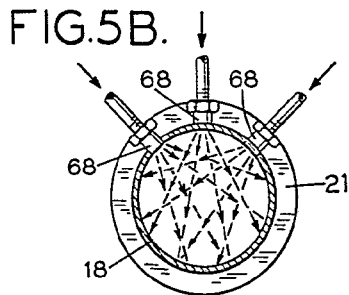
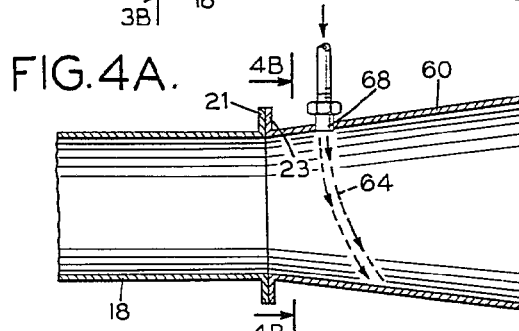
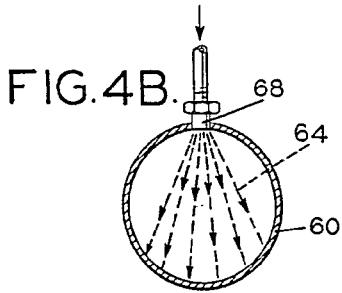
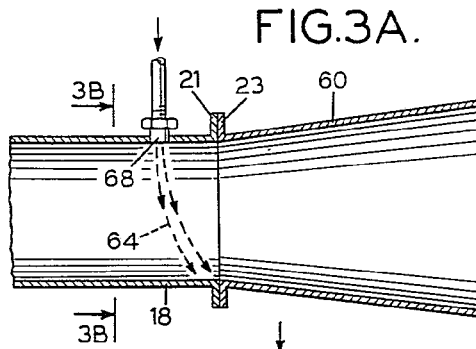
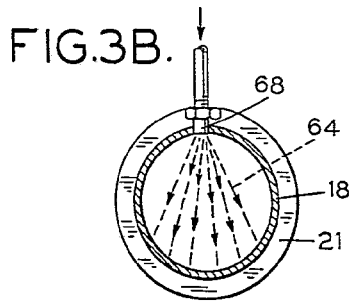
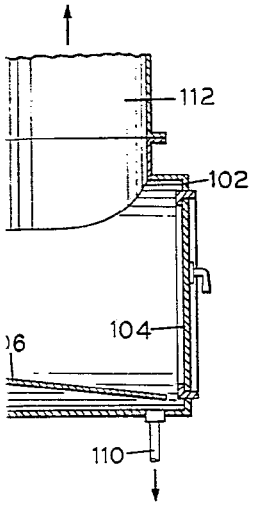


FIG. 2.





Fernando de Elizaburu
Por Poderes

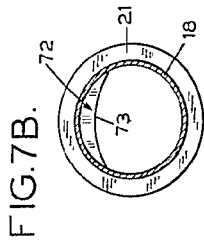


FIG. 7B.

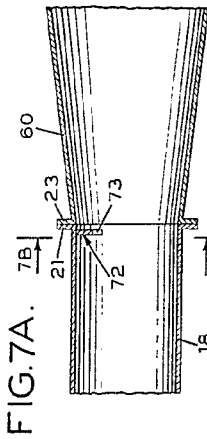


FIG. 7A.

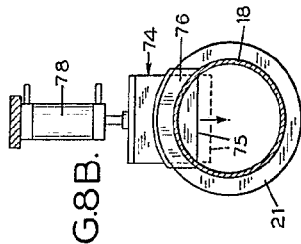


FIG. 8B.

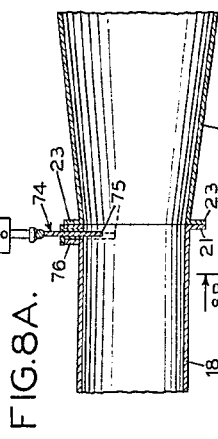


FIG. 8A.

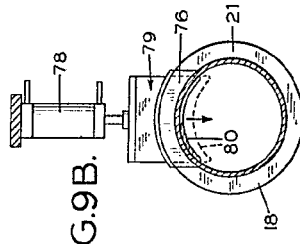


FIG. 9B.

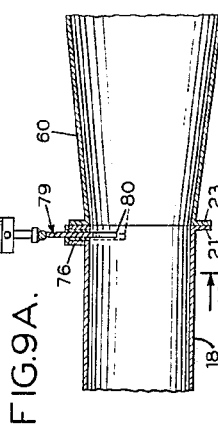


FIG. 9A.

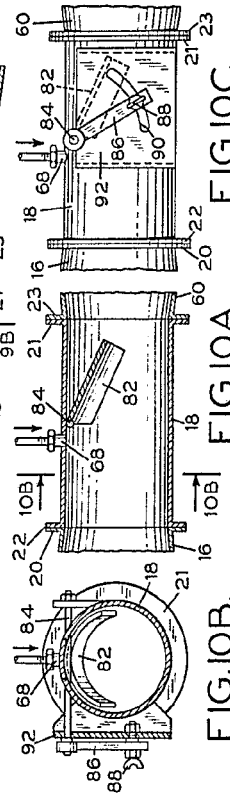


FIG. 10B.

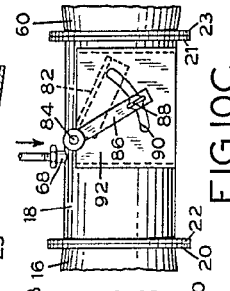


FIG. 10A.

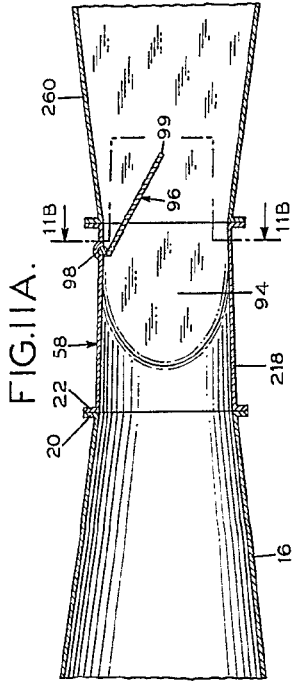


FIG. 11A.

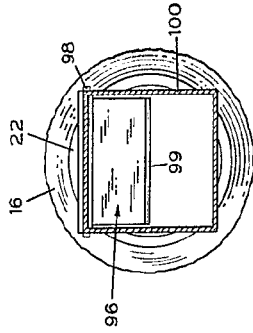


FIG. 11B.

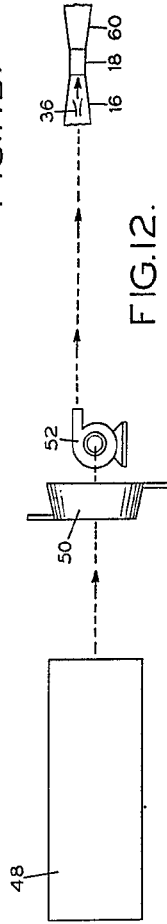


FIG. 12.

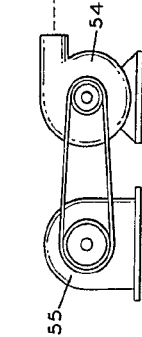


FIG. 13.

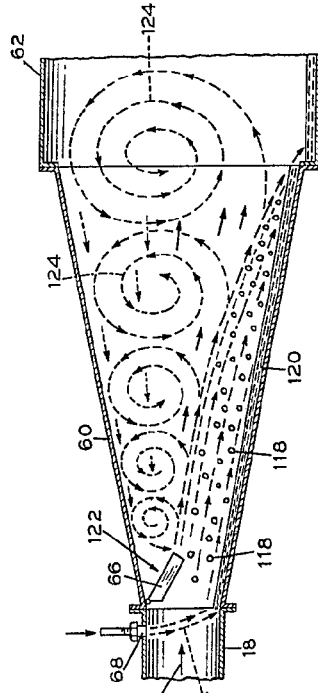
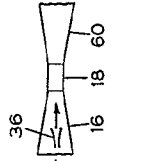
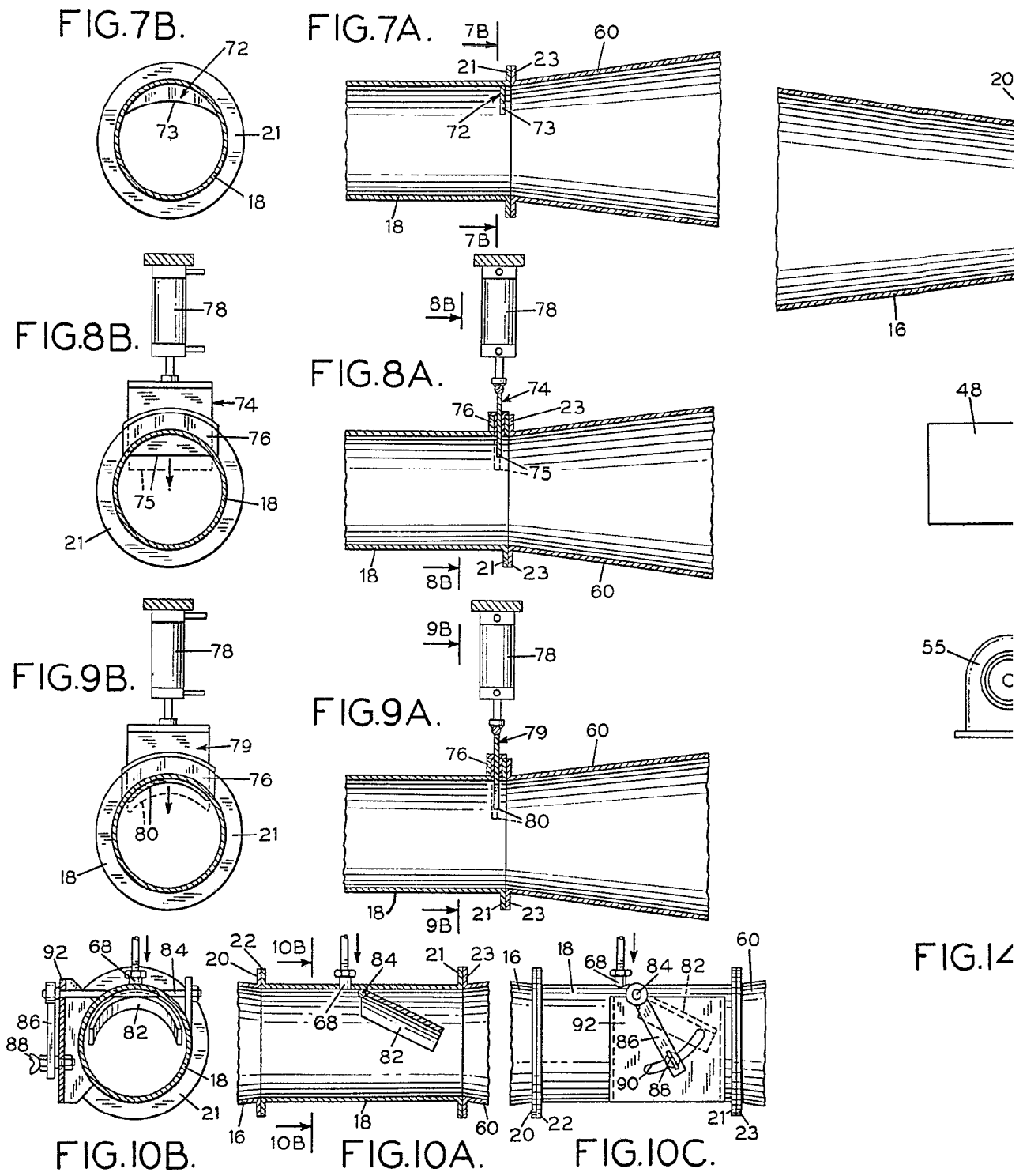


FIG. 14.

