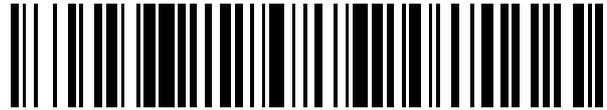


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 783 073**

21 Número de solicitud: 201930233

51 Int. Cl.:

**B05B 1/02** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**13.03.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**16.09.2020**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE HUELVA (100.0%)  
C/ Dr. Cantero Cuadrado 6  
21071 Huelva ES**

72 Inventor/es:

**WEILAND ARDAIZ, Carlos M<sup>a</sup> y  
DUEÑAS DÍAZ, Jose Antonio**

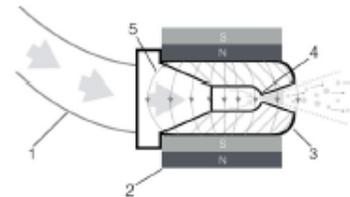
74 Agente/Representante:

**ALGUACIL OJEDA, Juan**

54 Título: **DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA DISMINUIR EL TAMAÑO DE GOTA EN PULVERIZACIONES DE LÍQUIDOS**

57 Resumen:

Dispositivo y procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, que se basa en un cabezal que se fija a una boquilla pulverizadora, en la que circula el fluido acuoso en régimen turbulento, que se ubica al final de una conducción en la que circula un fluido a presión, comprendiendo dicho cabezal al menos un juego de imanes de material ferromagnético ubicados en su perímetro interior o exterior los cuales afectan al fluido acuoso por la generación de un campo magnético con líneas de fuerza preferentemente perpendiculares a la dirección de circulación del fluido; y donde el procedimiento disminuye el tamaño de las gotas hasta un 23,15% en comparación con un fluido sin magnetizar.



**FIG. 1**

**ES 2 783 073 A1**

## DESCRIPCIÓN

### DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO PARA DISMINUIR EL TAMAÑO DE GOTA EN PULVERIZACIONES DE LÍQUIDOS

5

#### **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo que comprende imanes permanentes que generan campos magnéticos en fluidos acuosos utilizados en pulverización, y el  
10 procedimiento requerido para la dispersión o reducción del tamaño de gotas.

Los campos magnéticos reducen el tamaño medio de gota pulverizada y modifican el espectro de distribución de las gotas pulverizadas aumentando el número de gotas de menor tamaño y disminuyendo las de mayor tamaño. Por medio de la presente invención se desarrolla una  
15 solución con la que se consigue el objetivo de la pulverización, pero consumiendo menos líquido y sin aumentar el consumo energético.

La presente invención se encuadra dentro del sector técnico de procesos de tratamientos físicos a líquidos acuosos, más concretamente en el relativo a métodos magnéticos que  
20 modifican las propiedades de líquidos acuosos en equipos de pulverización.

#### **Estado de la técnica**

Es conocido que los líquidos acuosos, tales como agua destilada, agua corriente y  
25 disoluciones acuosas con solutos o con otros líquidos, que fluyen por un circuito o que temporalmente permanecen inmóviles en un depósito, son afectados al aplicarse campos magnéticos sobre ellos, cuyas líneas de fuerza atraviesan el líquido, el cual queda temporalmente magnetizado, modificando algunas de sus propiedades.

30 Después de este proceso de magnetización algunas propiedades del agua cambian dando lugar a anomalías en comparación con el mismo líquido sin magnetizar. Diversos efectos de los campos magnéticos sobre las moléculas del agua que fluye, o que está inmóvil, han sido investigados experimentalmente y se ha señalado que dichos campos magnéticos pueden modificar: absorbancia, índice de refracción, conductividad térmica, viscosidad, tensión  
35 superficial, evaporación, punto de solidificación y ebullición, pH y solubilidad del agua, además

de cambios en la estructura de agrupamiento de sus cadenas moleculares, forma y tamaño de cristalización. Este proceso de magnetización no solo depende de la intensidad del campo magnético, sino también de la duración de la exposición del fluido acuoso al campo magnético.

