

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 356 214**

21 Número de solicitud: 200901922

51 Int. Cl.:

**E03F 3/04** (2006.01)  
**F16L 9/00** (2006.01)  
**E03C 1/122** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:  
**24.09.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud:  
**06.04.2011**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**09.05.2012**

Fecha de la concesión:  
**04.04.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:  
**16.04.2013**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA  
OTRI EDIFICIO CENTRAL C/ DELGADO  
BARRETO S/N  
38200 LA LAGUNA (Tenerife) ES**

72 Inventor/es:

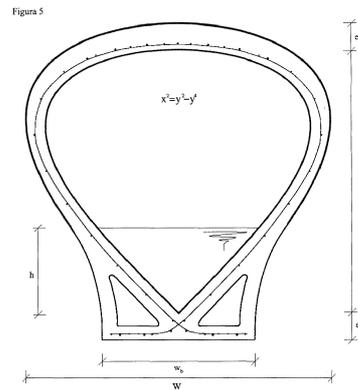
**GARCIA ROMAN, Manuel Damian y  
GONZALEZ FARIÑAS, Juan Eusebio**

54 Título: **ELEMENTO TUBULAR DE SECCIÓN INTERIOR NO CONVENCIONAL QUE AUMENTA LA VELOCIDAD DE FLUJO EN CANALIZACIÓN DE SANEAMIENTO Y DRENAJE PLUVIAL.**

57 Resumen:

Esta invención consiste en la realización de conducciones con sección interior no convencional delimitada por ciertas curvas algebraicas planas de grado superior a 2, simétricas respecto al eje vertical y que presentan en su parte inferior un apuntamiento acusado respecto a la forma de su parte superior, que permiten conseguir un incremento de la velocidad relativa del flujo respecto a la de secciones como la circular y ovoidal.

El uso de estas conducciones es de utilidad en canalizaciones que presenten problemas de bajas velocidades de flujo sobre todo aquellas redes que deben transportar al mismo tiempo aguas residuales y pluviales, y que por lo tanto deben dimensionarse para un rango de caudales muy amplio, y las redes instaladas en zonas donde la pendiente del terreno es casi nula o incluso negativa (inversa al sentido del flujo).



ES 2 356 214 B2

## DESCRIPCION

**Elemento tubular de sección interior no convencional que aumenta la velocidad de flujo en canalizaciones de saneamiento y drenaje pluvial.**

### Sector de la técnica

- 5 Ingeniería hidráulica, con aplicación en las ingenierías civil e industrial. Fabricación de tuberías utilizables, por ejemplo, en conducciones de saneamiento y drenaje urbano.

### Introducción

10 El transporte de las aguas residuales y de drenaje pluvial desde su captación en los imbornales y en los puntos de suministro (viviendas, locales comerciales e industrias) hasta su entrega en las estaciones de tratamiento o de vertido se realiza mediante redes ramificadas que confluyen en un número reducido de colectores de cierto tamaño. En ocasiones, algunos de los tramos, o incluso toda la red, presentan problemas de bajas velocidades de flujo, sobre todo aquellas redes que deben transportar al mismo tiempo aguas residuales y pluviales, y que por lo tanto  
15 deben dimensionarse para un rango de caudales muy amplio, y las redes instaladas en zonas donde la pendiente del terreno es casi nula o incluso negativa (inversa al sentido del flujo).

En estos casos se utilizan, en lugar de la sección interior circular, otras secciones que a igual pendiente y coeficiente de fricción, favorecen la velocidad del flujo cuando los caudales son  
20 pequeños. Una de estas secciones interiores es la sección ovooidal, cuya utilización supone cierto incremento de la velocidad relativa del flujo cuando los caudales que transporta son muy pequeños (del 0,5 al 1 por mil del caudal a sección llena). También se usan secciones interiores con forma de elipse, aunque su utilización generalmente responde a problemas de restricción de espacio para albergar la conducción. Tanto la circunferencia, como el ovoide y  
25 la elipse son curvas definidas (a trozos en el caso del ovoide) por polinomios de grado 2, porque los puntos que las forman son ceros de un polinomio  $p(x,y)$  de segundo grado.

Esta invención consiste en la realización de conducciones con sección interior no convencional delimitada por ciertas curvas algebraicas planas de grado superior a 2,  
30 simétricas respecto al eje vertical y que presentan en su parte inferior un apuntamiento acusado respecto a la forma de su parte superior. Se entiende como apuntamiento acusado a la

existencia de un punto singular crunodal o cuspidal de la curva algebraica, o simplemente de una reducción sensible del radio de curvatura en la zona inferior de la misma.

5 En las conducciones de saneamiento y drenaje pluvial, las características del fluido (agua con materia orgánica y sólidos en suspensión) y la variabilidad de los caudales a transportar condicionan que el flujo se produzca en lámina libre. En efecto, el coste de explotación del bombeo hace que se evite utilizar sistemas de bombeo en las redes de saneamiento y drenaje, con lo que el flujo en general se produce por gravedad, llenando más o menos la sección interior de la conducción según sea mayor o menor el caudal. Además, cuando el flujo se  
10 produce en lámina libre, se produce intercambio de oxígeno entre el agua residual y el aire del interior de la conducción, frenando la actividad de los organismos sulforreductores y la producción de sulfuro de hidrógeno, gas tóxico y de olor desagradable. El intercambio de oxígeno se ve favorecido por las turbulencias en la superficie del flujo en contacto con el aire, que se producen en mayor medida cuanto mayor sea la velocidad del flujo.

15 La velocidad del flujo, determinada usualmente con la expresión de Manning-Strickler, es una variable que condiciona el diseño de las conducciones de saneamiento y aguas pluviales. Por un lado, velocidades del flujo muy bajas permiten la sedimentación sin arrastre de los sólidos en suspensión, que pueden llegar a cegar en parte o incluso en su totalidad la sección interior  
20 de la conducción produciéndose el atascamiento o al menos una considerable reducción de su capacidad de transporte. Por otro lado, velocidades excesivamente altas pueden causar la meteorización física de las paredes, favorecida por la presencia de partículas sólidas en suspensión, o incluso la rotura de la conducción en los puntos de cambio de dirección del flujo por no poder soportar las sollicitaciones debidas al cambio de cantidad de movimiento.

25 El caudal a transportar por una conducción de saneamiento y drenaje pluvial puede llegar a variar mucho a lo largo del año o incluso del día. En las redes unitarias, aquellas que transportan tanto las aguas residuales como las captadas por los imbornales de drenaje pluvial, las conducciones tienen que dimensionarse para transportar la suma del caudal máximo  
30 previsible de agua de lluvia más el caudal punta de aguas negras. Esto frecuentemente confiere a los colectores principales de dichas redes un gran tamaño, que en los momentos en los que no llueve y el caudal de aguas residuales es mínimo, se traduce en velocidades de flujo muy bajas, sedimentación de sólidos en suspensión y aparición de condiciones

anaeróbicas en las que proliferan las bacterias sulforreductoras productoras de sulfuro de hidrógeno.