Fernando de Elizabeth

Pat. Agent



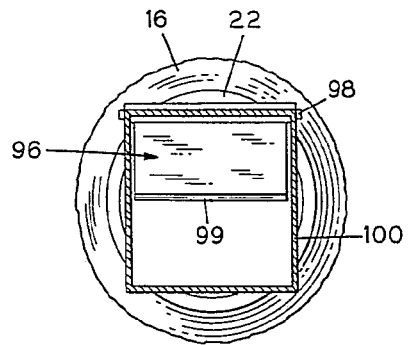
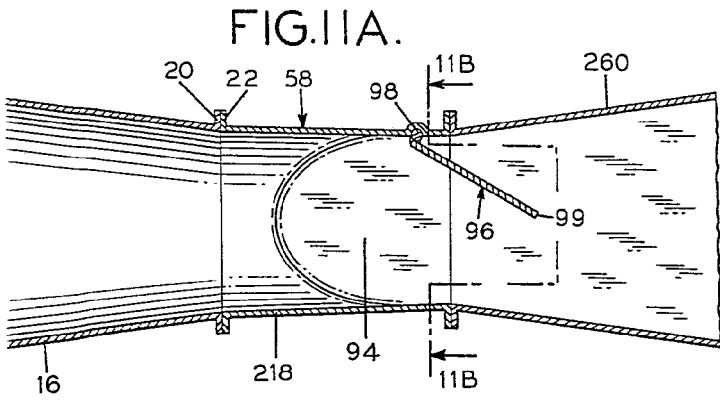


FIG. IIB.

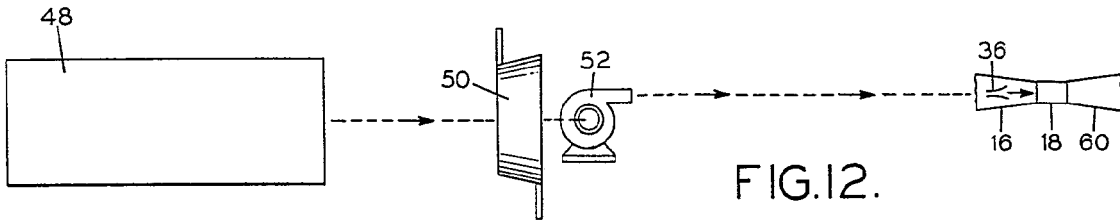


FIG. 12.

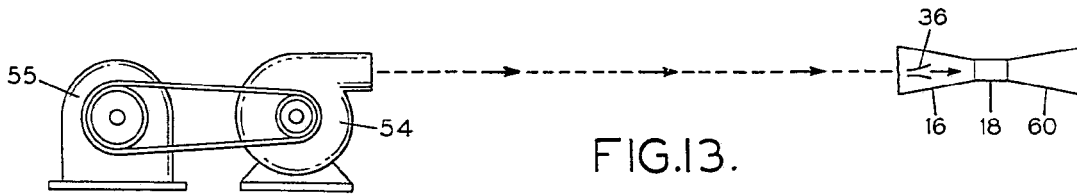


FIG. 13.

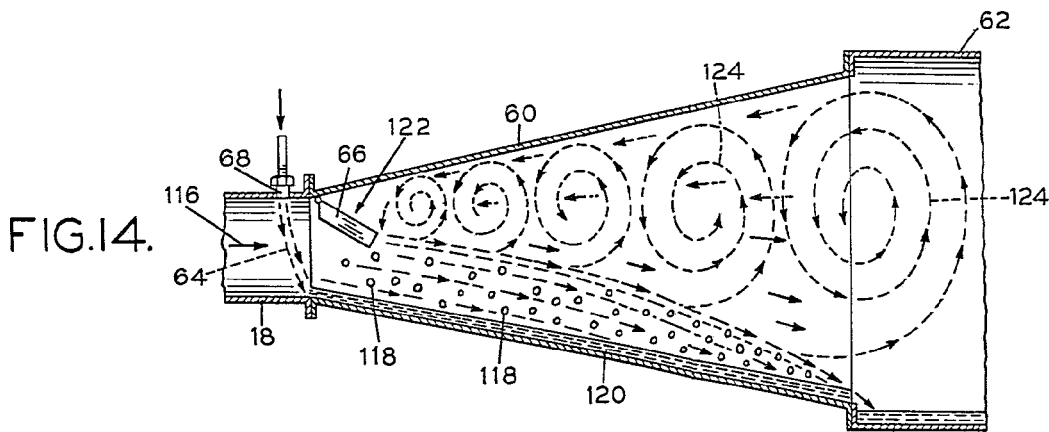


FIG. 14.

Fernando de Eizaburu
Por Poder.

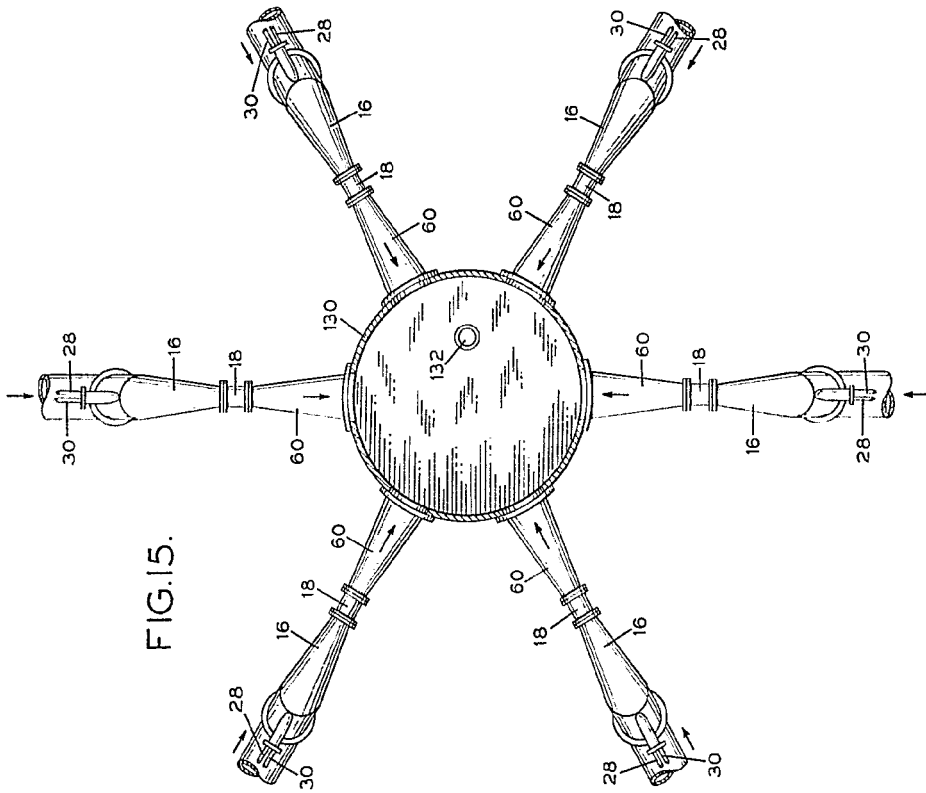


FIG. 15.

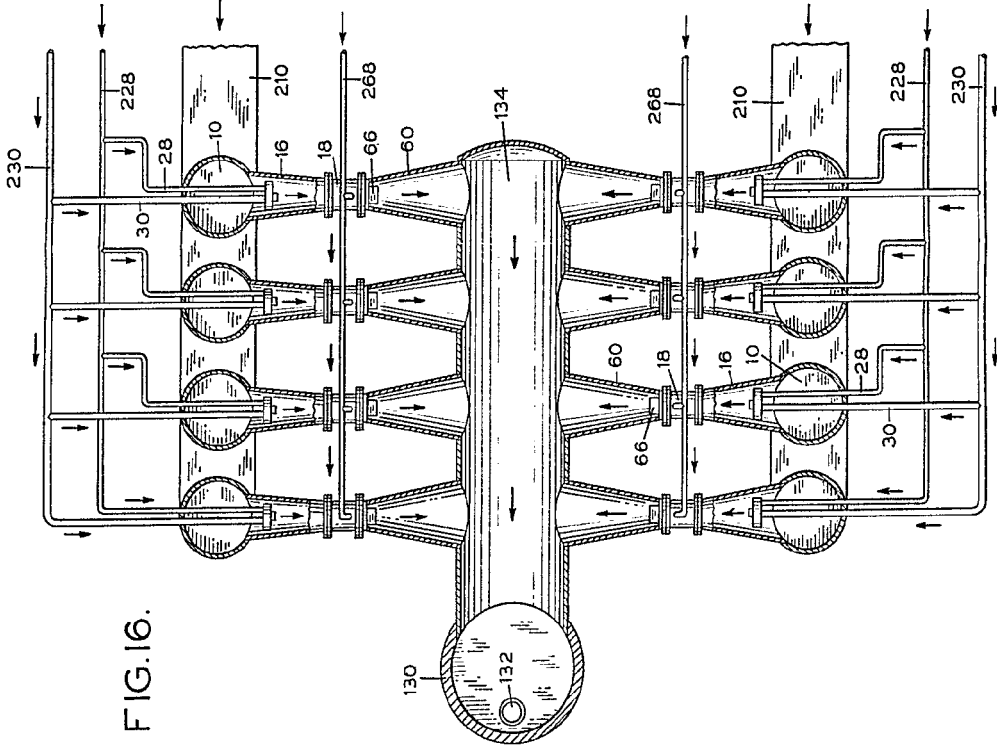
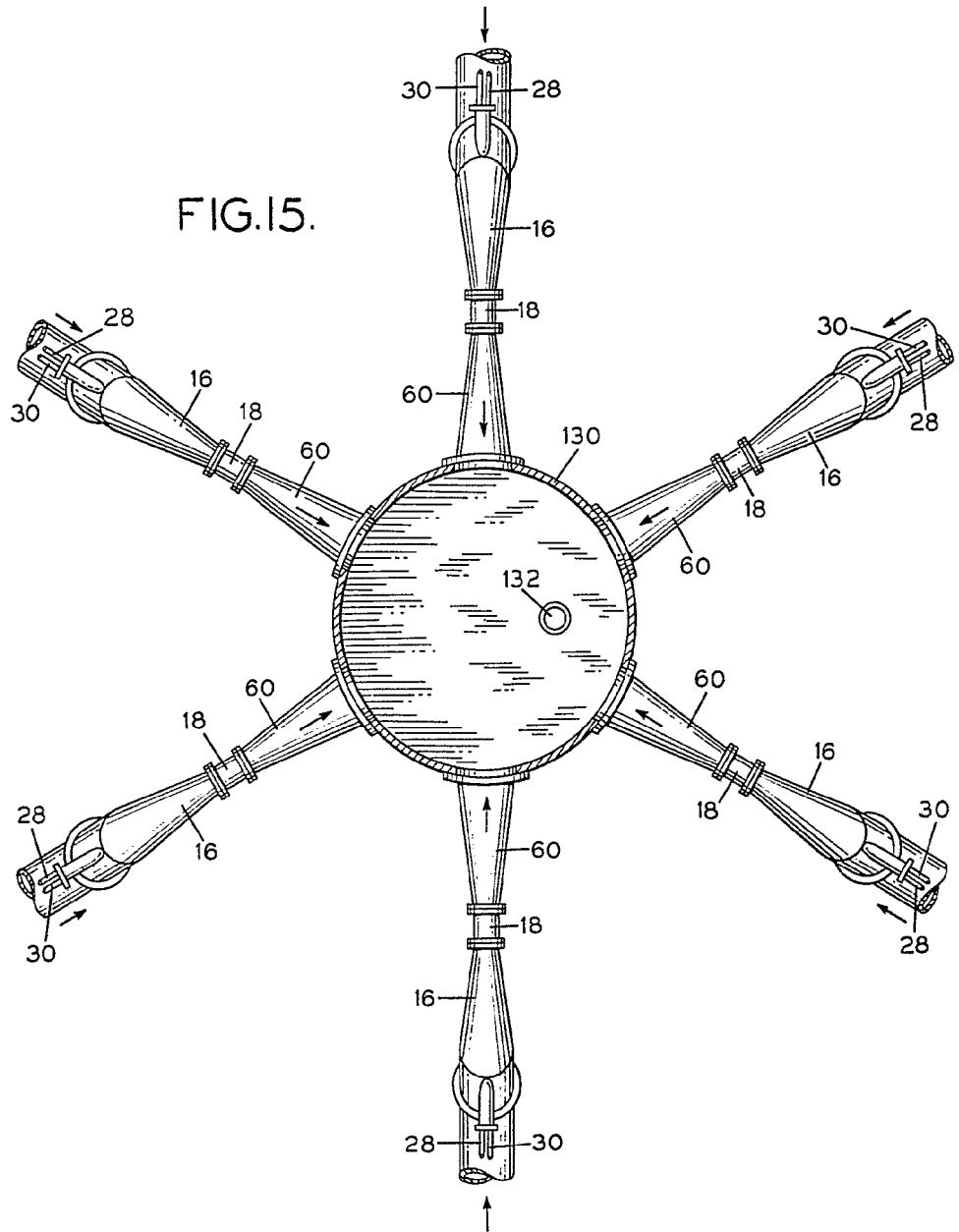


FIG. 16.