5 La aplicación más común de campos magnéticos al agua y fluidos acuosos ha sido la prevención de formación y eliminación de incrustaciones en tuberías y calderas; la reducción del índice de corrosión; el aumento de la eficiencia de tratamiento de aguas residuales; el incremento del desarrollo y rendimiento de cultivos agrícolas; o la separación de iones en procesos de desalación, como por ejemplo lo divulgado en las invenciones ES1066215U,  
10 ES1067217U o WO2010023335. En estos casos el objetivo ha sido magnetizar el agua corriente que circula por conducciones normalizadas de diámetro nominal  $\geq 16$  mm, en instalaciones de suministro con contador de uso doméstico, industrial o agrícola, utilizando para ello uno o varios imanes permanentes generadores de campos magnéticos. Se conocen otros dispositivos en los que el tratamiento magnético se realiza de tal manera que el agua se  
15 hace circular por una tubería serpentín o con diseño de circuito revirado, e incluso se subdivide la tubería principal en varias tuberías de menor diámetro nominal. A modo de ejemplo, estos diseños de tuberías se divulgan en los documentos WO2012/146217, WO03/000596, WO95/14885, ES-2014912, ES-2085824, ES-8201107, ES2043186 y ES2085824. Teniendo en cuenta los diámetros de las conducciones y de las tuberías de los dispositivos  
20 mencionados, así como las velocidades admisibles en cualquier punto de las mismas (0,5-2,0 m/s para que no exista deposición de sólidos ni erosión de la conducción), y la densidad ( $1.000 \text{ kg/m}^3$ ) y viscosidad ( $10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$ ) del fluido que transporta (agua corriente), el flujo de agua circulante en ellas se realiza en un régimen turbulento preferentemente comprendido entre  $16.000 < R < 25.000$ , siendo R el Número de Reynolds, y ocasionalmente disminuyendo la  
25 turbulencia hasta llegar a régimen de transición ( $2.000 < R < 4.000$ ) o incluso a régimen laminar ( $R < 2.000$ ).

En otros casos, se utilizan una pluralidad de imanes fijados en el interior o en el exterior de un depósito de almacenamiento de agua. Alternativamente, también se conoce el empleo de  
30 corrientes eléctricas que circulan por bobinas de conductor envueltas alrededor de la tubería de agua circulante o del depósito que almacena el agua, para generar por autoinducción el campo magnético.

En todos los casos anteriores el lugar donde se coloca la fuente que genera el campo  
35 magnético permanente es en medio de la conducción y nunca en una zona singular (por

ejemplo, extremo de la conducción, codo, cono de reducción, manguito de unión, 'te' de derivación, válvula).

5 En otro orden de cosas, también es conocido en este campo técnico que la aplicación de determinados fluidos acuosos mediante pulverización, por ejemplo, fitosanitarios, pinturas, productos de limpieza y humidificadores, es una técnica de elevada precisión, que exige utilizar suficiente presión de trabajo para generar un determinado régimen turbulento de circulación de líquido en el interior de las boquillas, y precisar el resultado buscado con la pulverización.

10 En este sentido, los aparatos pulverizadores utilizan volúmenes de líquido en relación a la superficie a tratar, siendo estos muy influidos por el tamaño de gota pulverizada. El tamaño de gota viene definido por su diámetro ( $\emptyset$ ) y depende de la constante característica de la boquilla del pulverizador (K), de la superficie del orificio de salida calibrado de la boquilla (S), de la constante de gravitación universal (g) y de la presión de trabajo del pulverizador (P),  
 15 mediante la expresión:  $\emptyset = \frac{K \cdot S}{\sqrt{2 \cdot g \cdot P}}$ . El tamaño de gota, fijado por el volumen de gota (V), está

determinado por su diámetro (D), según la expresión:  $V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3$ . Para un mismo volumen de líquido, teniendo en cuenta ambas expresiones, al disminuir el tamaño de gota pulverizada, aumenta más que proporcionalmente el número de gotas pulverizadas y, en consecuencia, aumenta la superficie mojada por el aparato pulverizador. Es decir, para un  
 20 volumen de líquido determinado, el nivel de cobertura (superficie tratada cubierta por gotas pulverizadas en relación a la superficie total a pulverizar) aumenta con la disminución del tamaño de gota. Por tanto, para maximizar el nivel de cobertura de una superficie a pulverizar y minimizar el volumen de líquido acuoso utilizado, interesa producir un espectro de gotas donde predominen las gotas de menor tamaño posible, hasta llegar a un límite que evite la  
 25 deriva y la evaporación de esas gotas pulverizadas. En la práctica, para una determinada boquilla pulverizadora, este objetivo se consigue de manera necesaria aumentando la presión habitual de trabajo del pulverizador, es decir incrementando a su vez el consumo energético.

Habida cuenta de los antecedentes existentes en este campo de la técnica, existe un problema  
 30 técnico consistente en modificar las propiedades de líquidos acuosos con el cual se disminuya el volumen de líquido a pulverizar, sin aumentar la presión de trabajo del pulverizador, y que a su vez se consiga el objetivo deseado con la pulverización. La presente invención consigue, frente a las soluciones conocidas y a la problemática existente, aumentar el rango de gotas

de menor tamaño sin aumentar el rango de gotas de mayor tamaño, gracias a la influencia del campo magnético generado por imanes permanentes, sin aumentar la presión de trabajo del pulverizador, ni su consumo energético.