### Estado de la técnica

5

Las tuberías de saneamiento y drenaje con sección interior en forma de ovoide presentan ventajas sobre las tuberías de sección circular cuando se trata de transportar caudales muy inferiores al caudal a sección llena. En efecto, la velocidad del flujo con esos caudales bajos (del orden del 0,5 por mil o el 1 por mil del caudal a sección llena) es mayor en relación a la  
10 velocidad a sección llena en conducciones con sección interior en forma de ovoide que en aquellas con sección interior circular. Las secciones interiores de las conducciones objeto de esta invención presentan, en lo que respecta a la velocidad relativa para caudales mínimos, una ventaja superior respecto a la sección circular que la que presenta la sección ovoidal.

15

Las secciones interiores de las conducciones de saneamiento y drenaje pluvial adoptan otras formas además de la circular y la ovoide. Una de ellas es la tradicional galería rectangular con techo plano o en bóveda de cañón, incluyendo, o no, una cuna semicircular o triangular en el centro de la solera o junto a uno de los hastiales para caudales mínimos. Otra forma para la  
20 sección interior es la forma de elipse, que con perfil exterior octogonal se describe en la patente europea 0508875, de Leblanc y Brocart. La forma en elipse es utilizada fundamentalmente cuando existen restricciones geométricas en la construcción impuestas por la existencia de otras conducciones o instalaciones en el subsuelo.

25

Otras tuberías de hormigón con sección interior oval son las que propone Buente en la patente  
US 2261912, con exterior cilíndrico, que tienen como principal ventaja una mayor resistencia a las sollicitaciones a flexión longitudinal, como consecuencia del aumento del momento de inercia de la sección sólida.

30

La alternativa a las conducciones de sección circular más utilizada hasta ahora para mejorar la velocidad del flujo en lámina libre con caudales mínimos es la sección en forma de ovoide u ovoidal. El ovoide no es una curva algebraica, sino una curva cerrada construida con trozos de circunferencia, que a su vez es una curva algebraica de grado 2. El ovoide que se utiliza normalmente en la sección de colectores es el que tiene relación de altura/anchura igual a 3/2,

en el que además la relación de radios de curvatura de los polos es 2/1. Con tuberías de sección interior ovoidal se consigue que, cuando el caudal es el 1 por mil del caudal a sección llena, la velocidad relativa (que es independiente de la pendiente de la conducción y de la rugosidad de la misma, supuesta esta última constante en toda la sección interior) sea  
 5 aproximadamente del 18,5% de la velocidad a sección llena, mientras que en la sección circular es sólo del 15,9% de la velocidad a sección llena. Si el caudal es el 0,5 por mil del caudal a sección llena, la velocidad del flujo en la sección ovoidal es el 14,9% de la velocidad a sección llena, mientras que en la circular es sólo el 12,8%.

10 Otra sección que se utiliza en conducciones de saneamiento, aunque mucho menos frecuentemente, es la elipse con el eje mayor en vertical. La elipse es una curva algebraica de grado 2 que presenta el mismo apuntamiento en su parte superior que en la inferior.

### Breve descripción de la invención

15 Esta invención consiste en una conducción cuya sección interior es la delimitada por una curva algebraica cerrada y plana de grado tres o mayor como las curvas elípticas (de grado 3), la lemniscata de Bernoulli, la lemniscata de Huygens o las lemniscatas de Booth (de grado 4), que presenta un apuntamiento sensiblemente acusado en la parte inferior respecto a la forma  
 20 de su parte superior, y mayor que el de las secciones que se han utilizado hasta ahora. Ejemplos de estas secciones encerradas por curvas algebraicas planas son algunas curvas elípticas (de grado 3), la lemniscata de Bernoulli, la lemniscata de Huygens o las lemniscatas de Booth (todas de grado 4) ya mencionadas.

25 Para un caudal del 1 por mil del caudal a sección llena, la velocidad del flujo que transporta una conducción de sección interior encerrada por el óvalo de la lemniscata de Booth  $3(x^2+y^2)^2 = 8y^2-4x^2$  es el 19,6% de la velocidad a sección llena. Para ese caudal relativo, la velocidad del flujo en una conducción de sección interior definida por el óvalo de la curva elíptica  $x^2 = -y^3+y/2+2/27$  o el óvalo superior de la lemniscata de Huygens  $x^2+y^4 = y^2$  es el 20,1% de la  
 30 velocidad a sección llena. Para la sección definida por el óvalo superior de la lemniscata de Bernoulli  $(x^2+y^2)^2 = 2(y^2-x^2)$ , la velocidad del flujo para un caudal relativo del 1 por mil es el 20,2% de la velocidad a sección llena. Por otro lado, si el caudal es el 0,5 por mil del caudal a sección llena, las velocidades relativas son del 16,5% para la lemniscata de Booth  $3(x^2+y^2)^2 =$

$8y^2-4x^2$  , del 16,9% para la lemniscata de Bernoulli  $(x^2+y^2)^2 = 2(y^2-x^2)$  y del 17,0% para la curva elíptica  $x^2 = -y^3+y/2+2/27$  y la lemniscata de Huygens  $x^2+y^4 = y^2$  .

En resumen, en las conducciones de sección interior definida por el óvalo de la curva elíptica  $x^2 = -y^3+y/2+2/27$ , el óvalo superior de la lemniscata de Huygens  $x^2+y^4 = y^2$  o el óvalo superior de la lemniscata de Bernoulli  $(x^2+y^2)^2 = 2(y^2-x^2)$  se consigue un incremento de la velocidad relativa en torno al 30% sobre la velocidad relativa de la sección circular, y del 9% al 14% sobre la velocidad de la sección ovoidal para caudales del 0,5 al 1 por mil del caudal a sección llena.

10

El aumento de velocidad relativa para esos caudales pequeños en las conducciones de sección interior definida por el óvalo superior de la lemniscata de Booth  $3(x^2+y^2)^2 = 8y^2-4x^2$  es algo menor, pero también es significativo, puesto que supone en torno a un 27% sobre la velocidad relativa en la sección circular, y entre un 6% y un 11% sobre la velocidad relativa en la sección ovoidal.

15

### Descripción detallada

La conducción objeto de la invención se caracteriza porque la sección interior está delimitada por un óvalo de una curva algebraica plana de grado mayor que 2, simétrica respecto al eje vertical, con un apuntamiento diferenciado en su parte inferior respecto a la forma en su parte superior y preferiblemente convexa para maximizar el radio hidráulico. Algunos ejemplos de estas curvas son ciertas curvas elípticas y las lemniscatas de Huygens, de Bernoulli o de Booth.

25

En matemáticas se llaman curvas elípticas a las curvas algebraicas proyectivas suaves de género 1, y en particular a las curvas planas cuya ecuación se puede reducir a una del tipo  $x^2 = -y^3-py+q$ , donde  $p$  y  $q$  son dos parámetros. Las curvas elípticas no deben confundirse con la elipse, curva con dos ejes de simetría de ecuación (reducible a)  $(x/a)^2+(y/b)^2=1$ : las curvas elípticas reciben ese nombre por su relación con la teoría de funciones elípticas. La geometría en el plano euclídeo de las curvas elípticas admite distintas configuraciones dependiendo del signo del discriminante  $D = -4p^3 - 27q^2$ . Sólo las curvas elípticas con discriminante  $D$  mayor o igual que cero tienen una componente cerrada u óvalo (que no debe confundirse con el

30

ovoide), y por lo tanto sólo esas curvas elípticas pueden definir la sección interior de una tubería. Se tiene entonces una sección interior distinta para cada par de valores  $p$  y  $q$  tales que  $-4p^3 \geq 27q^2$ , y cada una de esas secciones es convexa.

