

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 010**

21 Número de solicitud: 201831088

51 Int. Cl.:

**C02F 3/28** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**12.11.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**12.05.2020**

Fecha de concesión:

**09.09.2020**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**16.09.2020**

73 Titular/es:

**HULLERAS DEL NORTE, S.A. S.M.E. (100.0%)  
Avda. de Galicia, 44  
33005 OVIEDO (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**VIESCA RODRIGUEZ, Jose Luis;  
CANTO TOIMIL, Noel;  
HIGUERA GARRIDO, Alberto;  
ALVAREZ ARECES, Juan Enrique;  
GONZALEZ GARCIA, Albino;  
FERNANDEZ MARTINEZ, Pablo;  
HERNANDEZ BATTEZ, Antolin y  
GONZALEZ RODRIGUEZ, Ruben**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

54 Título: **ESTRUCTURA DE SOPORTE BACTERIANO PARA UN EQUIPO DE DEPURACIÓN BIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES**

57 Resumen:

Estructura de soporte bacteriano para un equipo de depuración biológica de aguas residuales.

La presente invención se refiere a una estructura de soporte bacteriano para un digestor de depuración biológica de aguas residuales que comprende al menos una pieza soporte atravesada internamente por una pluralidad de conductos internos desde su cara inferior hasta su cara superior y donde dicha pieza soporte comprende una pluralidad de hendiduras a lo largo de su superficie lateral adecuadas para insertar en las mismas una estructura de fijación que comprende en al menos uno de sus extremos un medio adecuado para facilitar su extracción del digestor. Es asimismo objeto de la invención el uso de dicha estructura de soporte bacteriano para la puesta en marcha de al menos un digestor biológico para la depuración de aguas residuales.

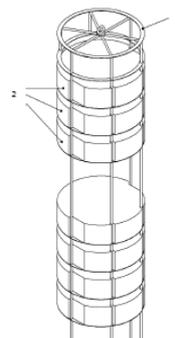


FIG. 8

ES 2 760 010 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

## DESCRIPCIÓN

### **ESTRUCTURA DE SOPORTE BACTERIANO PARA UN EQUIPO DE DEPURACIÓN BIOLÓGICA DE AGUAS RESIDUALES**

5

#### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se encuadra dentro de la industria química y más en particular se refiere a una nueva estructura de soporte bacteriano especialmente diseñada para un equipo para la depuración biológica de aguas residuales.

10

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a una estructura de soporte bacteriano para la digestión anaerobia de aguas residuales. La ventaja de este proceso es que permite producir una energía renovable (entre el 50 y el 70% del biogás que se genera es metano susceptible de ser usado como fuente de energía) y reducir la producción de gases de efecto invernadero.

15

Las reacciones que conlleva este tipo de tratamiento de aguas residuales se pueden dividir en dos líneas de actuación: una línea de carbono y una línea de nitrógeno.

20

En la línea del carbono se degradan principalmente las proteínas, glúcidos y lípidos y se caracteriza por que comprende las siguientes reacciones: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis.

25

Por otra parte, en la línea del nitrógeno se degradan, sucesivamente, la urea, el ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), el  $\text{NO}_2^-$  y el  $\text{NO}_3^-$ . Esta línea es fundamental para controlar la relación C/N y mantenerla en valores óptimos que aseguren que las reacciones de la línea del carbono se desarrollen plenamente.

30

Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales pueden consistir en procesos de cultivo en suspensión en los que los microorganismos que degradan la materia orgánica se mantienen en suspensión dentro del líquido o procesos de cultivo fijo en los que los microorganismos están fijados a un medio inerte.

35

En particular, en el estado de la técnica es posible encontrar los siguientes sistemas

para llevar a cabo la digestión anaerobia:

- 1) Reactor de Mezcla Completa sin Recirculación: Suele consistir en un depósito en el que se uniformiza la mezcla mediante agitación no energética de la misma, manteniendo una relación más o menos uniforme sustrato/microorganismos. Si bien es uno de los sistemas más sencillos, también es uno de los que más tiempo de residencia requiere;
- 2) Reactor de Mezcla Completa con Recirculación: Se trata de un sistema similar al anterior, pero con recirculación parcial del efluente. Durante la recirculación se desgasifica el efluente para favorecer la posterior decantación de sólidos (flóculos biológicos) que son recirculados al digestor. Con este sistema se conserva el stock de microorganismos y los tiempos de residencia son inferiores a los del reactor sin recirculación;
- 3) Reactor de Flujo Pistón: En este caso, la mezcla presenta mayor concentración de microorganismos a la entrada del afluente. Para mejorar la distribución de microorganismos en la integridad del volumen se puede inyectar biogás a presión en la parte de mayor concentración, obteniéndose una mejor homogeneización de la mezcla;
- 4) Reactor con Retención de Biomasa sin Recirculación: La presencia y mantenimiento de biomasa dentro del reactor acorta los tiempos de residencia, lo que redundaría en una mayor eficiencia del sistema. La retención de esta biomasa se realiza generalmente mediante su inmovilización en soportes (filtros anaerobios y lechos fluidizados) o por floculación de la biomasa y conservación mediante gravedad (lecho de lodos):
  - a. en los sistemas con filtro anaerobio las bacterias anaerobias forman biofilms que se adhieren a soportes generalmente inertes o formados por materiales que promueven la fijación y/o el crecimiento de las mismas;
  - b. en los sistemas de lecho fluidizado se emplean pequeñas partículas inertes que sirven de soporte para las bacterias y que se mantienen fluidizadas por el flujo ascendente del fluido;
  - c. en los sistemas de lecho de lodos se persigue igualmente la floculación de las bacterias, pero sin partículas inertes como base de los flóculos. Su permanencia en el reactor se obtiene mediante el equilibrio entre la sedimentación y el arrastre ejercido por el flujo. Requiere un separador en la parte superior para evitar la pérdida de biomasa y extraer el biogás;
- 5) Sistemas Discontinuos: Se trata de sistemas en los que el fluido permanece

- 5 confinado durante todo el proceso. Los procesos que se llevan a cabo en dichos reactores son discontinuos, puesto que la producción de biogás varía análogamente a la población de microorganismos con periodos de latencia, estacionalidad y decrecimiento. Como en cualquier aproximación discreta a una solución continua, ésta se puede alcanzar iterando los sistemas discretos, es decir, utilizando varios digestores con sucesivos tiempos de puesta en marcha;
- 6) Sistemas de Dos Etapas: Estos sistemas consisten en una primera etapa con elevado tiempo de retención que abastece a una segunda etapa más corta donde se digiere la materia orgánica y los ácidos grasos producto de la primera fase;
- 10 7) Sistemas de Dos Fases: Están formados por dos reactores en serie en los que se llevan a cabo individualmente los procesos de acidogénesis y metanogénesis, resultando en unos tiempos de retención inferiores a los de los reactores de mezcla completa. La regulación de tiempos de retención lo determina la velocidad del flujo que, a volumen constante del reactor, será proporcional al caudal de entrada. Por ello, son sistemas no adecuados para residuos con tiempos de retención elevados en fase de hidrólisis;
- 15 8) Sistemas Híbridos: Son los que resultan de la combinación de varios de los sistemas anteriormente descritos.

20

Tras una búsqueda de antecedentes se han localizado los siguientes documentos del estado de la técnica próximos a la presente invención:

25 La solicitud de patente española ES1156462, en la que se describe un digestor anaeróbico de uso unifamiliar caracterizado por que comprende un cuerpo central con forma semiesférica donde se produce la digestión anaeróbica, una cámara de carga por donde se alimenta el digestor y un sistema de agitación a partir del biogás recirculado por una tubería de circulación.

30 A su vez, en la solicitud de patente española ES1205187 se describe un digestor anaerobio secuencial para depuración de efluentes mediante, al menos, dos reactores cerrados herméticamente. El sistema comprende, por tanto, un primer reactor de lecho fijo con bacterias acidogénicas y un segundo reactor de lecho fluidizado y se caracteriza por que el primer reactor tiene un volumen interior comprendido entre 1,5 y

35 3 veces el caudal diario entrante de efluente y por que el segundo reactor tiene un

volumen interior comprendido entre 2,2 y 1,7 veces el volumen del primer reactor.

La patente ES2393772 describe un equipo para depuración biológica de aguas residuales configurado en un solo digestor anaeróbico con separación de fases para  
5 realizar una digestión anaeróbica hidrolítica y metanogénica. El equipo está formado por un cuerpo con dos paredes concéntricas. En el cuerpo interno del equipo se sitúan piezas cerámicas donde tiene lugar la digestión anaeróbica del agua, mientras que  
perimetralmente se sitúa una cámara con un compartimento inferior, donde tiene lugar  
una digestión metanogénica. El reactor comprende a su vez conductos de  
10 recirculación de agua hacia un nuevo receptáculo de digestión, y conductos de salida de gases, así como una salida inferior para lodos.