5 Concretamente, no se conoce ningún documento que divulgue una solución en la que se reduzca el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos acuosos por aplicación de campos magnéticos. De hecho, en los dispositivos magnéticos con imanes permanentes previamente indicados resulta imposible conseguir los efectos obtenidos con nuestra invención, como es reducir el tamaño de gota en el espectro de tamaño gotas pulverizadas, por varios motivos:

10 (i) En la presente invención el imán generador del campo magnético se fija a una boquilla pulverizadora localizada en el extremo de una conducción de líquido acuoso, frente a la disposición del campo magnético en medio de la conducción como se describe en los dispositivos conocidos. En el caso de que en dichos dispositivos se hubiese colocado el imán al final de la conducción de diámetro  $\geq 16$  mm, aun reduciendo el diámetro de salida a uno  
15 igual al de una boquilla pulverizadora, a la salida de la conducción no habría pulverización, sino un chorro de agua, por tanto, la función buscada no hubiese tenido resultado.

(ii) El campo magnético utilizado en la presente invención se aplica a un líquido acuoso que circula por el interior de una boquilla pulverizadora en régimen de flujo turbulento ( $R > 50.000$ ), muy superior al régimen de flujo turbulento de los demás dispositivos ( $16.000 < R < 20$  25.000) en los cuales, el régimen de flujo puede llegar a ser ocasionalmente de transición e incluso laminar. Este régimen turbulento con  $R > 50.000$  es un primer paso necesario para conseguir que la magnetización pueda disminuir el tamaño de las gotas pulverizadas. Queda demostrado que un muy alto régimen turbulento rompe la agrupación natural de las moléculas de agua del líquido acuoso y permite que el campo magnético induzca una nueva  
25 reordenación molecular dando lugar a un líquido más fluido al pasar por el orificio de salida calibrado de la boquilla del pulverizador. En nuestra invención a esta primera reagrupación molecular se suma una segunda reagrupación producida por el campo magnético sobre el fluido una vez traspasado el orificio de salida calibrado del pulverizador. Esta segunda reordenación ocurre cuando el fluido está fuera de la conducción a presión y durante el estado  
30 previo y comienzo de su separación en gotas, y es la que permite conseguir finalmente un espectro de gotas pulverizadas de menor tamaño.

(iii) La duración en el tiempo de los cambios producidos en el líquido acuoso tras su magnetización es proporcional a la intensidad y al tiempo de exposición al campo magnético utilizado. En la presente invención, incluso cuando se utiliza una baja intensidad de campo  
35 magnético y muy breve exposición a dicho campo, la posible desmagnetización del líquido

acuoso nunca ocurriría antes de ser pulverizado. En este sentido, en la presente invención el líquido se magnetiza cuando circula por el interior de la boquilla pulverizadora y también durante el proceso inicial de formación de las gotas que ocurre tras superar el orificio de salida calibrado de la boquilla pulverizadora. En los demás dispositivos magnéticos conocidos, el fluido acuoso una vez magnetizado (generalmente con intensidades de campo bajas y tiempo de exposición reducido), continúa circulando por la conducción o tubería doméstica, industrial o agraria y va perdiendo progresivamente sus propiedades magnéticas.

(iv) El efecto del campo magnético disminuye con la distancia al fluido acuoso. En nuestra invención esa distancia es muy pequeña, normalmente  $< 2,5$  mm (grosor del material de la boquilla), por lo que el efecto del campo magnético es completo en el fluido acuoso, logrando además una gran uniformidad en el tratamiento magnético al fluido. En otras invenciones el efecto del campo magnético se reduce drásticamente con el incremento del diámetro de la conducción (generalmente  $\geq 16$  mm), siendo este efecto mucho menor en el centro de la conducción en comparación a la periferia, por lo que la magnetización no es uniforme en todo el fluido, pudiendo no afectar a parte del fluido cuando se utilizan diámetros de conducción superiores a 20 mm.

Teniendo en cuenta estos aspectos se puede determinar que mediante la presente invención se soluciona el problema de reducir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos acuosos por aplicación de campos magnéticos en conducciones y tuberías con diámetro muy inferior al diámetro comercial ( $\geq 16$  mm) y en régimen de flujo muy turbulento ( $R > 50.000$ ), algo que no es ni divulgado ni sugerido en los documentos conocidos en este campo técnico.