- 5 La lemniscata de Huygens es la curva de ecuación  $x^2 = y^2 - y^4$ , y pertenece a la familia de curvas denominadas lemniscatas de Brouhman-Routh, que tienen ecuación  $x^m = y^{m(n-1)}(1 - y^n)$ , donde los parámetros  $m$  y  $n$  son dos números enteros mayores que 1. Las curvas de esa familia sólo presentan alguna componente cerrada u óvalo cuando  $m$  es un número par, y ese óvalo, que siempre es puntiagudo, es convexo sólo cuando  $n=2$ . La lemniscata de Huygens es  
10 la curva de esa familia con  $m=n=2$ .

Las lemniscatas de Bernoulli son las curvas de ecuación  $(y^2 + x^2)^2 = 2a^2(y^2 - x^2)$ , donde  $a$  es un parámetro que actúa como un factor de escala, y por lo tanto, a efectos de definir la sección interior de una conducción puede obviarse, por ejemplo, particularizándolo en  $a=1$ . La  
15 lemniscata de Bernoulli con  $a=1$ , de ecuación  $(x^2 + y^2)^2 = 2(y^2 - x^2)$ , también es la curva correspondiente al valor del parámetro  $c=1/2$  de la familia de lemniscatas de Booth, de ecuación  $(x^2 + y^2)^2 + 4cx^2 = 4c(x^2 + y^2)$  con  $c$  entre 0 y 1. Todas las lemniscatas están formadas por dos componentes cerradas u óvalos simétricos, convexos y puntiagudos unidos entre sí por sus puntas. Para definir el contorno de la sección interior sólo se usa el óvalo superior (el que  
20 está formado por los puntos de ordenada positiva).

La sección interior de una conducción es la que determina su comportamiento hidráulico. Algunas de las conducciones objeto de esta invención, con sección definida por una curva algebraica cerrada plana con apuntamiento inferior significativo, registran un aumento de la  
25 velocidad relativa para caudales pequeños de hasta un 32% respecto a la de la sección circular, lo que supone una mejora considerable respecto a las conducciones de sección ovoidal (ver Figuras 1, 2, 3 y 4 en las que se comparan las relaciones entre el caudal relativo al caudal a sección llena  $Q/Q_{II}$  y la velocidad relativa a la velocidad a sección llena  $v/v_{II}$  de algunas de estas secciones con la sección circular y el ovoide).

30

La forma exterior de la sección transversal depende de la sección interior, del material de la tubería, del proceso de fabricación de la conducción y de la resistencia mecánica requerida. Para conducciones construidas a partir de piezas de tubería cuya fabricación e instalación es

más simple o sensiblemente menos costosa si se hace con pared de espesor constante (como el PRFV con la técnica de arrollamiento cruzado, el PVC extrusionado, las tuberías de pared estructurada o las de chapa de acero doblado y soldado longitudinalmente), la sección exterior se obtiene por off-set de la sección interior. Sin embargo, para conducciones de hormigón  
5 construidas in-situ o fabricadas con piezas de tubería mediante un proceso en el que un espesor de pared no constante no dificulte significativamente la fabricación o la instalación, la sección exterior puede ser plana en la parte inferior, y adoptar distintas formas en el resto de la sección transversal. Este es el caso de las piezas de tubería de hormigón fabricadas con la técnica de vibrocompresión o vibrocompactación en moldes de eje vertical con la forma  
10 adecuada. Aumentando el espesor de pared en las partes superior e inferior, y por tanto el momento de inercia de la sección, se pueden adoptar secciones exteriores que maximicen la resistencia a flexión de las piezas de tubería, especialmente de aquellas que se prevé que van a estar fuertemente sometidas a esta sollicitación. También es posible reforzar la parte inferior de la sección frente a la concentración de esfuerzos ocasionada por el apuntamiento mediante  
15 la inclusión de tabiques longitudinales colocados más o menos verticalmente y uniendo el exterior de la sección con la base de apoyo de la pieza. Estos tabiques, además de servir de refuerzo, tienen el doble cometido de cerrar los laterales o riñones de la tubería a la entrada de material difícilmente compactable en instalación subterránea, pudiendo los huecos que se crean servir de alojamiento a otras instalaciones como las de telecomunicaciones, control, etc.  
20 o para la detección de fugas. Alternativamente dichos huecos podrían cegarse con el material del que está hecha la conducción, a costa de emplear mayor volumen de material en el proceso de fabricación.

El tamaño de la sección depende del caudal máximo a transportar, de la rugosidad del  
25 material en la cara interior y de variables geométricas como la pendiente del fondo de la conducción una vez construida. Si se construye a partir de piezas de tubería hechas de materiales pesados como hormigón, fundición o acero, la longitud de cada una de las piezas responde a un compromiso entre las necesidades de minimizar el número de juntas (y por tanto las pérdidas de carga) y la de fabricar piezas transportables y suficientemente  
30 manejables.

Las uniones entre piezas de tubería y entre éstas y los accesorios dependen del material de fabricación, del tamaño de la sección y de la presión interior máxima de trabajo en caso de

entrar en carga la conducción. Para conducciones de sección interior definida por una curva algebraica plana de grado mayor que 2 se pueden usar las mismas tipologías de uniones que para las de sección ovoidal del mismo tamaño y material: unión machihembrada para piezas de tubería de hormigón, de enchufe-cilindro para las de PRFV y las de termoplásticos (PVC, PE, pared estructurada de PVCU+PP+PE), de enchufe-campana para las de hormigón y las de fundición o unión soldada para las de acero.

El sellado de las uniones entre piezas y entre éstas y accesorios se realiza mediante las mismas juntas de estanqueidad que para las tuberías ovoidales. Estas juntas pueden ser de diversos tipos: para piezas de tuberías de hormigón con unión machihembrada se emplean o bien juntas rígidas hechas de mortero in situ, o bien juntas elásticas hechas con mástic bituminoso, masilla polimérica o de un material hidroexpansivo aplicado in situ, o se sellan las juntas con una banda elástica o bituminosa convenientemente adherida al interior de las piezas. También se pueden sellar las juntas con una combinación de dos o más de estas tipologías. Para las uniones de enchufe-campana se utilizan juntas de estanqueidad de material elastómero, de tipo tórico o de sección en V, en arpón o cualquier otra que garantice la estanqueidad permitiendo pequeños ángulos en la alineación longitudinal de las piezas, y alojadas en un cajado o resalto en el interior de la campana. Las uniones de tipo enchufe-cilindro entre piezas de material polimérico (PRFV, PVC, etc.) se sellan mediante un mastic del mismo material o mediante soldadura química de las dos piezas.

