

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un fotobiorreactor (1) para la fitorremediación de efluentes **caracterizado porque** comprende:
 - a. un tanque externo (2) de forma cónica truncada,
 - b. una estructura del mecanismo de recirculación (3), iluminación (19) y de flujo inducido,
 - c. un sistema de aireación (4),
 - d. un sistema de entrada y salida (5, 8), y
 - e. un sistema de telemetría y control;donde la estructura del mecanismo de recirculación (3) divide el volumen del tanque en cuadrantes (15) y sub-cuadrantes (16) y la estructura del mecanismo de recirculación (3) es fija al interior del tanque mediante brazos curvos ramificados (11, 12) que se desprenden desde un soporte central (14) hasta la pared interior del tanque (2).
2. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la estructura del mecanismo de recirculación (3) tiene 4 brazos curvos (15) que se desprenden radialmente desde el soporte central (14) hasta la pared interna del tanque (2), los cuales dividen el volumen del tanque en cuadrantes.
3. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** los brazos curvos (15) son de radio creciente en forma de una espiral logarítmica.
4. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizado porque** cada cuadrante (15) comprende dos sub-cuadrantes (16) y cinco terminaciones (17).

5. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizado porque** los brazos curvos (15) para cada cuadrante tienen uno de sus límites en un sub-cuadrante y el otro límite en el otro sub-cuadrante.
6. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 5 **caracterizado porque** cada brazo curvo que separa los cuadrantes (15) se divide en ocho secciones iguales, cada sección comprendida entre ángulos variables formados por articulaciones ecualizables (21) cuyo vértice en común es el punto medio de la línea recta entre los límites del brazo.
7. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizado porque** la longitud de los brazos curvos que dividen el área del tanque en sub-cuadrantes (16) equivalente a cinco de dichas secciones iguales.
8. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizado porque** la longitud de cada brazo curvo que forman las terminaciones (17) equivalente a tres de dichas secciones iguales.
9. El fotobiorreactor de acuerdo con las reivindicaciones 7 y 8 **caracterizado porque** todos los brazos curvos que dividen el tanque en cuadrantes (15), sub-cuadrantes (16) y terminaciones (17) tienen la misma conformación ramificada entre sí.
10. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** hay una estructura superior de brazos curvos ramificados (11) y una estructura inferior de brazos curvos ramificados (12) sobre el mismo soporte central (14), donde dichas dos estructuras coinciden en su configuración y dimensión.
11. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 10 **caracterizado porque** las terminales de los brazos homólogos de cada estructura forman

un ángulo variable formado por articulaciones ecualizables (21) entre ellas, en el plano vertical.

- 12.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado porque** la estructura inferior ramificada (12) no está fija al tanque del biorreactor.
- 13.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 12 **caracterizado porque** dichas dos estructuras ramificadas se unen brazo a brazo por medio de membranas dobles (13) las cuales soportan en sus superficies los microorganismos que efectúan la fitorremediación.
- 14.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 13 **caracterizado porque** dichos microorganismos son fotosintetizadores.
- 15.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 14 **caracterizado porque** dichos microorganismos fotosintetizadores se pueden elegir entre algas, hongos, bacterias, cianobacterias, diatomeas y mezclas de ellos.
- 16.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el sistema de aireación (4) comprende puntos de toma del efluente (5), bombas (6), tuberías de circulación (7) del efluente, puntos de descarga (8) y una superficie bajante ondulada (10).
- 17.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 16 **caracterizado porque** las tomas del efluente (5) se ubican en la parte inferior del tanque, las bombas (6) conectan los puntos de toma (5) con las tuberías de circulación del efluente (7) y los puntos de descarga (8) se ubican en la parte superior del tanque.

- 18.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 17 **caracterizado porque** las tuberías que unen la toma del efluente (5) con las bombas (6) presentan un ángulo tangencial a la curvatura del tanque (2), medidos desde el punto de toma (5) hasta la entrada de cada bomba (6).
- 19.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 18 **caracterizado porque** las tuberías de circulación del efluente (7) presentan un ángulo de inclinación entre 20° a 60° con respecto a la vertical medidos desde la salida de cada bomba (6) al punto de descarga (8).
- 20.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 19 **caracterizado porque** el punto de descarga (8) se encuentra ubicado en el cuadrante contiguo al respectivo punto de toma (5), en dirección al flujo.
- 21.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 20 **caracterizado porque** el punto de descarga (8) presenta un dispositivo divisor de flujo (9).
- 22.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 21 **caracterizado porque** las tuberías de circulación del efluente (7) son de un material transparente.
- 23.El fotobiorreactor de acuerdo con las reivindicaciones 16 y 22 **caracterizado porque** la superficie bajante ondulada (10) se ubica al interior del tanque bajo los puntos de descarga (8).
- 24.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 23 **caracterizado porque** se presenta un punto de toma (5) y uno de descarga (8) con un dispositivo divisor de flujo (9) por cada cuadrante.
- 25.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la iluminación del sistema es natural y artificial.

- 26.El fotobiorreactor de acuerdo con las reivindicaciones 13 y 25 **caracterizado porque** el sistema de iluminación (19) natural comprende membranas (13) impermeables, herméticas y con conteniendo líquido refractante en su interior.
- 27.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 26 **caracterizado porque** el sistema de iluminación (19) comprende cinco módulos independientes interrelacionados, cuatro módulos controlando la iluminación de cada uno de los cuadrantes y un módulo iluminando las tuberías de circulación del efluente (7).
- 28.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 27 **caracterizado porque** el sistema de iluminación (19) comprende lámparas de tecnología LED y agua cristalina que refracta esta luz y la luz natural y LED.
- 29.El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el sistema de telemetría y control mide variables microbiológicas y físico - químicas del proceso.
- 30.Fotobiorreactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la estructura de soporte (3) puede tener dos o más unidades al interior del biorreactor.
- 31.Fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 30 **caracterizado porque** las unidades de la estructura de soporte van a lo largo del eje vertical.
- 32.Método de ficorremediación de efluentes residuales con alto contenido de materia orgánica **caracterizado porque** comprende las siguientes etapas:

- a. El efluente ingresa en un fotobiorreactor (1) que comprende un tanque externo (2) de material transparente mediante un sistema de tuberías de entrada (5),
- b. El efluente circula por el fotobiorreactor (1) pasando a través de las membranas (13) con microorganismos adheridos y siguiendo el sentido de circulación de su estructura;
- c. Al recorrer el cuadrante (15) el efluente sale del interior de éste a través de las tuberías de circulación del efluente (7) y pasa al punto de descarga (8) en la parte superior del siguiente cuadrante (15);
- d. el efluente ingresa por la parte superior del tanque a través de una tubería con un dispositivo divisor de flujo (9) para que este caiga sobre una superficie bajante ondulada (10), donde se airea y retorna al mecanismo de recirculación (4) donde se mezcla con el efluente contenido en el tanque;
- e. el efluente continua su circulación repitiendo las etapas b) a d) cuantas veces sea necesario;
- f. el efluente tratado se descarga por la tubería de salida.

33. Método de ficorremediación de efluentes residuales con alto contenido de materia orgánica de acuerdo con la reivindicación 32 **caracterizado porque** se realiza en un fotobiorreactor (1) en montaje unitario.

34. Método de ficorremediación de efluentes residuales con alto contenido de materia orgánica de acuerdo con la reivindicación 32 **caracterizado porque** se realiza en fotobiorreactores (1) en montaje combinado.

35. Método de ficorremediación de efluentes residuales con alto contenido de materia orgánica de acuerdo con la reivindicación 32 **caracterizado porque** no requiere agitación.