Fernando de Elizaburu

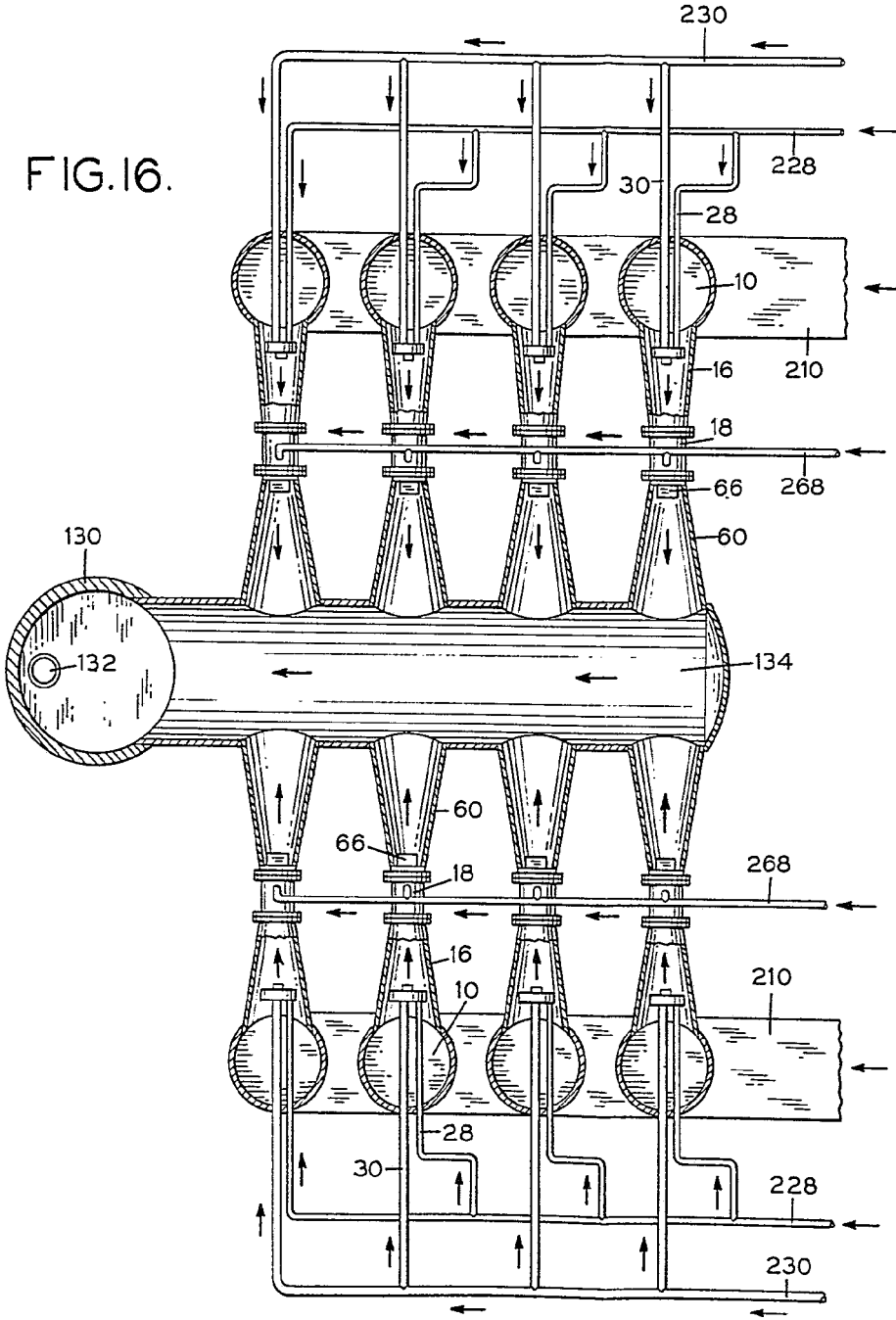
Pat. Pending

FIG.15.



F

FIG.16.



Fernando de Elizaburo
Pat. Pader.

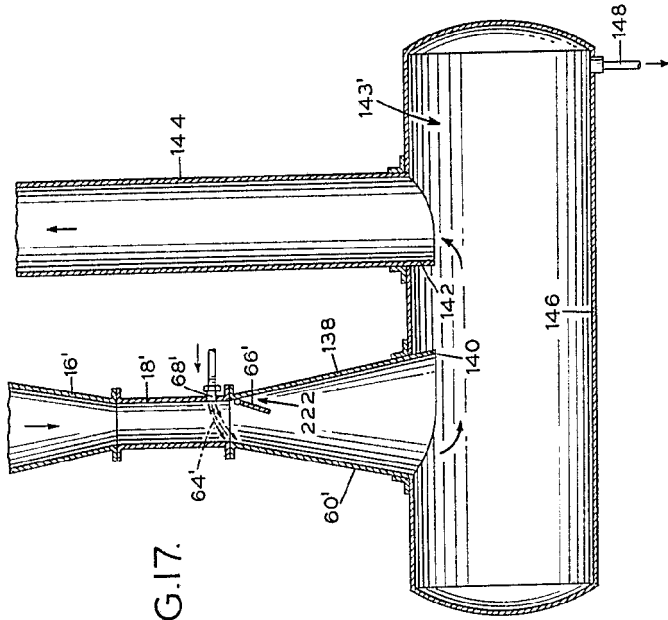


FIG. 17.

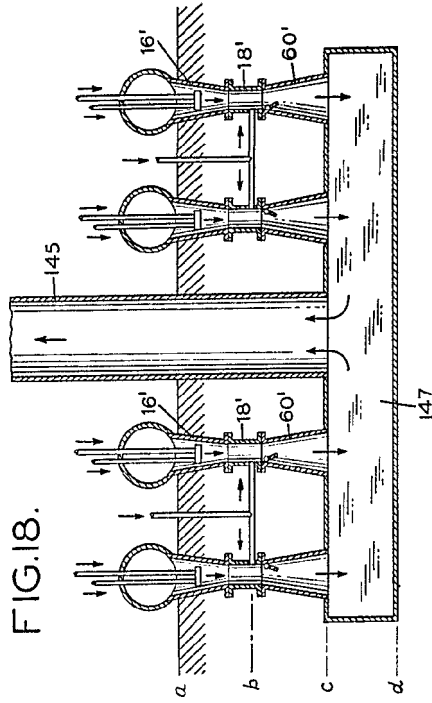


FIG. 18.

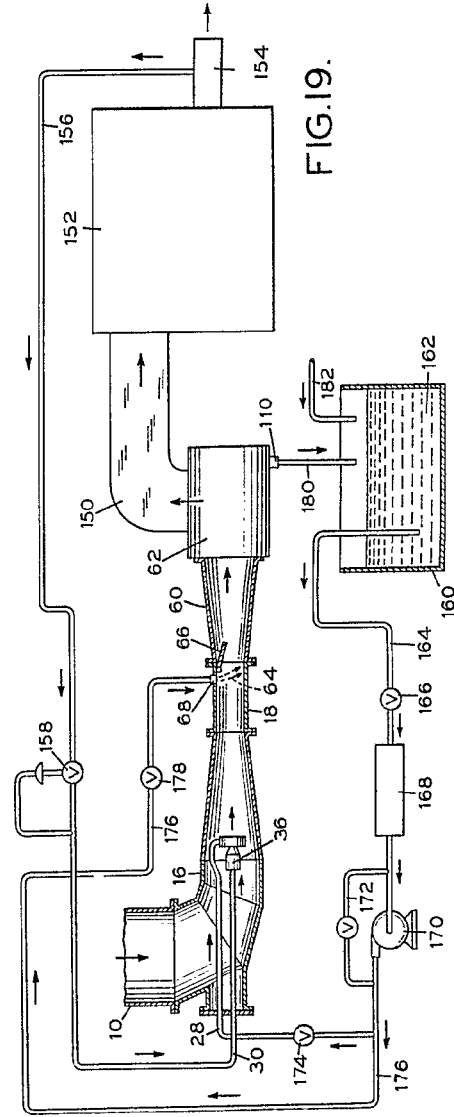


FIG. 19.

Fernando de Elizaburu
Per Profr.

FIG. 17.

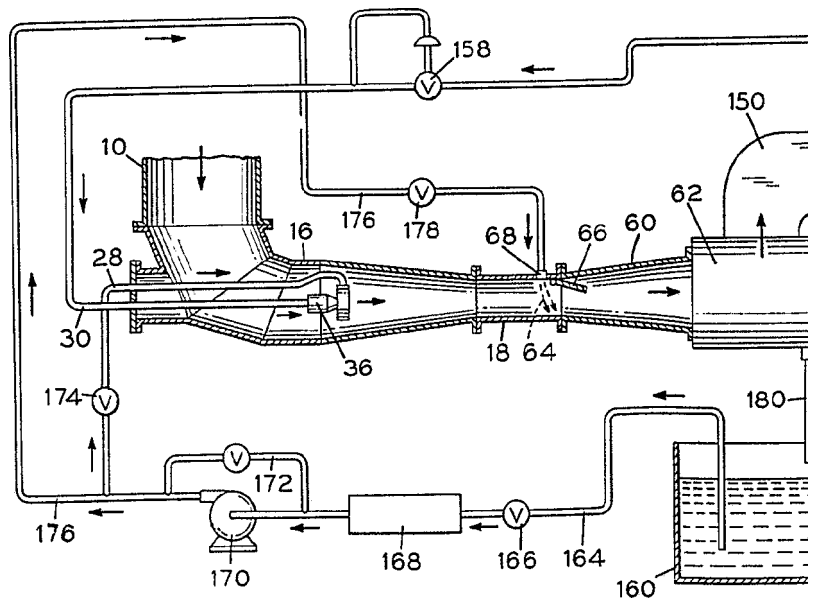
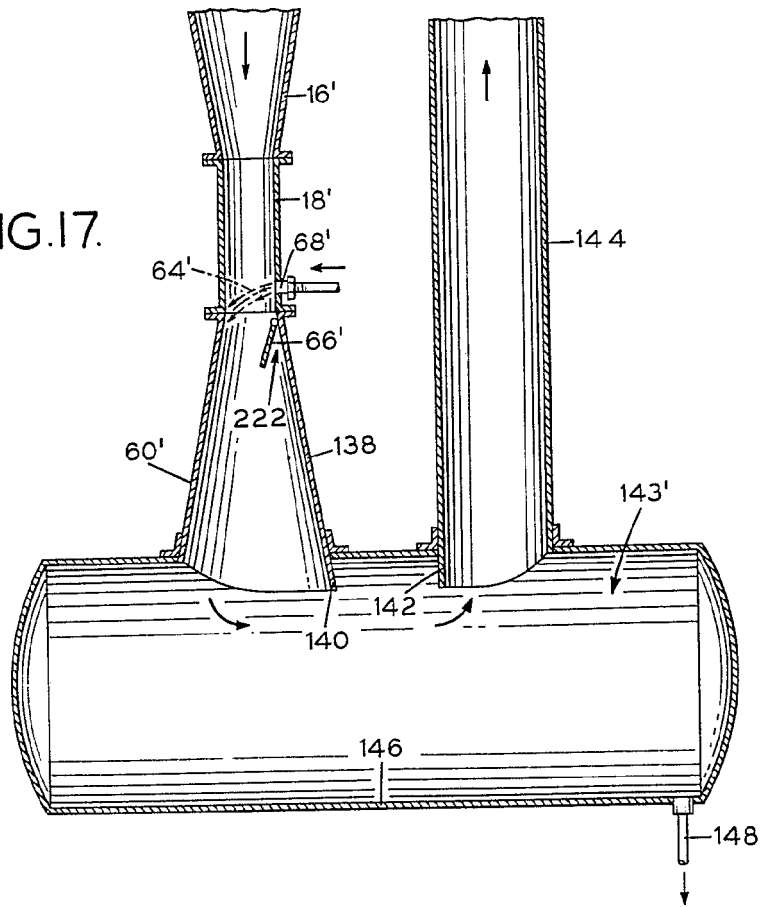


FIG.18.