La construcción de conducciones a partir de piezas de tubería requiere, según las características geométricas y el uso final al que se destine la conducción, de accesorios como cambios de dirección, cambios de sección, cierres o tapones, derivaciones en T o en Y, acometidas, válvulas, pozos de acceso o de registro, embocaduras a depósitos, rebosaderos laterales, etc. En las conducciones de sección interior delimitada por una curva algebraica plana de grado superior a 2, los accesorios de cambio de dirección como curvas, codos, etc., los rebosaderos laterales y las embocaduras en pozos o depósitos conservan la misma sección interior que las piezas de tubo. Los accesorios de derivación también tienen la misma sección interior que las piezas de tubo. Los accesorios de derivación también tienen la misma sección interior que las piezas de tubo. Los accesorios de cambio de tamaño o de cambio de forma de la sección interior se fabrican de forma que la generatriz inferior de la sección interior sea paralela al eje de la conducción.

### Descripción de las figuras

Figura 1: Comparación del comportamiento hidráulico de la sección elíptica  $x^2 = -y^3 + y/3 + 2/27$  frente a la sección circular y el ovoide.

5

Figura 2: Comparación del comportamiento hidráulico de la sección encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Huygens frente a la sección circular y el ovoide.

Figura 3: Comparación del comportamiento hidráulico de la sección encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Bernoulli  $(x^2 + y^2)^2 = 2(y^2 - x^2)$  frente a la sección circular y el ovoide.

10

Figura 4: Comparación del comportamiento hidráulico de la sección encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Booth  $(x^2 + y^2)^2 = 8y^2/3 - 4x^2/3$  frente a la sección circular y el ovoide.

15

Figura 5: Sección recta de una pieza prefabricada de hormigón armado de una conducción con sección interior encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Huygens.

Figura 6: Sección recta de una pieza de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para una conducción con sección interior encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Bernoulli.

20

Figura 7: Secciones rectas de una pieza prefabricada de hormigón armado para una conducción con sección interior encerrada por el óvalo de una curva elíptica y de una pieza de tubería conformada en chapa de acero con sección interior encerrada por el óvalo superior de la lemniscata de Booth con  $c=2/3$ .

25

### 30 Modos de realización de la invención

Para ilustrar un caso concreto se puede elegir la sección interior delimitada por el óvalo superior de la lemniscata de Huygens porque para caudales del 1 por mil del caudal a sección

llena la velocidad del flujo todavía es el 20,07% de la velocidad a sección llena. Esta sección interior tiene su parte inferior terminada en punta, por lo que para configurar una base de apoyo plana sin emplear más hormigón del necesario se recurre a dos nervios de hormigón en forma de planos verticales en dirección longitudinal y de espesor similar al de la pared de la tubería que unen las paredes laterales de la misma con la base en los puntos más distantes al centro (Figura 5). Estos tabiques longitudinales de hormigón tiene el doble propósito de incrementar la resistencia a la rotura bajo las sollicitaciones a flexión lateral a la que estará sometida la base y de cerrar el hueco en los riñones de la tubería para evitar que el material de relleno que allí se depositaría quede mal compactado durante la instalación. Los dos huecos que quedan entre estos tabiques y el cuerpo de la tubería pueden ser utilizados, dándoles la debida continuidad y capacidad de drenaje, y conectándolos con la superficie a través de pequeños tubos a la altura de los pozos en los que introducir una sonda, para detectar posibles fugas en la conducción aguas abajo de donde se producen, de la misma forma que se detectan los escapes de las láminas de impermeabilización de las balsas analizando la descarga de los tubos y otros dispositivos de drenaje.

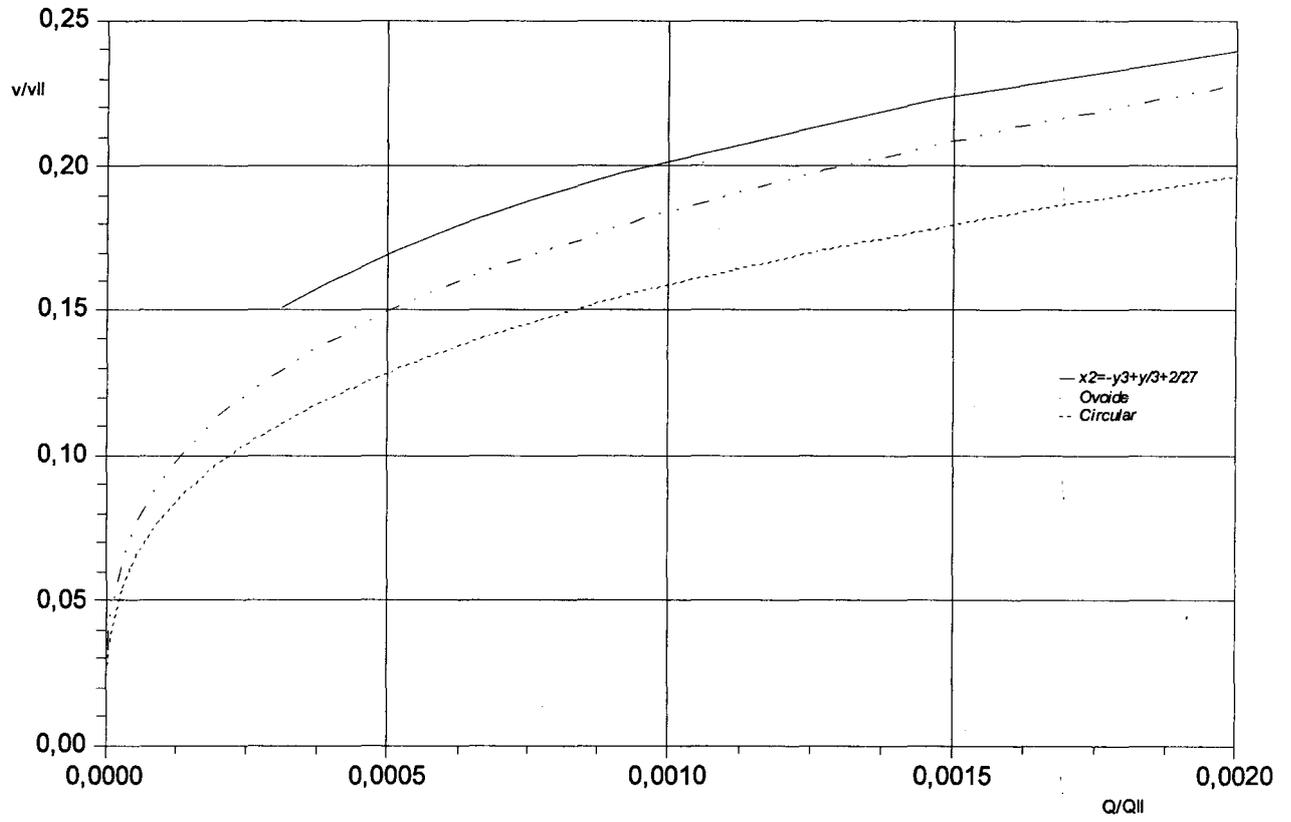
Un segundo ejemplo de aplicación de la invención es el de los colectores de las redes de evacuación de pluviales y residuales de zonas industriales. En este caso la agresividad química de las aguas residuales es potencialmente mayor que en las zonas urbanas (dependiendo del tipo de industria y de las normas de pretratamiento antes del vertido aplicables), y el uso de conducciones de hormigón armado no es aconsejable. Se elige como material para las conducciones de este tipo el poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con un recubrimiento interior de una resina especial que proteja la matriz de poliéster. El colector va enterrado en todo su recorrido, por lo que no es necesario un recubrimiento exterior que proteja el material de la radiación solar.