### **Descripción de la invención**

De acuerdo con una realización experimental de la presente invención, el proceso magnético se aplica a agua corriente que fluye en un circuito presurizado de un pulverizador que trabaja 1,7 atm (atmósfera) de presión en una primera realización. En dicha realización el campo magnético tiene una intensidad de 5,1 mT (mili Tesla), presenta líneas de fuerza perpendiculares a la dirección del flujo de agua corriente que circula por el interior de la boquilla del pulverizador, y es generado por dos imanes de ferrita permanentes colocados en posición coaxial y opuestas en el exterior de la boquilla pulverizadora (material cerámico; diámetro orificio de salida calibrado de 1,0 mm; patrón de pulverización de cono lleno) la cual está colocada al final de lanza del pulverizador, tal como se indica en la Fig. 1.

Según otras realizaciones experimentales de la invención se han utilizado presiones de trabajo de entre 2,0 y 7,4 atm, y campos magnéticos de intensidades de entre 8,7 y 11,0 mT. Para la realización de estas pruebas de laboratorio se podría haber elegido cualquier boquilla pulverizadora existente en el mercado con diferente diámetro de orificio de salida calibrado u otro tipo de patrón de pulverización. De la misma manera, se ha utilizado este dispositivo, pero sin colocar imanes de ferrita, para pulverizar agua corriente sin magnetizar.

De forma general, para comparar las gotas pulverizadas de ambos tratamientos primero se realizan fotografías digitales de las superficies pulverizadas, localizadas a 1 m de la boquilla pulverizadora, y después se analiza digitalmente cada imagen con la ayuda del programa ImageJ 1.51K®, desarrollado por National Institutes of Health (US), y por el programa Gotas v2.2®, disponible por el EMBRAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil). Con estos programas se obtienen el tamaño (mm<sup>2</sup>), perímetro (mm) y circularidad (valores 0-1; un círculo perfecto tiene una circularidad de 1 mientras que un objeto irregular o muy 'puntiagudo' tiene un valor de circularidad más cercano a 0) de cada gota pulverizada. La comparación estadística entre gotas magnetizadas y no magnetizadas se realiza con el programa estadístico IBM SPSS Statistics v22.0. Con este programa se obtiene: media, error estándar, intervalo de confianza (95 %), mediana, valores máximo y mínimo y desviación estándar (Tabla 1), e histograma de frecuencias relativas de la distribución de las gotas tabulando los datos en diferentes rangos por tamaños (Fig. 3).

		Media ± Error estándar	Intervalo confianza (95 %)		Intervalo (%)	Mediana	Mínimo	Máximo
			Inferior	Superior				
Tamaño gota (mm <sup>2</sup> )	No Magnetizada	0,102 ± 0,220	0,097	0,108	± 5,51	0,040	0,012	5,497
	Magnetizada	0,088 ± 0,168	0,083	0,093	± 5,50	0,037	0,009	3,220
Perímetro de gota (mm)	No Magnetizada	0,920 ± 0,663	0,903	0,937	± 1,85	0,706	0,390	8,311
	Magnetizada	0,856 ± 0,607	0,839	0,874	± 2,04	0,682	0,338	6,362
Circularidad de gota (0-1)	No Magnetizada	0,923 ± 0,163	0,919	0,927	± 0,45	1,000	0,107	1,000
	Magnetizada	0,904 ± 0,175	0,899	0,910	± 0,56	1,000	0,115	1,000

Tabla 1.- Resumen estadísticos descriptivos.

Los resultados medios obtenidos con las diferentes intensidades de campo magnético y presiones de trabajo indican que el tratamiento magnético reduce el tamaño medio de las

gotas pulverizadas entre 4,12-23,15 %, el perímetro medio entre 3,21-10,46 % y la circularidad media entre 0,98-3,02 %, en comparación a la pulverización con agua sin magnetizar. Los valores más pequeños y los más grandes de cada intervalo se ha obtenido utilizando la menor intensidad de campo magnético (5,1 mT) y presión de trabajo (1,7 atm) del pulverizador, y con la mayor intensidad de campo magnético (11,0 mT) y presión de trabajo (7,4 atm) del pulverizador, respectivamente de las varias realizaciones experimentales realizadas.

Estos ejemplos preferidos, en lo esencial, se pueden llevar se a cabo en otras formas de realización. Por ejemplo, pueden diferir el tipo, número e intensidad de los imanes permanentes que generan el campo magnético, su localización (exterior o interior de la boquilla pulverizadora), o incluso fabricar boquillas con imanes incluidos en su estructura (Fig. 2). Este ejemplo también es aplicable a boquillas pulverizadoras de diferente tipo de material (cerámico, polímero, latón, acero inoxidable, acero inoxidable endurecido, etc.), con otros patrones de dispersión de gotas (chorro plano o hendidura, de turbulencia o cono, de impacto o espejo, de chorro de compacto o de varias salidas, etc.), o con mayores presiones de trabajo (7,5-20 atm).