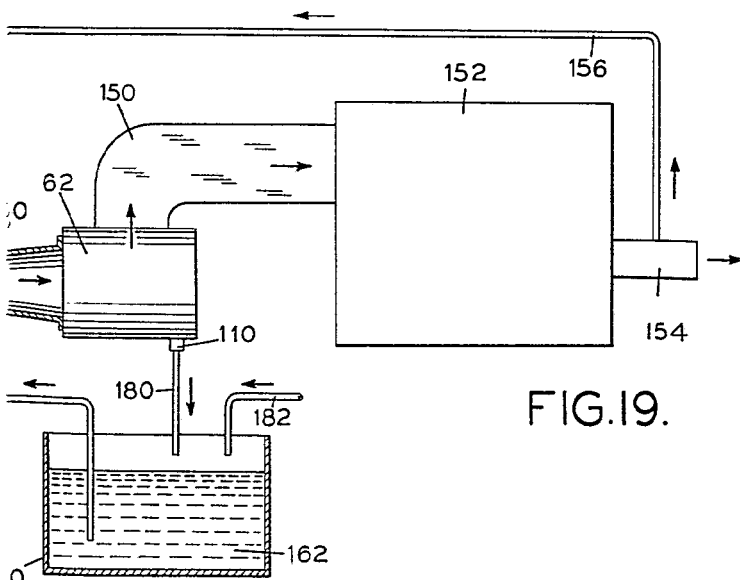
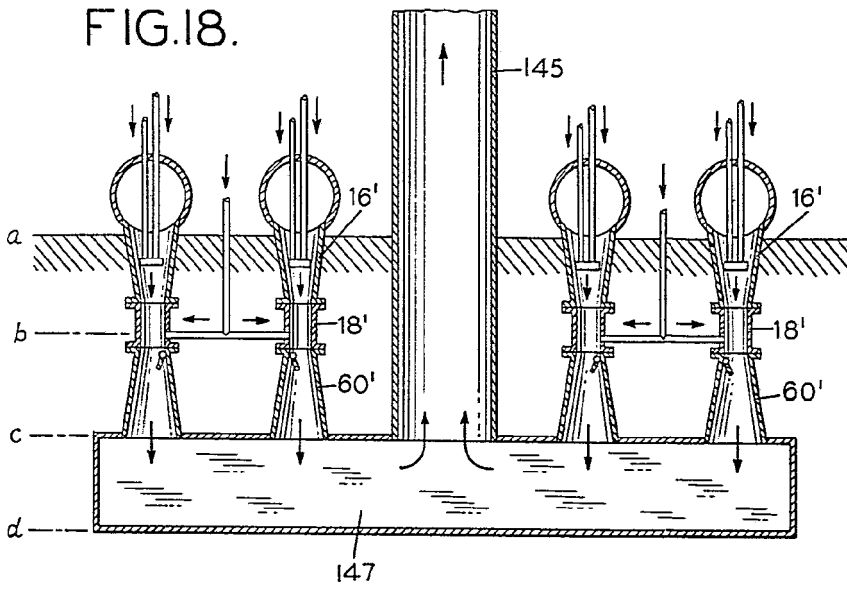


FIG.19.

Fernando de Elizaburu
 Por Poder.

FIG.20.

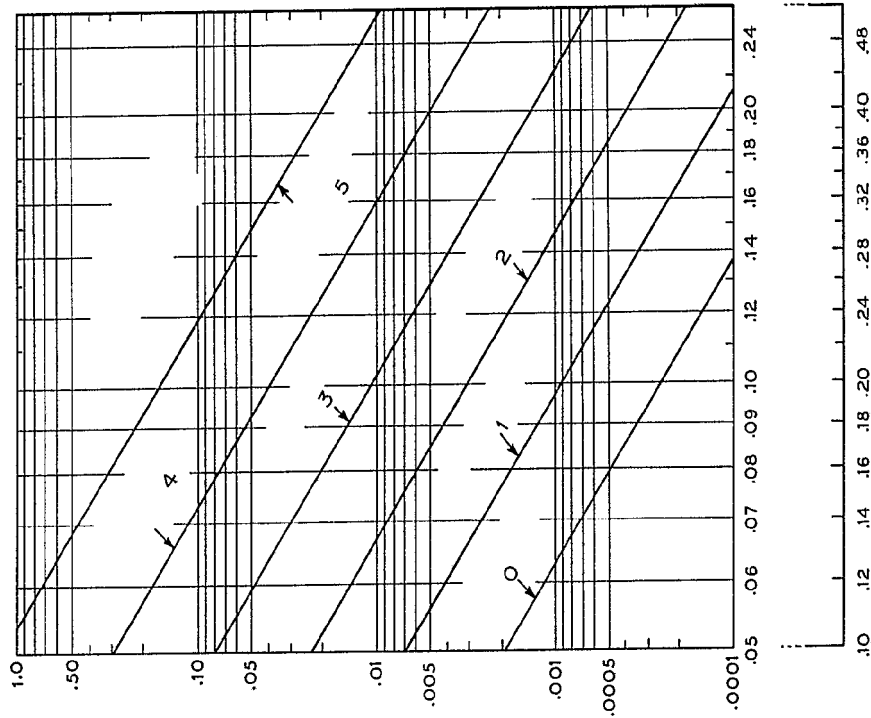
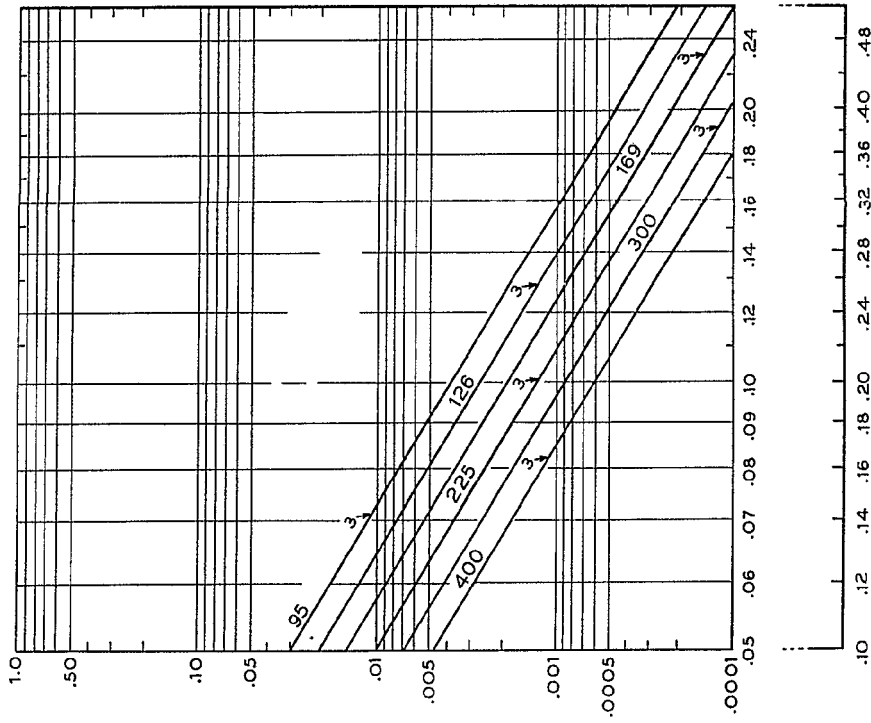


FIG.21.



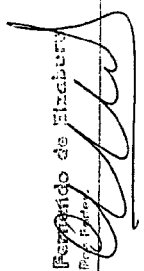
Fernando de Elizaburu
 Ing. Estructuras


FIG.20.