En este caso se puede optar por instalar una conducción cuya sección interior venga definida por la lemniscata de Bernoulli (o equivalentemente, la lemniscata de Booth con parámetro  $c=1/2$ ), porque la velocidad del flujo es el 20,18% de la velocidad a sección llena cuando el caudal es de sólo el 1 por mil del caudal a sección llena, y porque es proporcionalmente más estrecha que otras secciones definidas por lemniscatas y curvas elípticas, asumiendo por tanto menores cargas verticales debidas al peso del relleno sobre la conducción (Figura 6).

**REIVINDICACIONES**

1. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una curva que sigue sensiblemente, salvo escala, un óvalo cerrado de una curva algebraica plana  
5 de grado superior a 2, simétrica respecto al eje vertical y con un apuntamiento sensiblemente acusado en su parte inferior respecto al de su parte superior y preferiblemente convexa para maximizar el radio hidráulico.
2. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una  
10 curva que sigue sensiblemente, salvo escala, el óvalo cerrado de una curva elíptica, esto es, una curva algebraica plana cuya ecuación se puede reducir a una del tipo  $x^2 = -y^3 - py + q$  con  $-4p^3 \geq 27q^2$ .
3. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una  
15 curva que sigue sensiblemente, salvo escala, un óvalo cerrado de alguna de las curvas de la familia de las lemniscatas de Broughman-Routh, es decir, una curva algebraica plana cuya ecuación se puede reducir a una del tipo  $x^m = y^{m(n-1)}(1-y^n)$  con m y n enteros mayores que 1 y m par.
- 20 4. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una curva que sigue sensiblemente, salvo escala, un óvalo cerrado de alguna de las curvas de la familia de las lemniscatas de Booth, es decir, una curva algebraica plana cuya ecuación se puede reducir a una del tipo  $(x^2+y^2)^2 + 4x^2 = 4c(x^2+y^2)$  con c mayor que 0 y menor que 1.
- 25 5. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una curva que sigue sensiblemente, salvo escala, uno de los óvalos de la lemniscata de Huygens, curva algebraica plana de ecuación reducible a  $x^2 = y^2 - y^4$ .
6. Elemento tubular caracterizado por tener sección interior constante delimitada por una  
30 curva que sigue sensiblemente, salvo escala, uno de los óvalos de la lemniscata de Bernoulli, curva algebraica plana de ecuación reducible a  $(x^2+y^2)^2 = 2(y^2-x^2)$ .