Como se puede inferir del estado de la técnica, los parámetros principales de interés para un digestor anaerobio son:

- 15 a. el tiempo de retención que, a caudal constante (inherente a la instalación que genera los residuos) y con un volumen constante de reactor, no se puede regular;
- b. la conservación y distribución de los microorganismos; y
- c. el control sobre los inhibidores de cada fase como son el aumento de la acidez  
20 (pH), la relación C/N, la presencia de ión amonio, etc.

La problemática que queda por resolver en el estado actual de la técnica es, principalmente, la siguiente:

- 25 • la lentitud de la puesta en marcha de los reactores por la falta de flora bacteriana inicial;
- la imposibilidad de cumplir con los volúmenes de reactor en sistemas bifásicos continuos con caudales nominales reales para garantizar los tiempos de retención requeridos;
- la acumulación de grasas de alto DQO y el atrapamiento de gas y flóculos de  
30 microorganismos en ellas.

El soporte bacteriano objeto de la invención permite solventar los problemas anteriores, que actualmente no resuelve el estado de la técnica, mediante una optimización de su diseño. De este modo, el soporte bacteriano reivindicado permite  
35 aumentar la superficie de hábitat para una misma sección de reactor (o digestor), así

como el tiempo de tratamiento de las partículas sólidas contenidas en las aguas residuales.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

5 Es, por tanto, un primer objeto de la invención una nueva estructura de soporte bacteriano adecuada para al menos un digestor de depuración biológica de aguas residuales caracterizado por que comprende al menos una pieza soporte de un material compatible con el crecimiento bacteriano. Dicha pieza soporte será preferentemente una pieza sólida en forma de disco caracterizada por que presenta  
10 una serie de aberturas o conductos internos que atraviesan la pieza sólida desde su cara inferior hasta su cara superior y que están distribuidos a lo largo de toda la superficie de la pieza soporte. Tanto la geometría como la distribución de los conductos podrán adecuarse para crear diferentes trayectorias del flujo de aguas residuales que atraviesa cada pieza soporte, desde una de sus caras a la otra. Estas  
15 trayectorias podrán ser, entre otros ejemplos, helicoidales, parabólicas o rectas, si bien podrán adaptarse a las necesidades particulares de las aguas residuales que sean sometidas al proceso de tratamiento, así como de las partículas sólidas presentes en ellas.

20 En una realización particular de la invención, la geometría de los conductos será poligonal.

En otra realización particular de la invención, dicha geometría de los conductos será no poligonal, preferentemente circular.

25 La estructura de soporte bacteriano comprenderá al menos una pieza soporte, formando en el caso de comprender un conjunto de piezas soporte una estructura preferentemente cilíndrica. En realizaciones en las que la estructura comprenda más de un disco, estos podrán distribuirse de manera individual a lo largo de la estructura o  
30 en agrupaciones de al menos dos piezas soporte. El número de discos en cada grupo podrá variar en función de las necesidades de la corriente de aguas residuales que se trate en el sistema.

En una realización particular, la trayectoria de la corriente de agua residual que  
35 atraviesa la estructura de soporte bacteriano puede ser recta y paralela al eje del

cilindro que forma el conjunto de piezas soporte que constituye la estructura de soporte. En otra realización particular, el número de conductos que atraviesan las piezas soporte y su geometría permitirá alargar la trayectoria de la corriente de aguas residuales sometida al tratamiento aumentando de esta forma, para una misma  
5 velocidad, el tiempo de residencia en el digestor. Asimismo, esta mejora en el flujo interno de las aguas residuales favorecerá las reacciones que tienen lugar en el digestor.

La distancia entre los conductos que atraviesan las piezas soporte será la adecuada  
10 para garantizar la integridad estructural del soporte. Asimismo, el tamaño de los conductos podrá adaptarse al tamaño de las partículas sólidas presentes en la corriente de agua residual que se someta a tratamiento y a las necesidades de estratificación que se detecten.