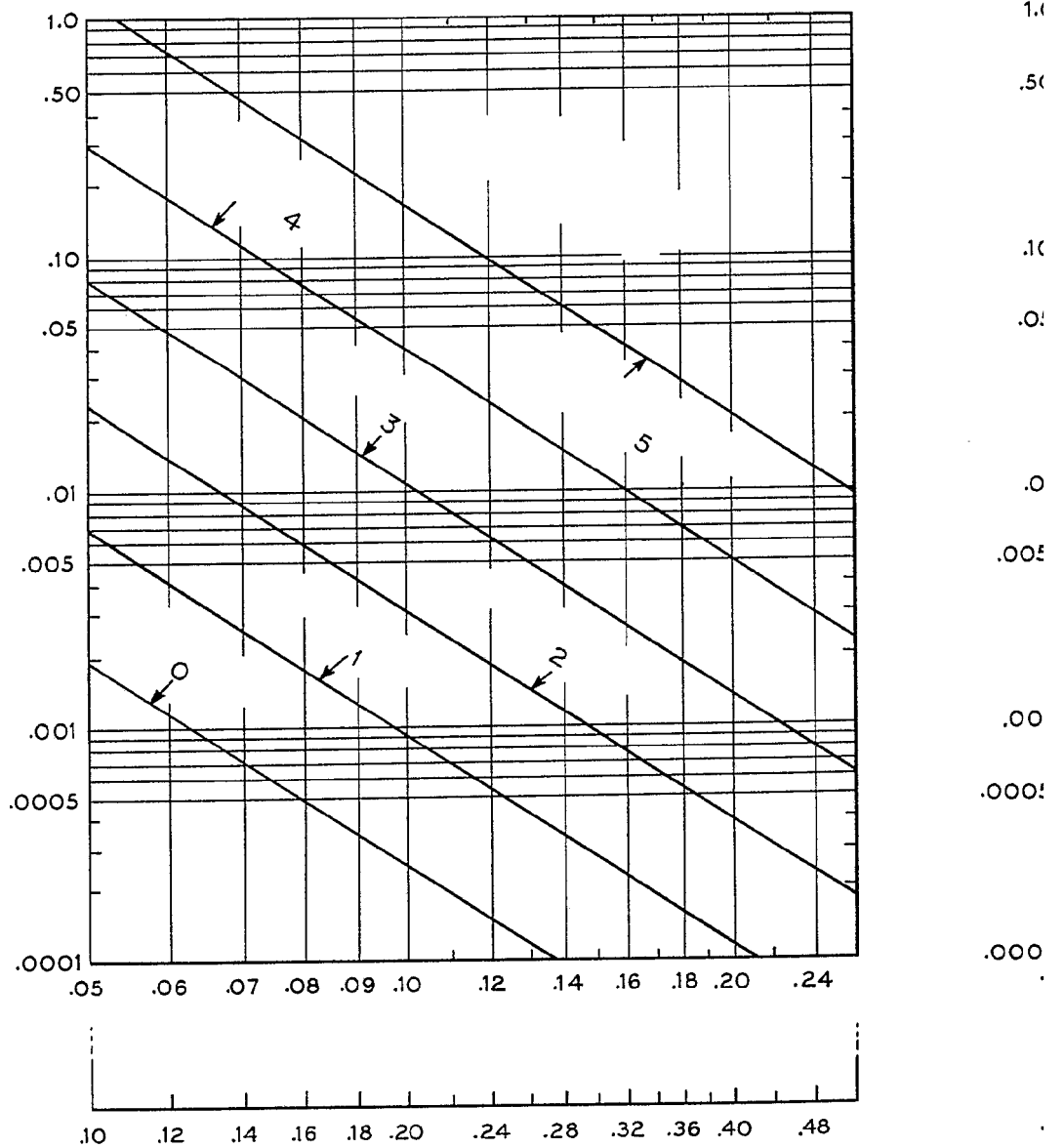
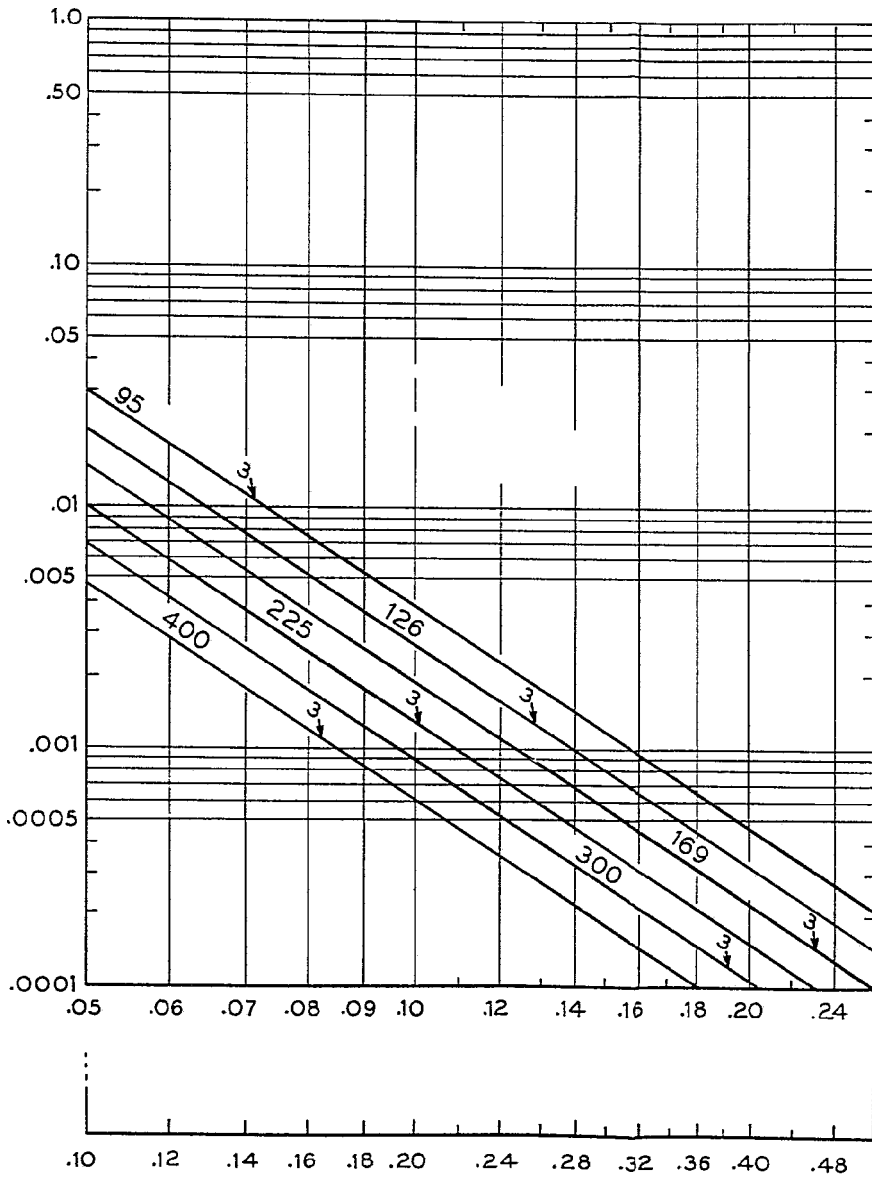


FIG. 21.



Fernando de Elizaburu
Por Encarg.

FIG.22.

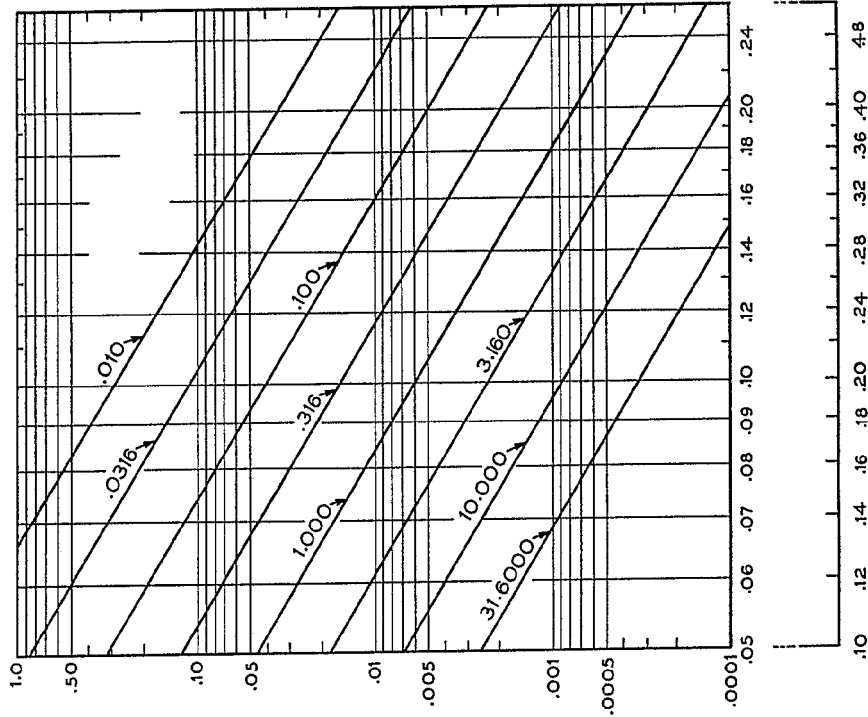
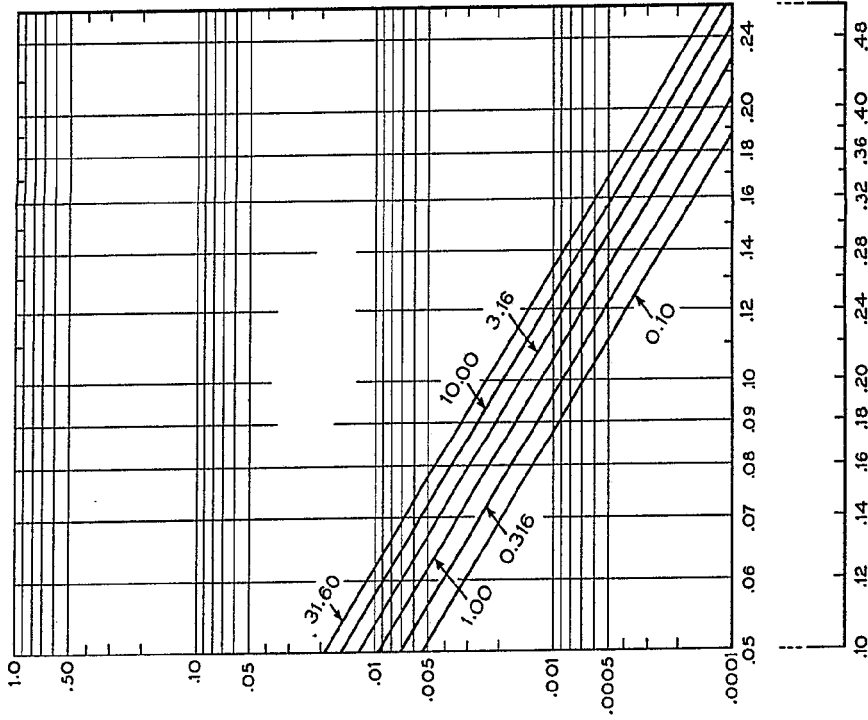


FIG.23.



Ergebnis der Eisenstudie
[Signature]

FIG.22.