Figura 1



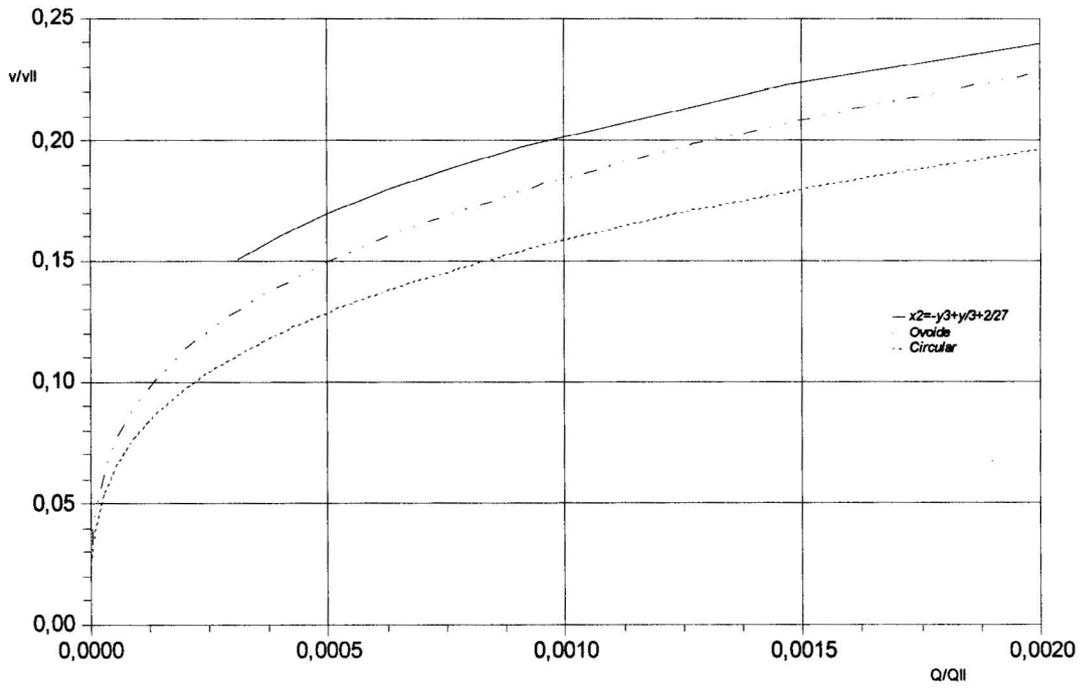


Figura 2

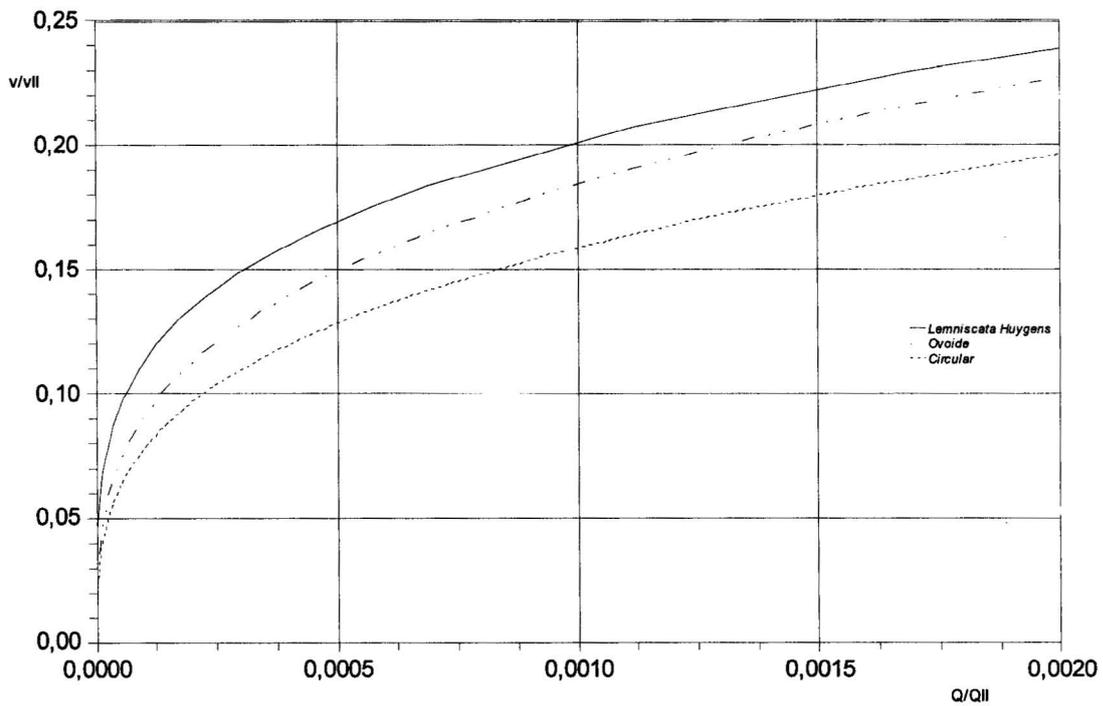


Figura 3

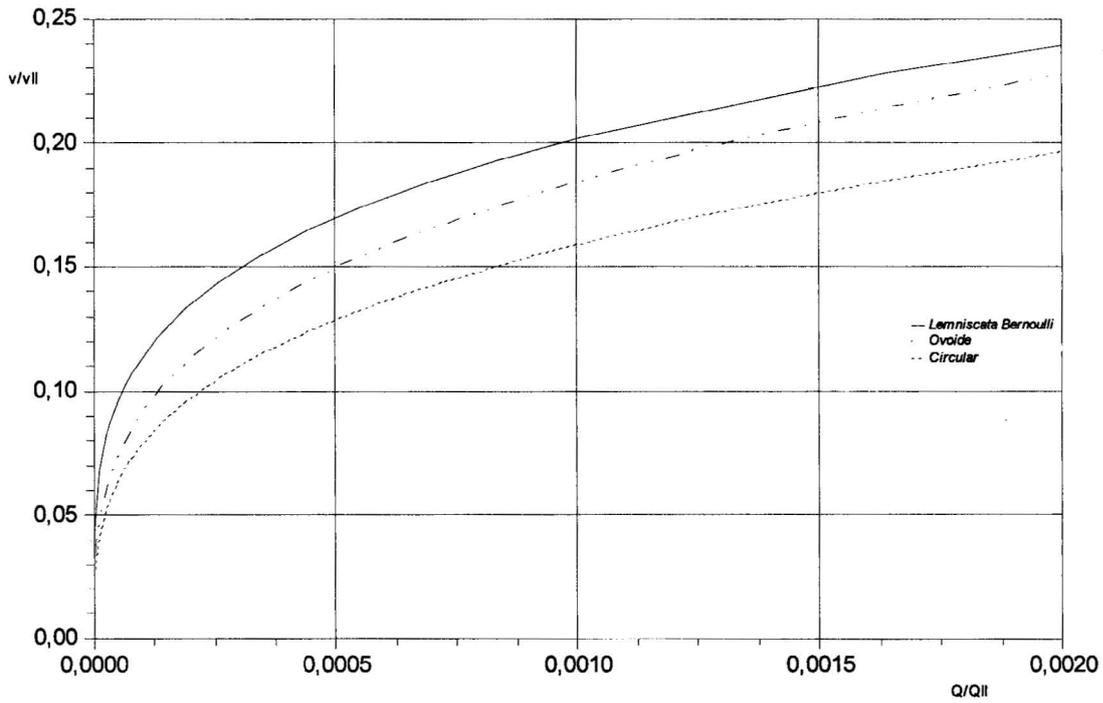


Figura 4