15 De este modo, debido a la geometría y disposición de los conductos en la estructura de soporte bacteriano se consigue aumentar en gran medida la superficie del hábitat de las bacterias, reduciendo el tiempo de residencia requerido para el tratamiento. Por otro lado, la mayor superficie para el hábitat de las bacterias que presenta el soporte bacteriano reivindicado respecto al área de la sección del digestor permite reducir, en  
20 la misma proporción, el tamaño del equipo para la digestión de las aguas residuales, con el consiguiente ahorro de costes. Esta es una ventaja importante frente a otros sistemas conocidos en el estado de la técnica.

De manera particular, las piezas soporte comprenderán en sus superficies laterales  
25 una pluralidad de hendiduras adecuadas para insertar en las mismas una estructura de fijación que terminará en al menos uno de sus extremos en un medio adecuado para facilitar su extracción del digestor, como puede ser un elemento de enganche adecuado para insertar cualquier sistema que permita su extracción. Esta estructura de fijación permitirá por tanto la fácil extracción y/o sustitución de la estructura de  
30 soporte, haciendo posible el cultivo de bacterias para la puesta en marcha de nuevos digestores. De este modo, la estructura de soporte objeto de la invención logrará evitar que los digestores tengan que arrancar sin población de bacterias y permitirá reducir los tiempos de puesta en servicio, siendo ésta una ventaja importante frente al estado de la técnica.

35

La estructura de soporte bacteriano objeto de la invención permite aumentar hasta en un 240% el área de los soportes bacterianos disponibles comercialmente. Siendo la reacción hidrolítica la que requiere tiempos de retención más elevados, y siendo la velocidad de esta reacción proporcional a la densidad bacteriana, los tiempos de retención podrán reducirse 2.4 veces en esta fase. Puesto que los sistemas conocidos en el estado de la técnica requieren hasta 3 días de permanencia en fase hidrolítica, el diseño de la estructura de soporte reivindicado implica un importante ahorro de recursos y económico.

Igualmente, la estructura de soporte reivindicada permite fabricar digestores más pequeños, con una reducción de hasta 2.4 veces el tamaño de los diseños actuales.

Es asimismo objeto de la invención el uso de dicha estructura de soporte bacteriano como vivero inicial de bacterias para nuevos digestores que van a iniciar su puesta en marcha. De este modo, debido a su capacidad de ser extraída fácilmente de los digestores en funcionamiento, parte de las piezas soporte que constituyen la estructura de soporte pueden permanecer en el digestor activo sin que éste vea reducida su productividad, mientras que el resto de piezas soporte pueden ser introducidas en al menos un digestor en proceso de arranque. Así, el digestor en proceso de arranque se encuentra con una colonia inicial de bacterias que, de otra manera, tardaría más tiempo en desarrollar. Actualmente los digestores se sellan, lo que dificulta y encarece el acceso a las estructuras que actúan como soportes bacterianos y no se contempla su intercambiabilidad. Por tanto, la estructura de soporte bacteriano objeto de la presente invención conlleva una gran ventaja frente a los soportes disponibles en la actualidad en el estado de la técnica.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para favorecer la comprensión del objeto de la invención, se acompañan las siguientes figuras a la presente descripción:

30

**Figura 1:** Vista en planta y detalle de una pieza soporte de la estructura de soporte bacteriano reivindicada.

**Figura 2:** Vista en planta y sección de una pieza soporte, donde se observan los conductos internos que forman el hábitat de la estructura de soporte bacteriano

reivindicada.

**Figura 3:** Vista en perspectiva isométrica de una pieza soporte, donde se observa una de las trayectorias de la estructura de soporte bacteriano objeto de la invención.

5

**Figura 4:** Vista en planta de tres piezas soporte con diferentes tamaños de los conductos que las atraviesan.

**Figura 5:** Vista en perspectiva isométrica de una pieza soporte donde se observan las hendiduras para insertar la estructura de fijación que facilitará la extracción de la estructura de soporte bacteriano del digestor.

10

**Figura 6:** Vista en perspectiva isométrica del sistema de sujeción de las piezas soporte de la estructura de soporte bacteriano.

15

Listado de referencias:

1. Estructura de fijación de las piezas soporte de la estructura de soporte bacteriano.
2. Pieza soporte de la estructura de soporte bacteriano.

20

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Como se ha descrito anteriormente, existe una gran variedad de posibles realizaciones de la invención, en las que la geometría, tamaño o distribución de los conductos que atraviesan las piezas soporte de la estructura de soporte bacteriano reivindicado podrán adaptarse al flujo de aguas residuales que sea necesario tratar y al tamaño y cantidad de partículas sólidas contenidas en las mismas.