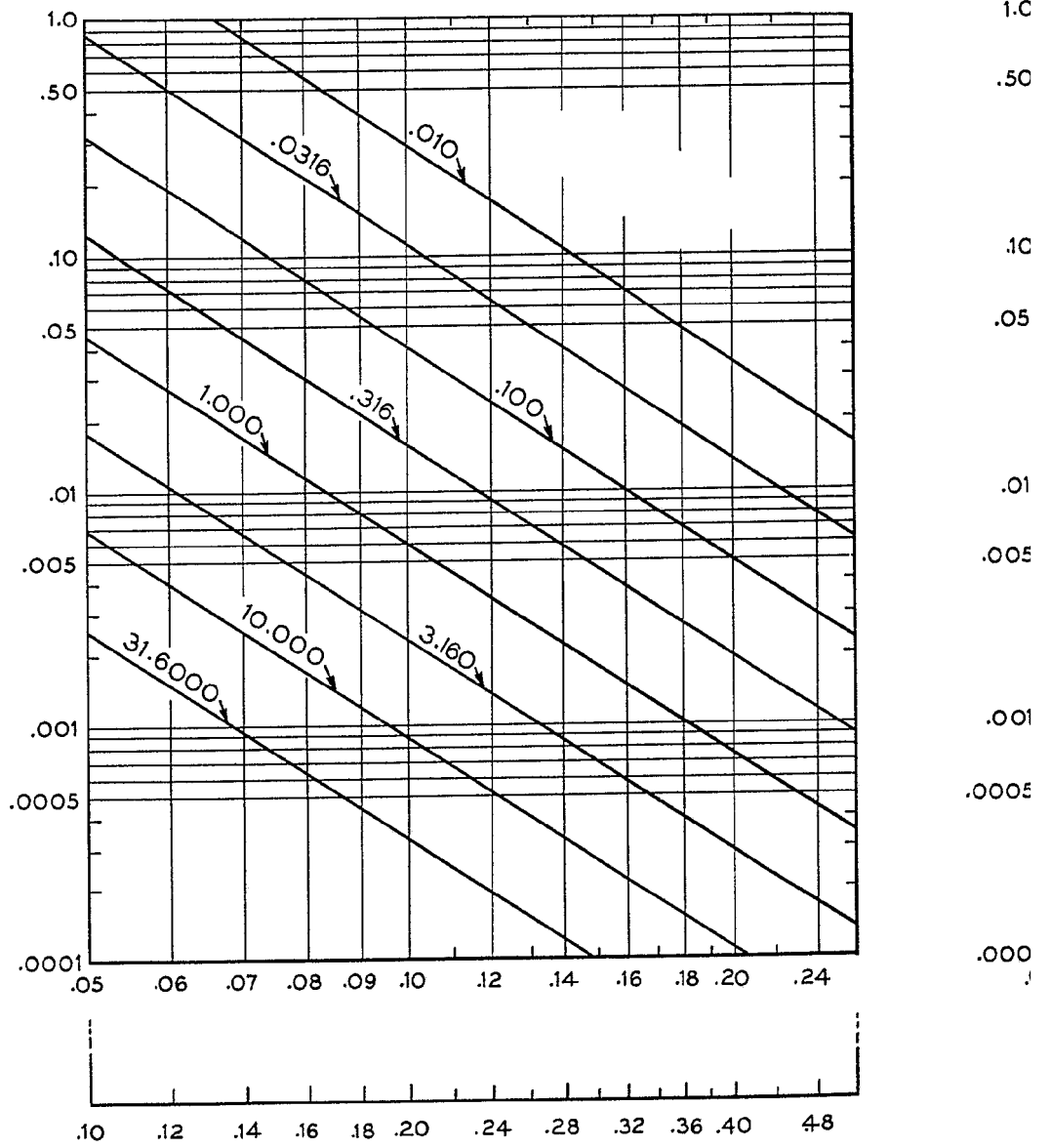
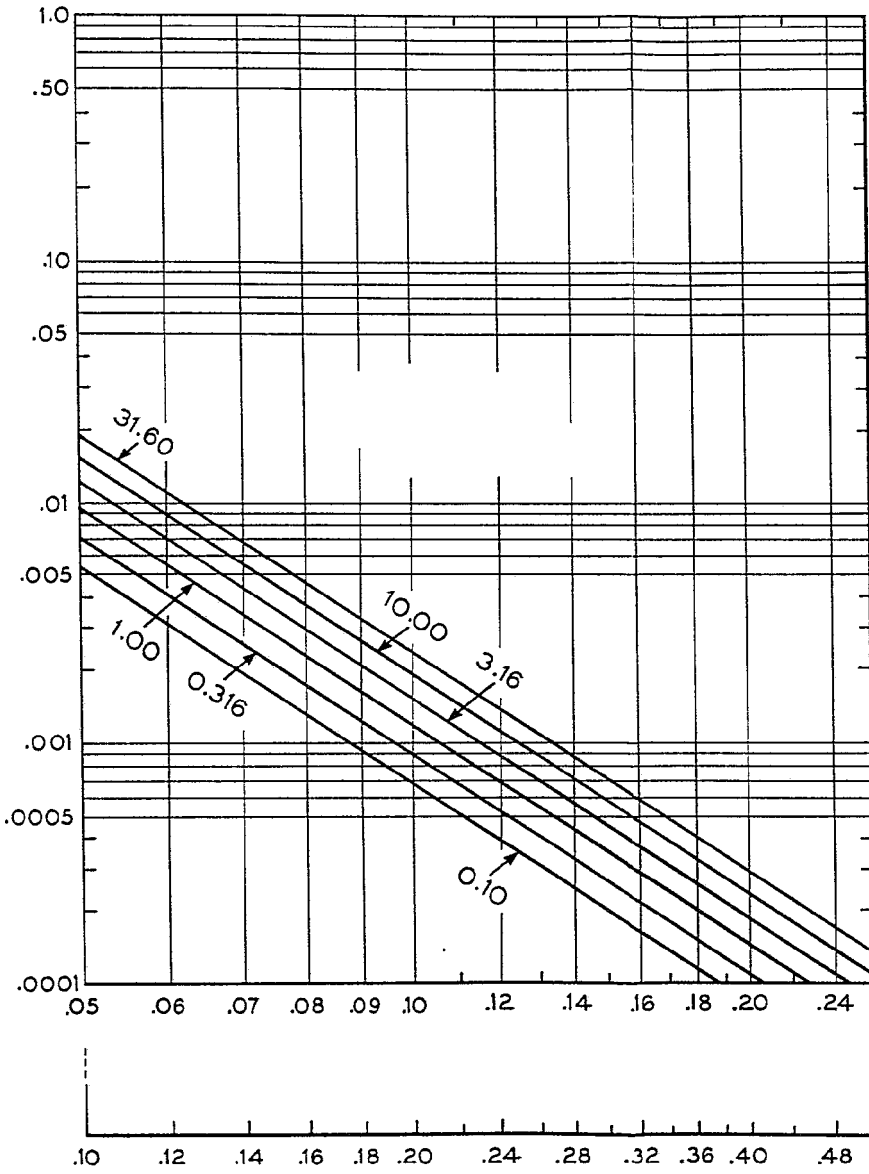


FIG.23.



Fernando de Azevedo
Eng.º

FIG. 24.

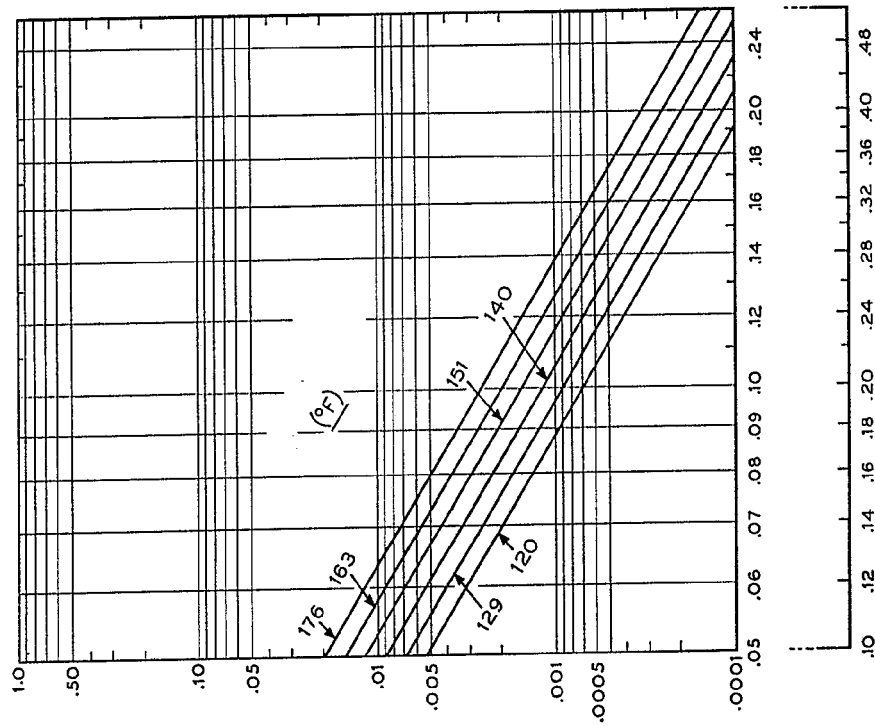
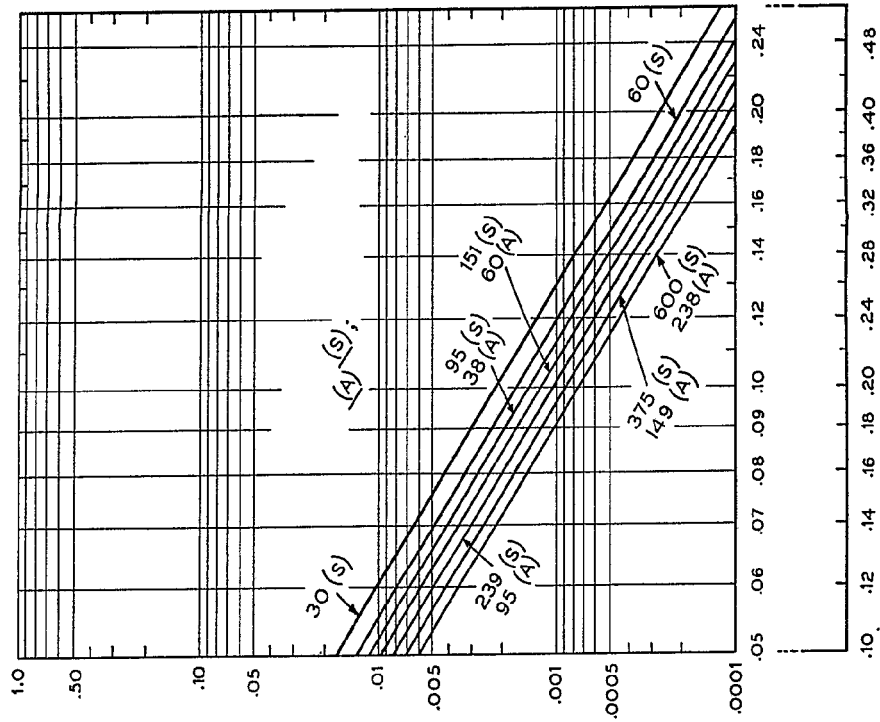


FIG. 25.



Fernand de Elizaburu
Per Bodes

FIG. 24.