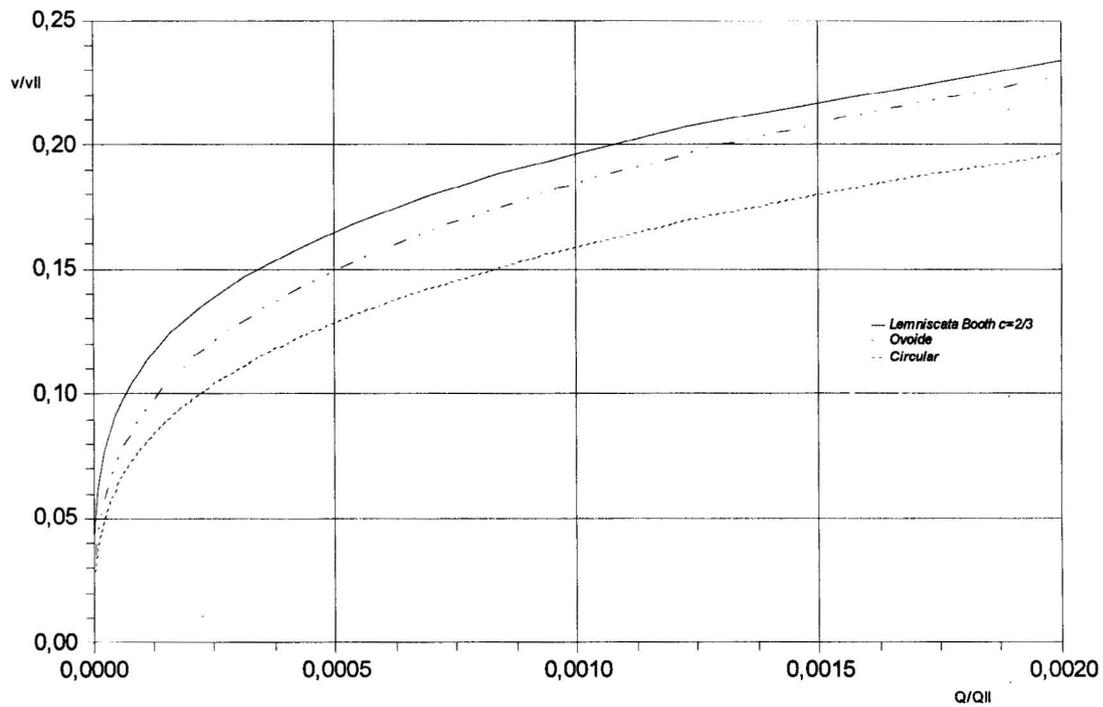


Figura 5

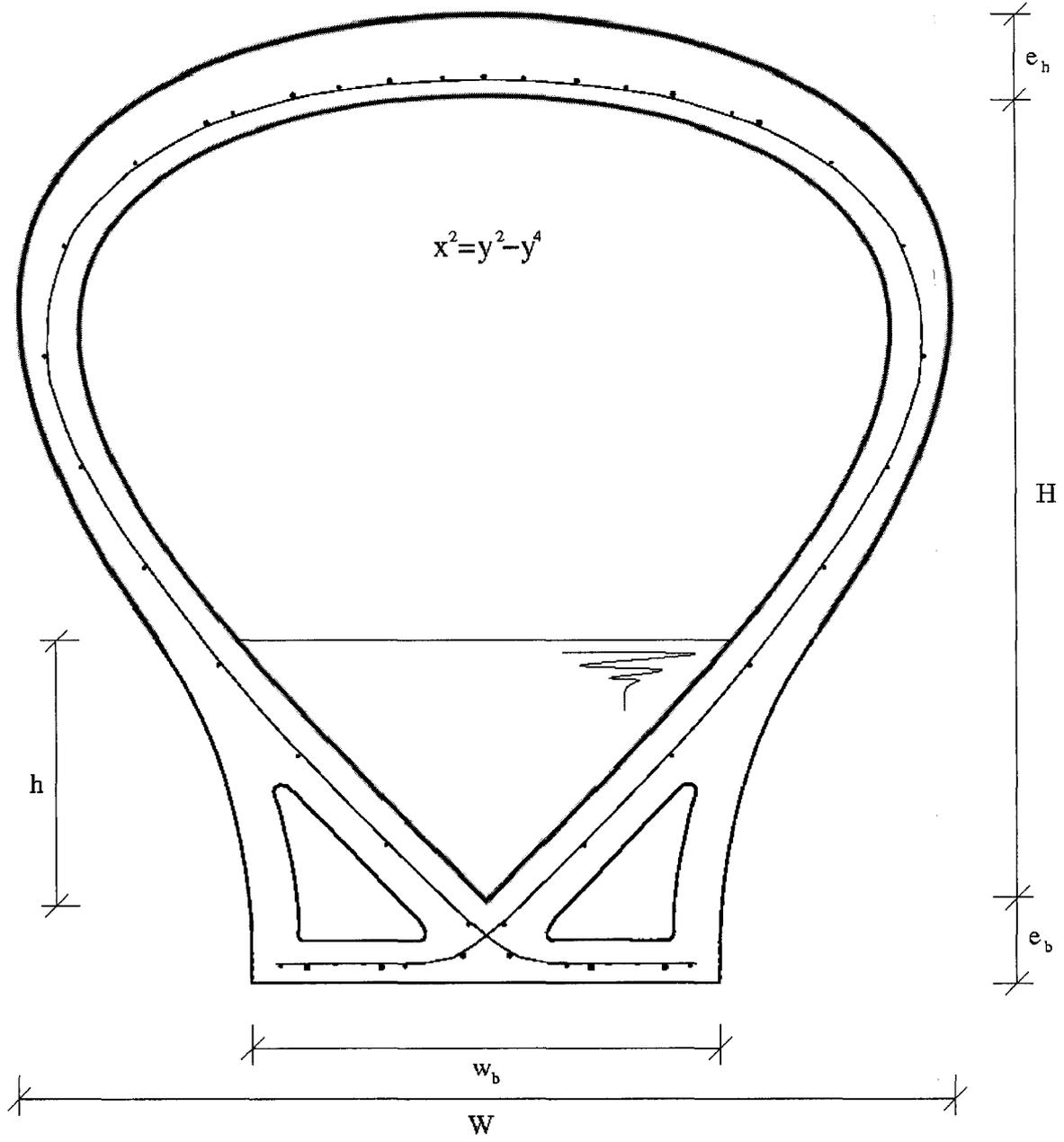


Figura 6

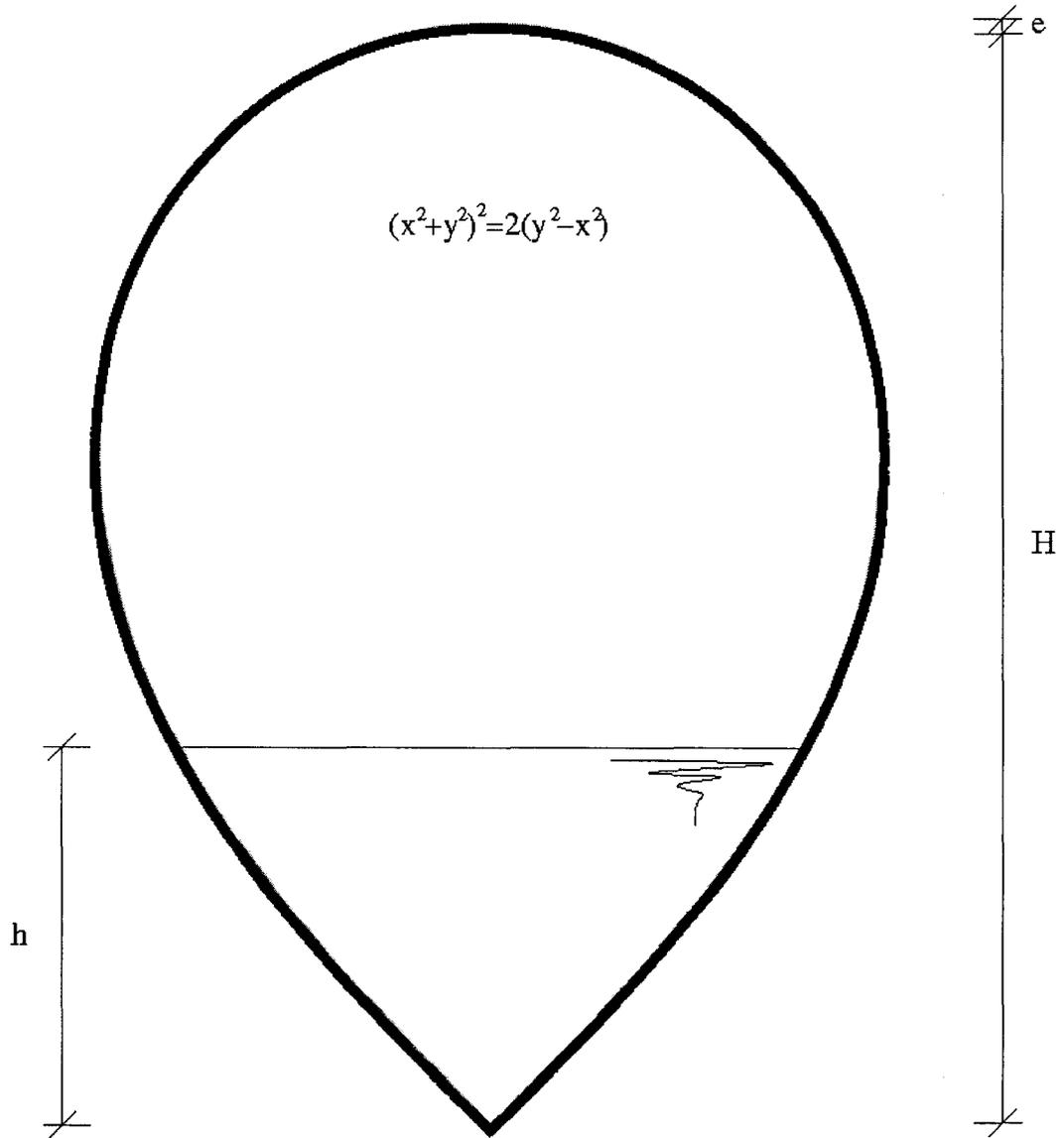
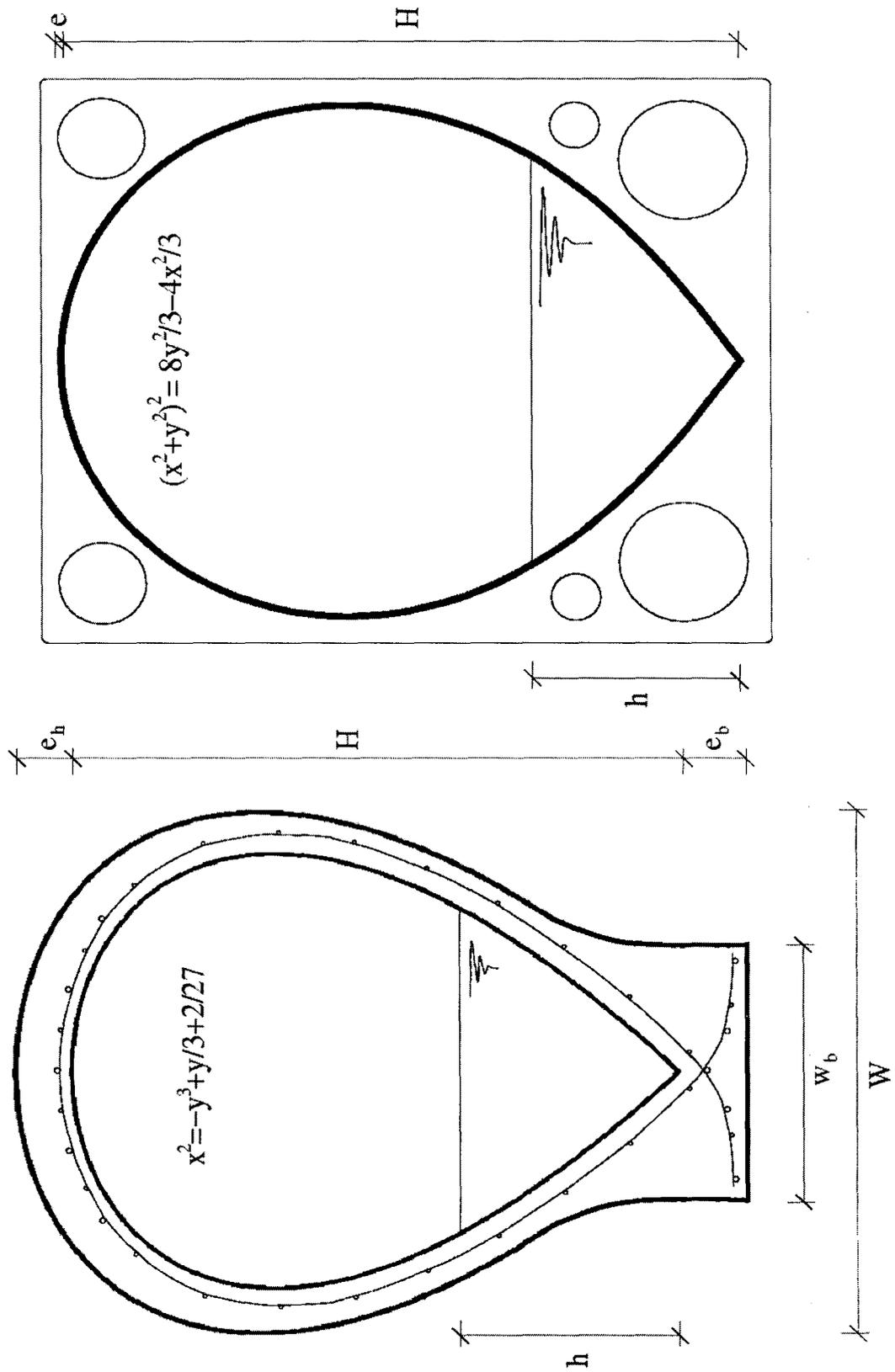


Figura 7





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200901922

②② Fecha de presentación de la solicitud: 24.09.2009

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	GB 1526750 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 27.09.1978, líneas 15-65; figuras.	1, 7 2-6
A	NL 1021681 C1 (WACO LIESBOSH BETON) 20.04.2004, resumen; figuras.	1-7
A	GB 675616 A (FRANTISEK HLAVKA) 16.07.1952, líneas 15-70; figuras 1,2.	1-7
A	US 455926 A (HENRY E. OGDEN) 14.07.1891, todo el documento.	

#### 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  
10.01.2011

Examinador  
A. Pérez Igualador

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**E03F3/04** (01.01.2006)

**F16L9/00** (01.01.2006)

**E03C1/122** (01.01.2006)

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

E03F, F16L

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

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 10.01.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-6	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1, 7	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB 1526750 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD)	27.09.1978
D02	NL 1021681 C1 (WACO LIESBOSH BETON)	20.04.2004
D03	GB 675616 A (FRANTISEK HLAVKA)	16.07.1952
D04	US 455926 A (HENRY E. OGDEN)	14.07.1891

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Las reivindicaciones 1ª y 7ª no cumplen el requisito de actividad inventiva (Artículos 4 y 8, Ley de Patentes 11/1986).

El documento D01 se refiere a las tuberías de sección ovalada que se usan como conductos de desagüe. En concreto la sección oval puede ser de tipo elipsoidal u otra similar.

El problema técnico que afronta la tubería de este documento es que en este tipo de tuberías cuando el caudal es pequeño la velocidad de circulación disminuye mucho y provoca la sedimentación excesiva y acumulación de material en el conducto. El tener en la parte inferior de la sección de la tubería una curvatura progresivamente más cerrada y por tanto más estrecha (véanse las figuras) tiene como efecto que se mantiene la velocidad de circulación del agua cuando el caudal es pequeño.

En la parte inferior tiene una configuración de apoyo (31, 32, 33 de la figura 1) consistente, como se ve en las figuras, en formar un plano horizontal en dicha parte inferior (la parte estrecha del óvalo).

Es claro pues que está divulgado en este documento un "elemento tubular con sección constante" que "sigue sensiblemente un óvalo cerrado simétrica respecto al eje vertical" tal como dice la reivindicación 1ª principal.

En la 1ª reivindicación también están presentes las siguientes características:

a) tiene un "apuntamiento sensiblemente acusado respecto al de su parte superior"

b) la curva algebraica que sigue el óvalo es de grado superior a dos.

a) La forma del extremo inferior de la sección del tubo según las figuras de D01 y de la solicitud es diferente: mientras que en D01 esta forma es redondeada en la solicitud es puntiaguda.

Sin embargo la expresión "apuntamiento sensiblemente acusado" viene explicada en la descripción (pag. 1) como "se entiende por apuntamiento la existencia de un punto singular cuspidal de la curva algebraica o simplemente de una reducción sensible del radio de curvatura".

Dado que en D01 el radio de curvatura está sensiblemente acusado, como se ve en las figuras, esta característica técnica está anticipada.

b) Siendo conocido que la configuración de la tubería (la forma de su sección) afecta notablemente al régimen del caudal (y su relación con la velocidad del flujo) el uso de una sección que siga una ecuación algebraica y que esta sea de grado mayor que 2 se considera que sería una mera ejecución particular obvia para un experto en la materia.

Por tanto no se aprecia actividad inventiva en la 1ª reivindicación (Artículos 4 y 8, Ley de Patentes 11/1986)

La reivindicación 7ª reivindica "dos nervios en forma de planos verticales en dirección longitudinal y espesor similar al de la pared". En las figuras de D01 y en las líneas 60 a 65 de la página 1 están claramente descritos esos nervios. Por tanto tampoco esta reivindicación cumple el requisito de actividad inventiva (Artículos 4 y 8, Ley de Patentes 11/1986).