25

En las figuras que se acompañan se muestran una serie de realizaciones particulares de la estructura de soporte bacteriano objeto de la invención.

30

La Figura 1 muestra una realización particular de una pieza soporte de la estructura de soporte bacteriano reivindicada en la que la pieza soporte consiste en una pieza sólida con forma de disco que se encuentra atravesada por una pluralidad de conductos con geometría poligonal cerrada, distribuidos a lo largo de su superficie de manera concéntrica.

35

En la Figura 2 se muestra una vista en sección de la pieza soporte en forma disco que se muestra en la Figura 1. En dicha sección se observan los conductos que atraviesan la pieza soporte y su distribución, lo que determina la trayectoria de la corriente de  
5 aguas residuales que atraviesa la pieza soporte.

La Figura 3 muestra otra realización particular de una pieza soporte de la estructura de soporte bacteriano objeto de la invención en la que los conductos son de geometría circular y están distribuidos a lo largo de la pieza soporte de manera lineal. En este  
10 corte se observa la trayectoria que seguirá la corriente de aguas residuales en su paso a través de la pieza soporte.

La Figura 4 muestra distintas realizaciones particulares de las piezas soporte de la estructura de soporte bacteriano objeto de la invención, donde el tamaño y distribución  
15 de los conductos que las atraviesan varía, permitiendo su adaptación a las partículas sólidas contenidas en las aguas residuales que se sometan al tratamiento.

La Figura 5 muestra una realización particular de una pieza soporte en forma de disco que comprende, distribuidas a lo largo de su superficie lateral, una serie de hendiduras  
20 adecuadas para insertar en ellas la estructura de fijación que permitirá su fácil extracción del digestor. Como se ha indicado anteriormente, ésta es una gran ventaja frente a otros digestores del estado de la técnica que, al encontrarse sellados, impiden el intercambio de las piezas soporte o de las estructuras de soporte bacteriano.

Finalmente, la Figura 5 muestra una realización particular de la estructura de soporte bacteriano reivindicada, donde se muestra la distribución de las piezas soporte (2) y su  
25 ensamblaje mediante la estructura de fijación (1) que preferentemente presentará en su extremo superior un sistema adecuado para facilitar su extracción del digestor. Ello permitirá el intercambio de piezas soporte entre digestores, facilitando la puesta en  
30 marcha de nuevos digestores sin perder eficacia en los que se encuentren en funcionamiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Estructura de soporte bacteriano para un digestor de depuración biológica de aguas residuales caracterizado por que comprende al menos una pieza soporte  
5  
atravesada internamente por una pluralidad de conductos internos que atraviesan la pieza soporte desde su cara inferior hasta su cara superior y donde dicha pieza soporte comprende una pluralidad de hendiduras a lo largo de su superficie lateral adecuadas para insertar en las mismas una estructura de fijación que comprende en al menos uno de sus extremos un medio adecuado para facilitar su extracción del  
10 digestor.
2. Estructura de soporte bacteriano de acuerdo a la reivindicación 1, donde los conductos tienen una geometría poligonal.
- 15 3. Estructura de soporte bacteriano de acuerdo a la reivindicación 1, donde los conductos tienen una geometría circular.
4. Uso de una estructura de soporte bacteriano de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para crear una trayectoria de corriente de aguas residuales  
20 seleccionada de un grupo que consiste en una trayectoria helicoidal, parabólica y recta.
5. Uso de una estructura de soporte bacteriano de acuerdo a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 para la puesta en marcha de al menos un digestor mediante la  
25 extracción de una estructura de soporte bacteriano de al menos un digestor en funcionamiento y la incorporación en el digestor en proceso de arranque de al menos una pieza soporte de dicha estructura de soporte bacteriano extraída del digestor en funcionamiento y que comprende una colonia de bacterias.