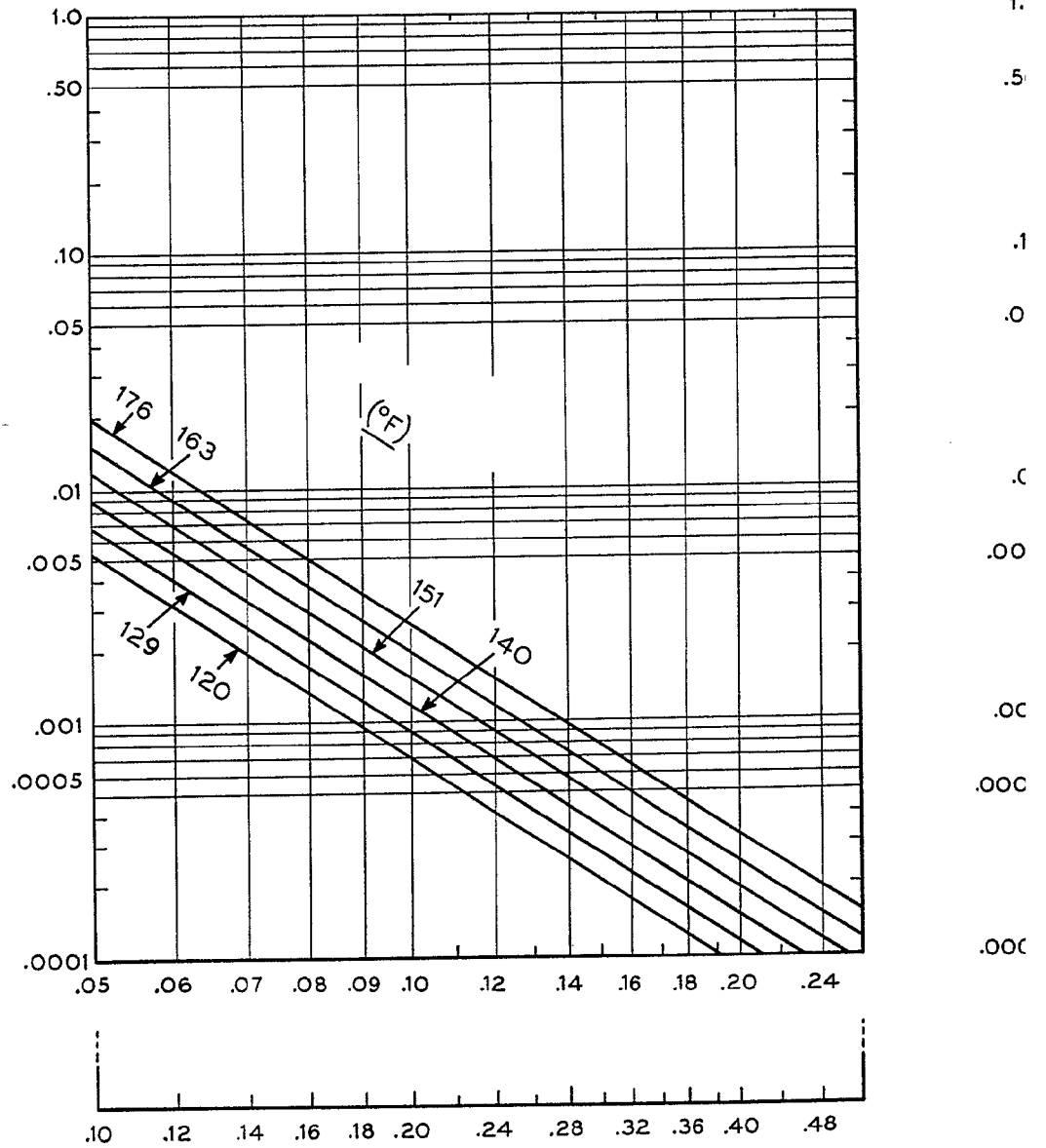
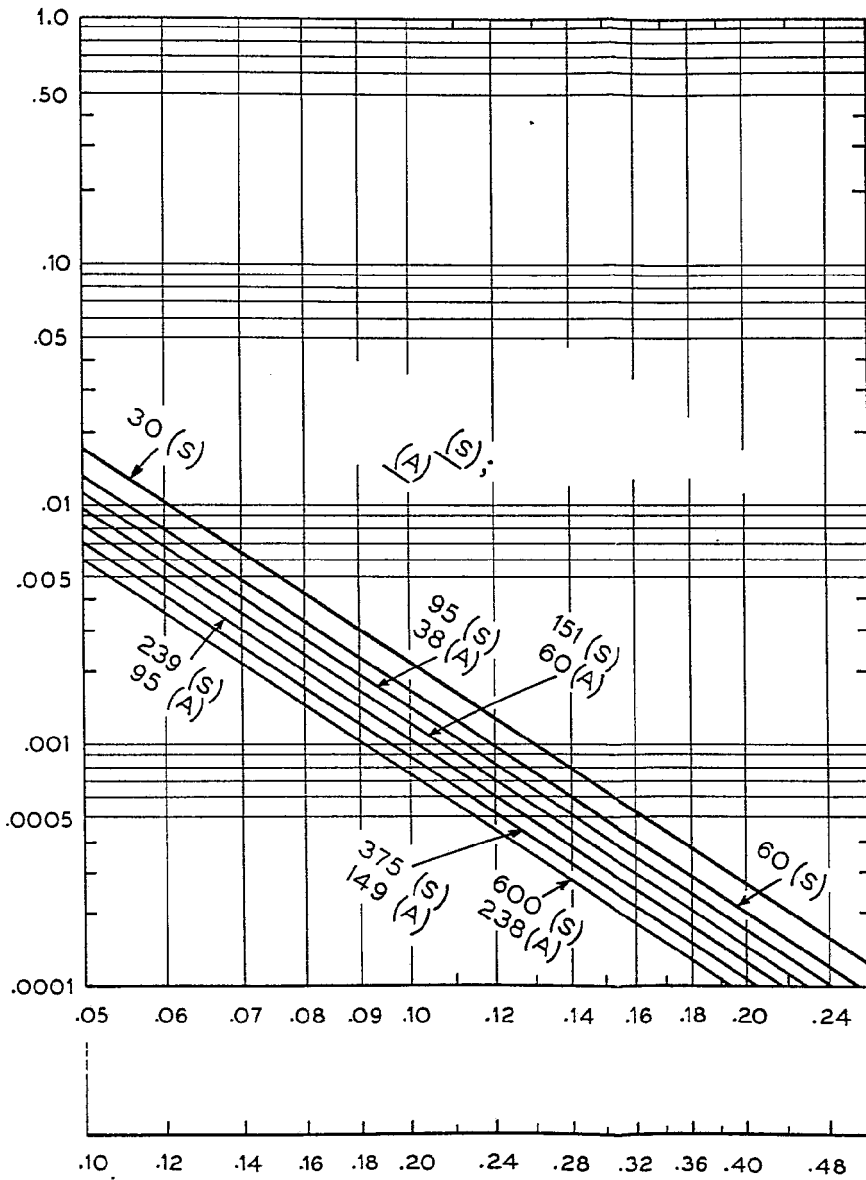


FIG.25.



Fernando de Elizaburu
Per Poder

FIG. 26.

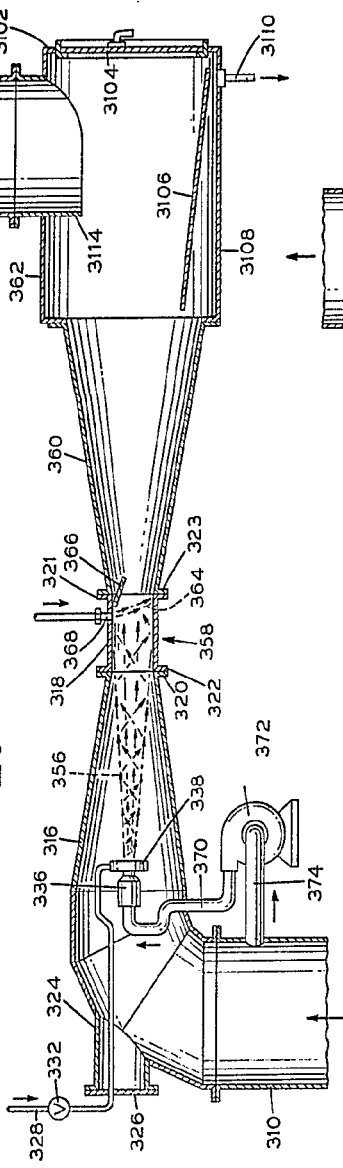


FIG. 27.

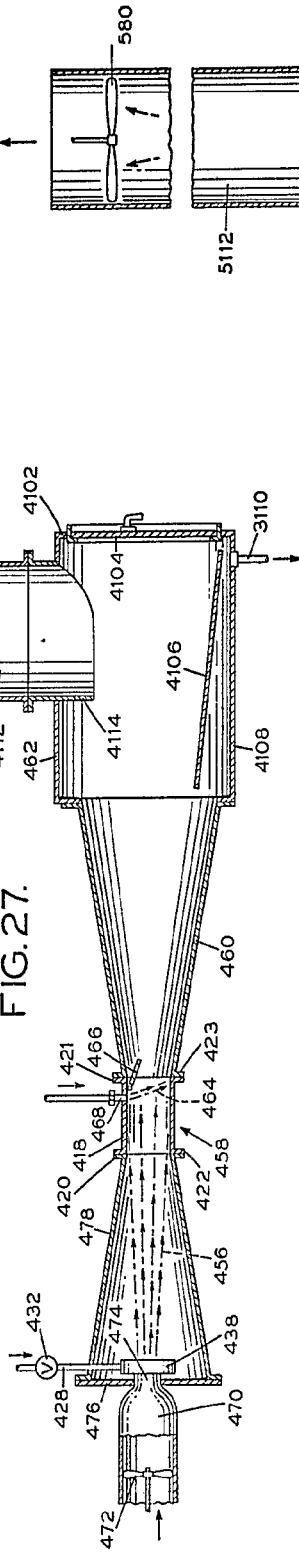
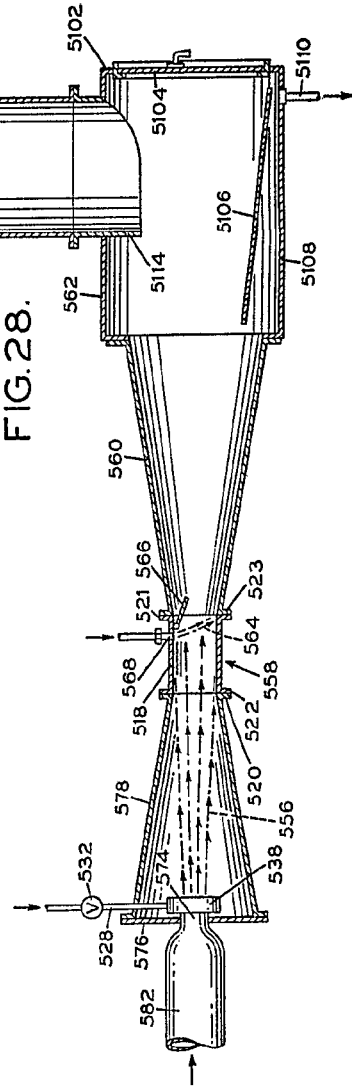


FIG. 28.



Fernando de Elizaburu
 Porfecho




FIG. 26.

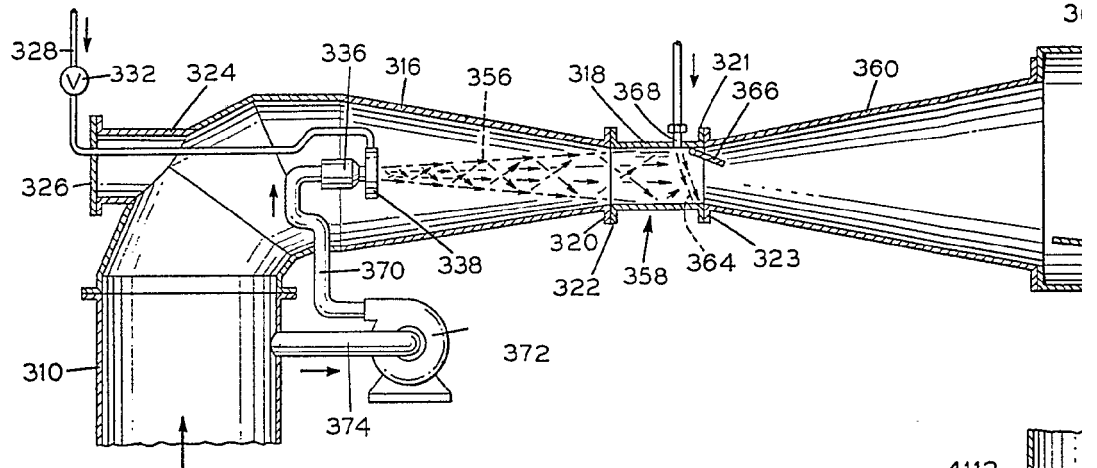
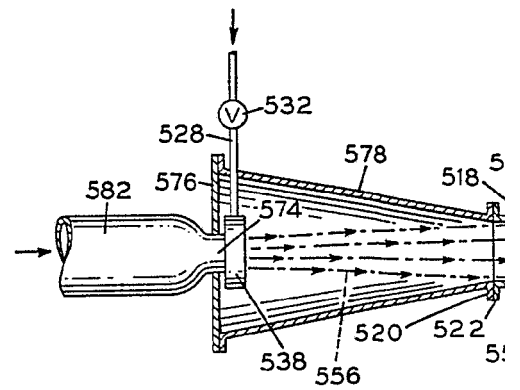
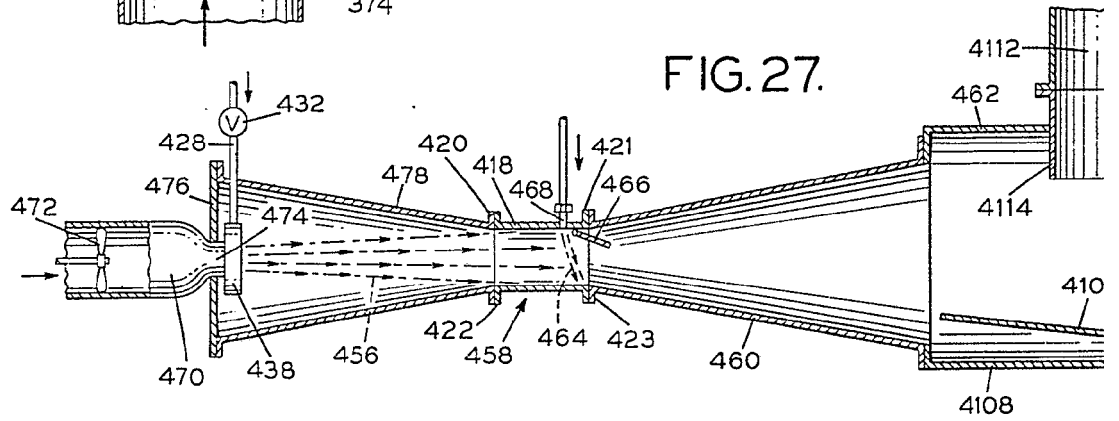


FIG. 27.



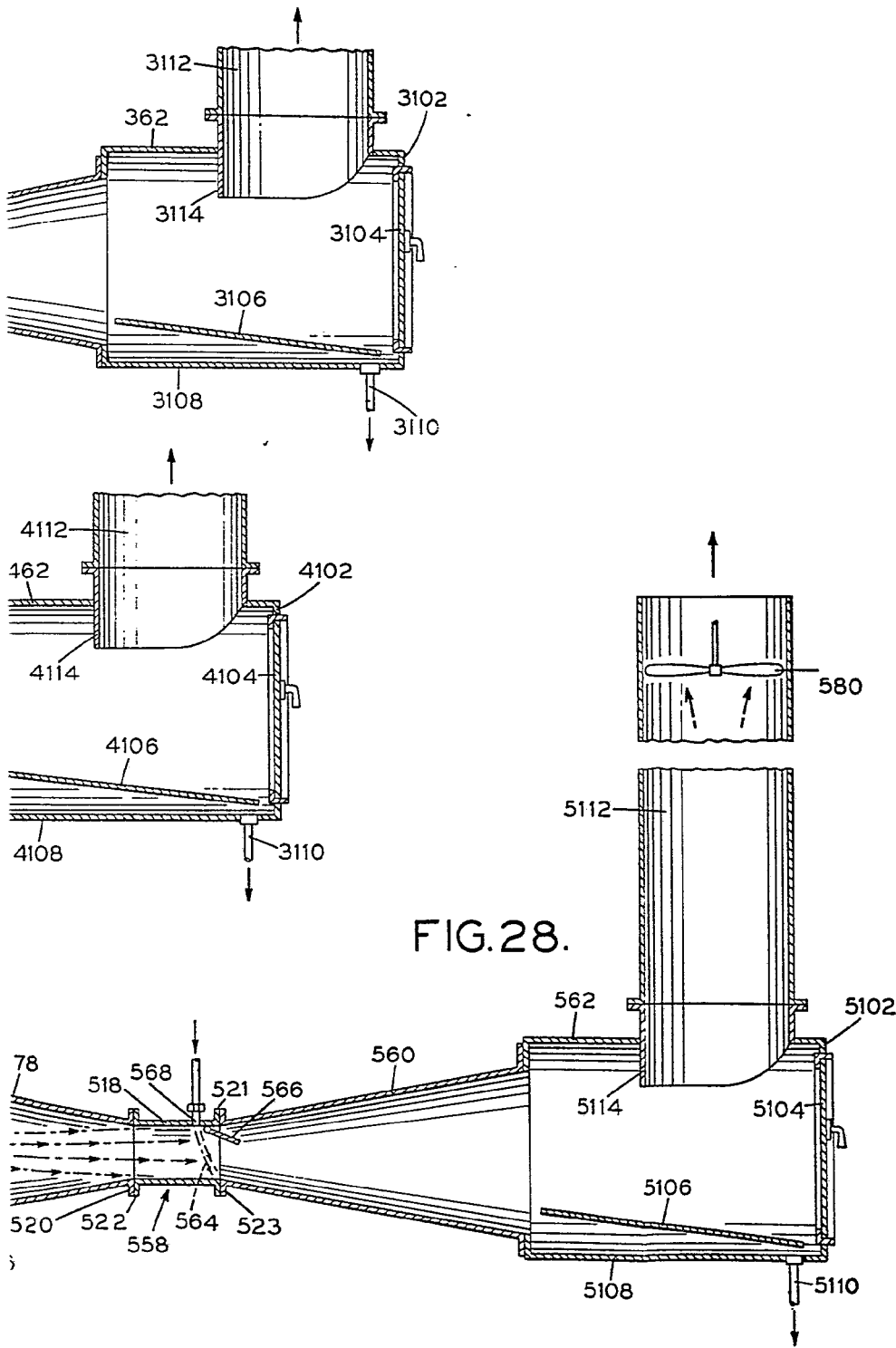


FIG.28.

Fernando de Elzaburu
Por Poderes

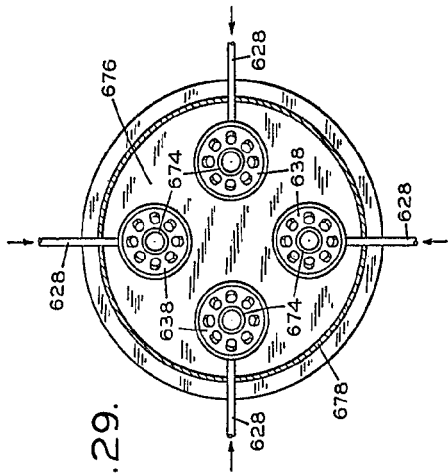
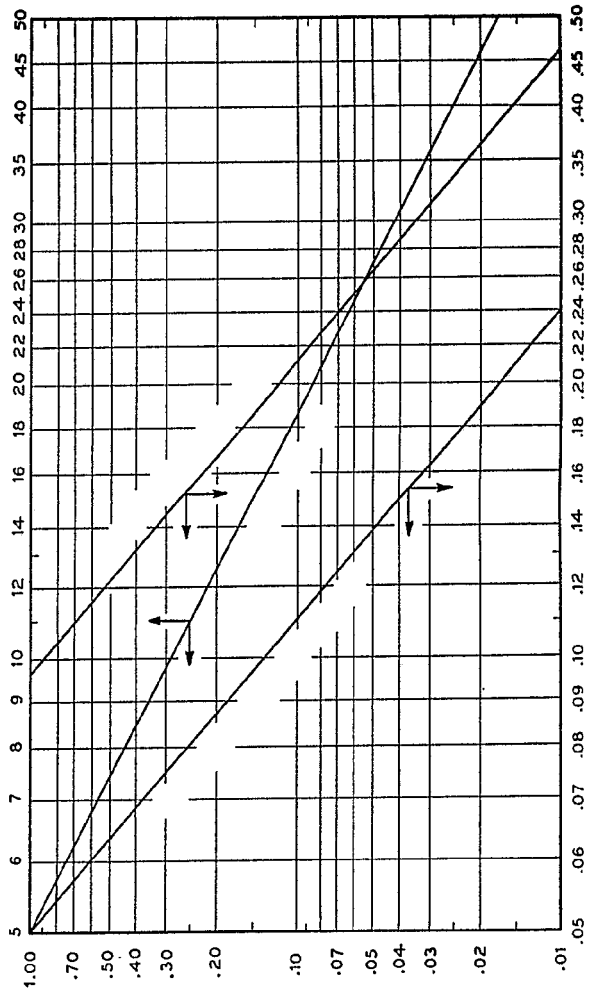


FIG. 29.

FIG. 30.



Fernando de Eizaburu
 P. E. de Eizaburu

FIG. 29.

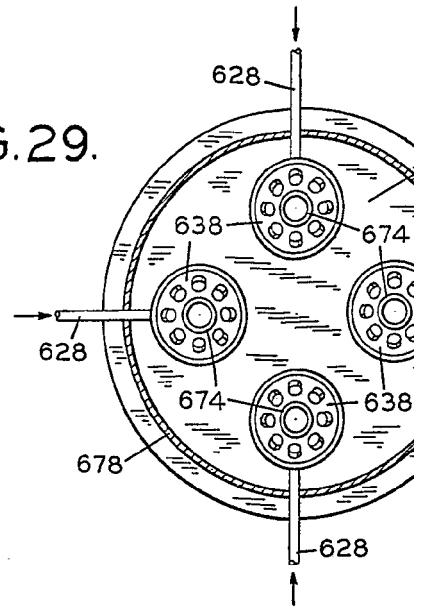
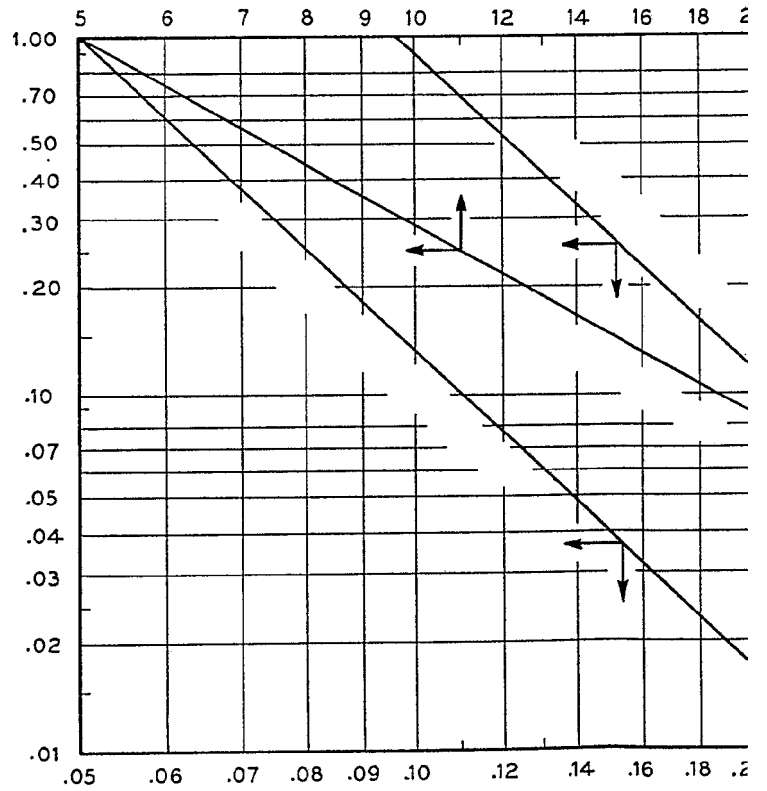
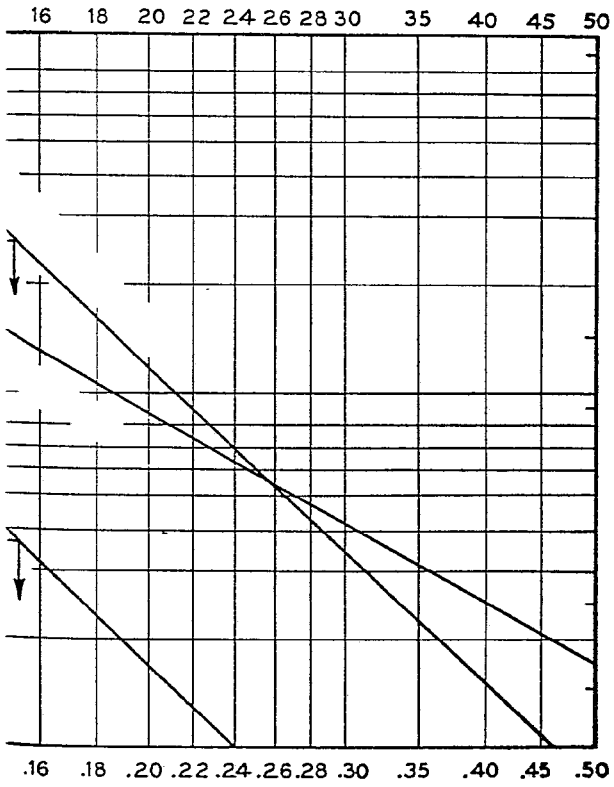
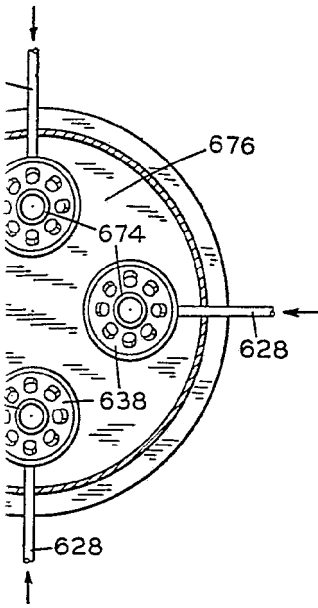


FIG. 30.



66 494



Fernando de Elizaburu