Este procedimiento permite disminuir el espectro de tamaño de las gotas pulverizadas y consigue, con el mismo volumen de líquido acuoso y sin aumentar la presión de trabajo, aumentar la superficie pulverizada sin aumentar los requerimientos energéticos del pulverizador. Las aplicaciones industriales de este procedimiento son variadas dependiendo del objetivo y la superficie a pulverizar. Por ejemplo, se puede emplear para mejorar-optimizar pulverizaciones de fitosanitarios y de herbicidas en agricultura, de inhaladores en aplicaciones médicas, de difusores para control de la humedad ambiental (p. ej. nebulizadores), etc.

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, se puede definir que el procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos comprende las siguientes etapas:

i) una circulación del fluido acuoso por una conducción o por una lanza a una presión comprendida entre 1-20 atm;

ii) paso del fluido acuoso por una boquilla pulverizadora localizada en el extremo de la conducción o lanza, que fuerza al fluido a circular en régimen turbulento de  $R > 50.000$  y que dispone de un cabezal con al menos 2 imanes según lo definido en los anteriores ejemplos;

iii) una generación de unos campos magnéticos perpendiculares a la dirección del flujo del líquido acuoso de intensidad de campo magnético comprendida entre 1-25 mT, preferentemente entre 5,1 y 11 mT;

iv) una primera magnetización del fluido acuoso cuando este circula por el interior de la boquilla pulverizadora antes de atravesar el orificio de salida calibrado de la misma;

v) una segunda magnetización cuando este fluido ha atravesado el orificio de salida calibrado de la boquilla pulverizadora y comienza a dividirse en gotas;

5 vi) una disminución del tamaño medio de gota de entre el 4,12 y el 23,15 %, en comparación con agua sin magnetizar; consiguiéndose también reducción del perímetro medio entre 3,21-10,46 % y la circularidad media entre 0,98-3,02 %, en comparación a la pulverización con agua sin magnetizar; y

vii) proyección del fluido según el patrón de salida del cabezal de pulverización.

10

Se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales.

15 Para finalizar, con el objeto de completar la descripción y de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta un juego de figuras y dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

Figura 1.- Representación de una sección del dispositivo, donde se observa la conducción (1) o lanza, los imanes (2) y la boquilla (3) del pulverizador con líquido fluyendo en su interior, orificio (4) de salida calibrado y donde también se observa las líneas de fuerzas de los campos magnéticos (5) entre imanes.

Figura 2.- Representación de una sección de un dispositivo donde se observa los imanes que se ubican en el interior de la boquilla formando parte de su estructura.

Figura 3.- Representación de los histogramas de frecuencias relativas de distribución de gotas pulverizadas.

30 Figura 4.- Diagrama representativo de las diferentes etapas del procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos.

### **Descripción detallada de las figuras de la invención.**

35 En la Fig.1 se puede observar el dispositivo para disminuir el tamaño de gota en

pulverizaciones de líquidos objeto de la presente invención, que tiene la particularidad de que es un cabezal que se fija a una boquilla (3) de pulverización que se ubica al final de una conducción (1) o lanza, comprendiendo dicho cabezal al menos un juego de imanes (2) de material ferromagnético ubicados en su perímetro exterior; y donde tiene al menos un orificio (4) de salida de la boquilla de pulverización, siendo de forma preferente un orificio que está calibrado y con una salida de diámetro muy inferior a 16 mm. En este sentido, la boquilla (3) de pulverización puede ser de un material seleccionado de entre polímeros plásticos, latón, acero inoxidable, acero inoxidable endurecido y material cerámico; mientras que los imanes (2) son de un material seleccionado de entre ferrita, neodimio, samario y alnico. Entrando en más detalle, dichos imanes (2) pueden ser de una geometría seleccionada de entre bloque, botón, disco, aro, varilla, laminar, cinta y geometría espacial.

El objetivo que se busca en la invención, y que también se observa en la Fig.2 que es otra realización de la invención, es que los imanes generen campos magnéticos de intensidad comprendida entre 1-25 mT, principalmente perpendiculares a la dirección del flujo del líquido acuoso, ya que cualquier otro ángulo inferior a  $90^\circ$  reduce la eficacia.

En todo caso, tal como se puede observar en la Fig.1, una realización de la invención se caracteriza por que el cabezal queda fijado externamente a la boquilla (3) de pulverización; mientras que en la Fig.2, el cabezal queda fijado internamente en la boquilla (3) de pulverización.

También cabe destacarse que la disposición del juego de imanes (2) es de forma coaxial respecto de la boquilla (3) de pulverización (Fig.1 y Fig.2); no obstante, en otra realización de la invención, los imanes (2) se pueden ubicar de forma paralela respecto de la boquilla de pulverización.