30

35

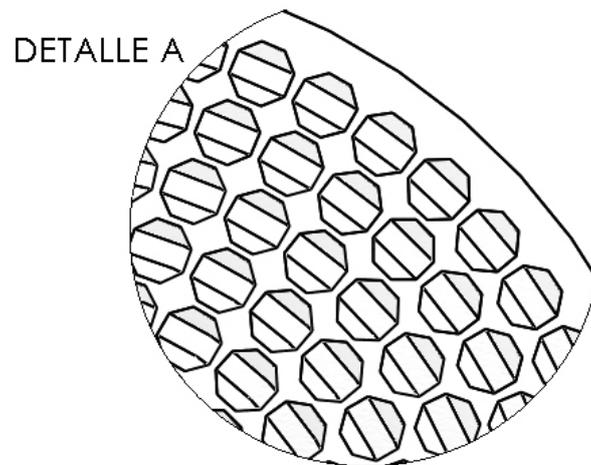
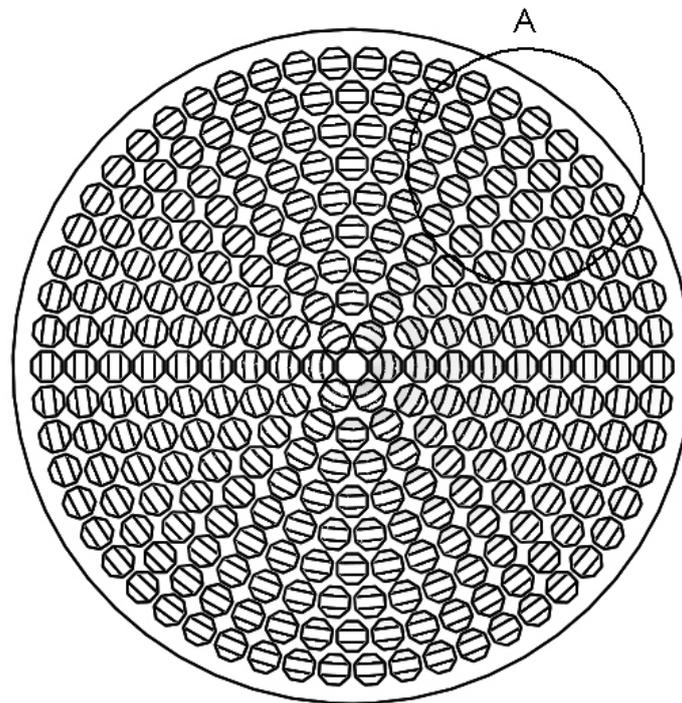
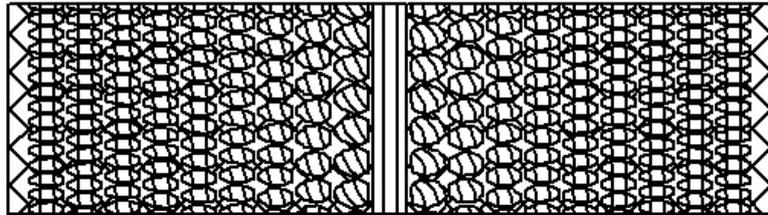


FIG. 1



SECCIÓN A-A

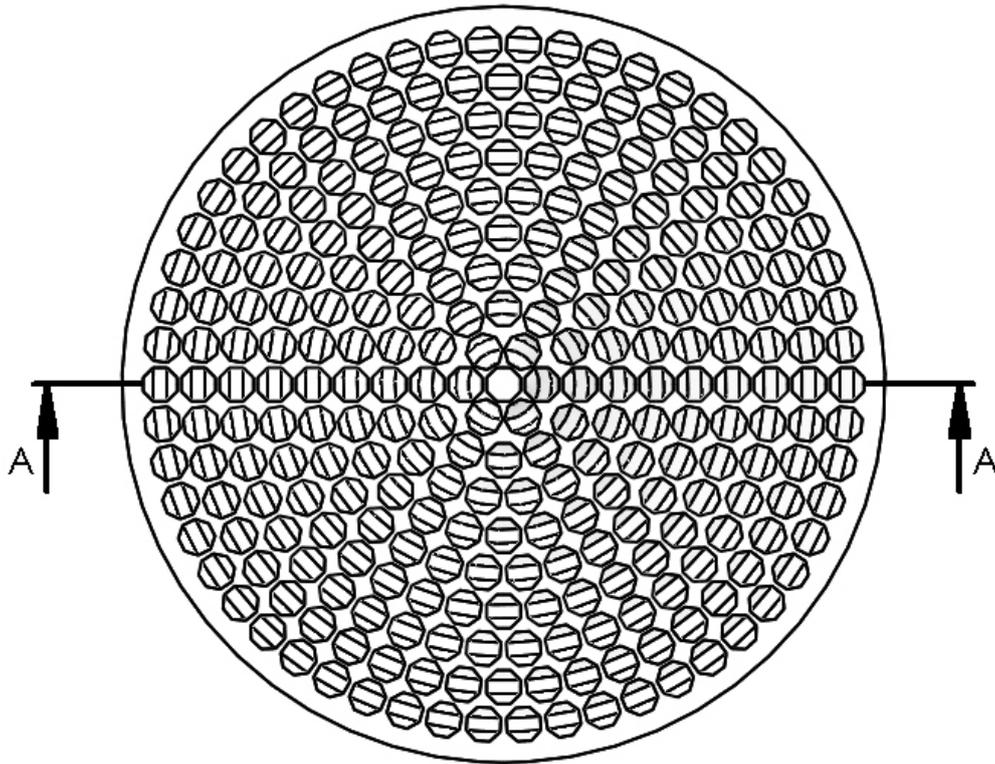
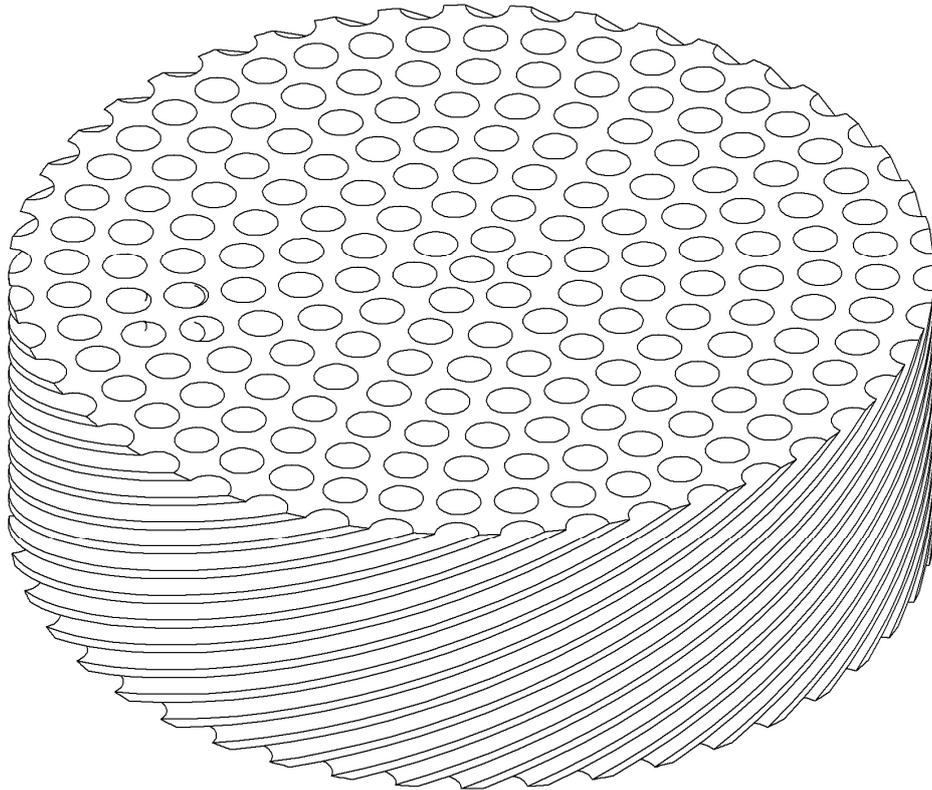
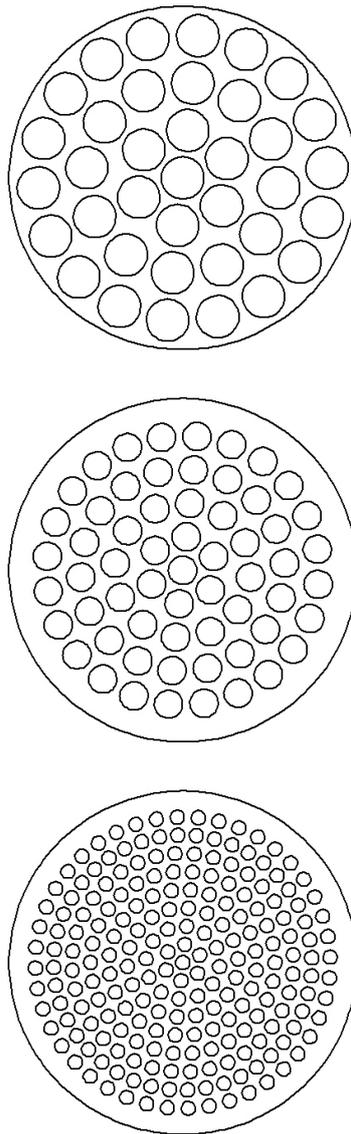


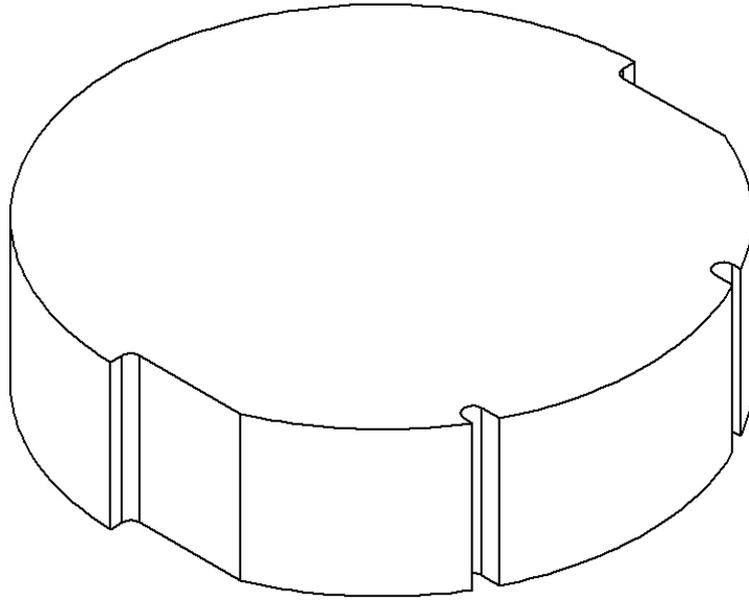
FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

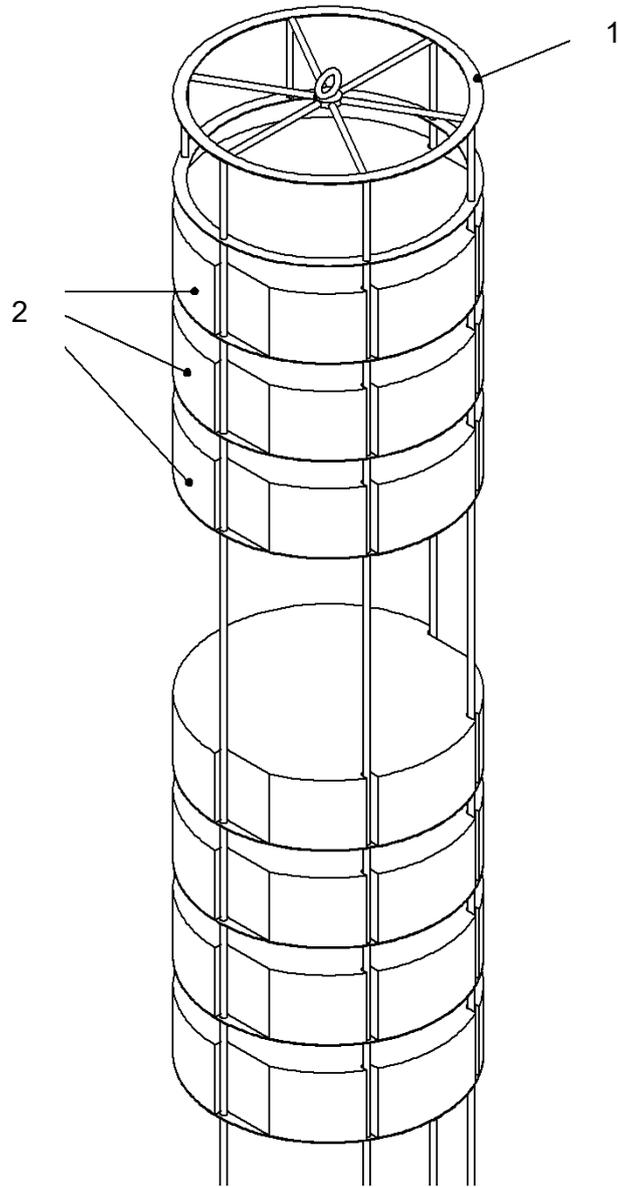


FIG. 6