La Fig.3 muestra los histogramas de frecuencias relativas de distribución de gotas pulverizadas, debiendo tenerse en cuenta los datos del resumen de la Tabla 1. En este sentido, se puede observar la distribución porcentual del tamaño de gota magnetizada (F.3A) en comparación con la no magnetizada (F.3B). Se observa que en el intervalo de gotas de menor tamaño (0-0,1 mm<sup>2</sup>) hay mayor proporción de gotas magnetizadas (78,6 %) que de gotas no magnetizadas (73,4 %). También se observa que las gotas magnetizadas de mayor tamaño están en el intervalo 3,2-3,3 mm<sup>2</sup>, mientras que en las gotas no magnetizadas están en el intervalo 5,4-5,6 mm<sup>2</sup>. Esto demuestra que el campo magnético aumenta el número de

gotas de menor tamaño y disminuye el número de gotas de mayor tamaño, en comparación a al agua sin magnetizar. En los gráficos se representa el tamaño (T) de las gotas en mm<sup>2</sup> respecto del porcentaje (%).

5 Por otro lado, también se puede observar la distribución porcentual del perímetro de gota magnetizada (F.3C) en comparación con la no magnetizada (F.3D). Se observa que el intervalo de gotas de menor perímetro (0-0,285 mm) tiene mayor proporción de gotas magnetizadas (32,0 %) que no magnetizadas (31,6 %). En los gráficos se representa el perímetro (P) de las gotas en mm<sup>2</sup> respecto del porcentaje (%).

10 Finalmente, se puede observar la distribución porcentual de la circularidad de gota magnetizada (F.3E) en comparación con la no magnetizada (F.3F). Se observa que en el intervalo de mayor circularidad (0,983-1) hay mayor proporción de gotas no magnetizadas (68,2 %) que de gotas magnetizadas (66,2 %). Por tanto, los resultados obtenidos indican que este procedimiento reduce el tamaño medio de las gotas pulverizadas hasta un 23,15 %, el perímetro medio hasta un 10,46 % y la circularidad media hasta un 3,02 %, en comparación  
15 a la pulverización con agua sin magnetizar. En los gráficos se representa la circularidad (C) de las gotas respecto del porcentaje (%).

La Fig.4 muestra un diagrama con las diferentes etapas de las que consta el procedimiento de dispersión o reducción del tamaño de gotas, las cuales son:

- 20 i) una circulación del fluido acuoso por una conducción a una presión comprendida entre 1-20 atm, donde el diámetro de la conducción es inferior al diámetro comercial (< 16mm);
- ii) paso del fluido acuoso por una boquilla pulverizadora que consigue un régimen de flujo a turbulento ( $R > 50.000$ ), y que dispone de un cabezal con un juego de imanes;
- 25 iii) una generación de unos campos magnéticos perpendiculares a la dirección del flujo del líquido acuoso de intensidad de campo magnético comprendida entre 1-25 mT;
- iv) una primera magnetización del fluido acuoso cuando este circula por el interior de la boquilla pulverizadora antes de atravesar el orificio de salida calibrado de la misma.
- v) una segunda magnetización cuando este fluido atraviesa el orificio de salida calibrado de la boquilla pulverizadora y comienza a dividirse en gotas.
- 30 vi) disminución del tamaño medio de gota y una dispersión de gotas, donde la disminución del tamaño es de hasta un 23,15% en comparación con el fluido sin magnetizar;
- vii) proyección del fluido según el patrón de salida del cabezal de pulverización.

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, que comprende las siguientes etapas:

5 i) una circulación del fluido acuoso por una conducción a una presión comprendida entre 1-20 atm;

ii) paso del fluido acuoso por una boquilla pulverizadora, donde dicho fluido circula a un régimen del flujo a turbulento con  $R$  (*Número de Reynolds*)  $> 50.000$ , comprendiendo dicha boquilla un cabezal con un juego de imanes;

10 iii) generación de unos campos magnéticos perpendiculares a la dirección del flujo del líquido acuoso de intensidad de campo magnético comprendida entre 1-25 mT;

iv) una primera magnetización del fluido acuoso cuando este circula por el interior de la boquilla pulverizadora antes de atravesar el orificio de salida calibrado del cabezal la misma;

15 v) una segunda magnetización cuando este fluido atraviesa el orificio de salida de la boquilla pulverizadora, donde el fluido comienza a dividirse en gotas;

vi) disminución del tamaño de las gotas y una dispersión de las gotas; y

vii) proyección del fluido según el patrón de salida del cabezal de la boquilla de pulverización.

20 2. Procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 1, donde el diámetro de la conducción es inferior a 16 mm.

3. Procedimiento para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 1, donde la disminución del tamaño de gota es de hasta un 23,15% en  
25 comparación con un fluido sin magnetizar.

4. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que comprende un cabezal que se fija a una boquilla (3) de pulverización que se ubica al final de  
30 una conducción (1), comprendiendo dicho cabezal al menos un juego de imanes (2) de material ferromagnético ubicados perimetralmente en el contorno de la boquilla (3), y al menos un orificio (4) de salida.

5. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la  
35 reivindicación 4, donde la boquilla (3) de pulverización es de un material seleccionado de entre

polímeros plásticos, latón, acero inoxidable, acero inoxidable endurecido y material cerámico.

6. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde los imanes (2) son de un material seleccionado de entre ferrita, neodimio, samario y álnico.

7. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde los imanes (2) son de una geometría seleccionada de entre bloque, botón, disco, aro, varilla, laminar, cinta y geometría espacial.

8. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde los imanes (2) generan campos magnéticos (5) perpendiculares a la dirección del flujo del líquido acuoso.

9. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde el cabezal queda fijado externamente a la boquilla (3) de pulverización.

10. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde el cabezal queda fijado internamente en la boquilla (3) de pulverización.

11. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde el juego de imanes (2) se ubica de forma coaxial respecto de la boquilla (3) de pulverización.

12. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde el juego de imanes (2) se ubica de forma paralela respecto de la boquilla (3) de pulverización.

13. Dispositivo para disminuir el tamaño de gota en pulverizaciones de líquidos, según la reivindicación 4, donde el orificio (4) de salida calibrado de la boquilla de pulverización está calibrado y tiene un diámetro inferior a 16 mm.

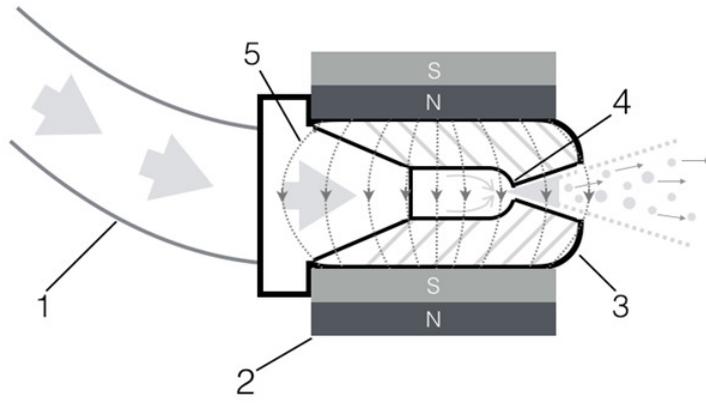


FIG.1

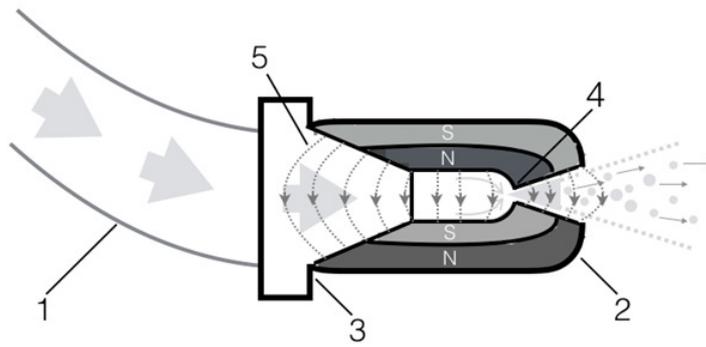
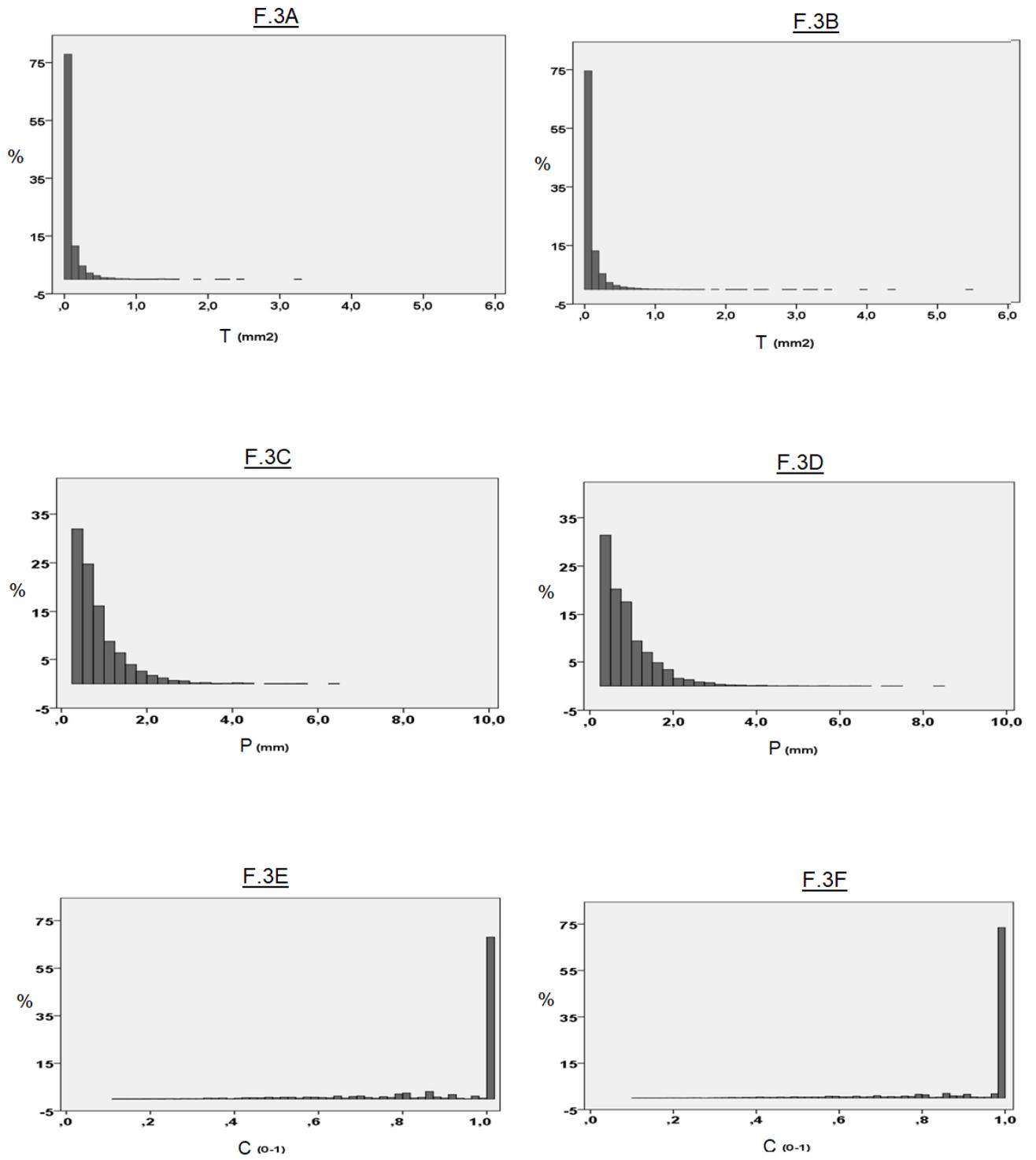


FIG.2



**FIG.3**

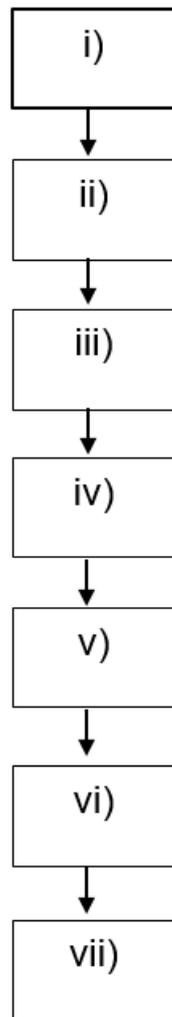


FIG.4



- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201930233  
 ②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 13.03.2019  
 ③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **B05B1/02** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CN 205773550U U (GUANGDONG SHANGDIAN ENV PROT ENG CO LTD) 07/12/2016, Todo el documento.	4-13
A	US 2014263696 A1 (LENHARDT THEODORE F) 18/09/2014, Resumen; párrafos [0077 - 0095]; figuras 1 - 4.	1-12
A	CN 207823237U U (UNIV ANHUI SCI & TECHNOLOGY) 07/09/2018, Todo el documento.	4
A	WO 2018125028 A1 (UNIVERSAL INSTR CORPORATION) 05/07/2018, Párrafos [0007 - 0065]; figuras 3a - 4.	4
A	US 2009250131 A1 (FARRELL PATRICK L) 08/10/2009, Resumen; figura 3.	4
A	US 6276617 B1 (LENHARDT THEODORE F) 21/08/2001, Resumen; figuras 2 - 3.	4
A	CN 103962994 A (PETROCHINA CO LTD) 06/08/2014, todo el documento.	4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
18.03.2020

Examinador  
O. G. Rucián Castellanos

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXP