



No. 14-185633- -00000-0000

Fecha: 2014-08-25 13:37:18 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 26



# Industria y Comercio

## SUPERINTENDENCIA

### DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

#### SOLICITUD

## PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. \_\_\_\_\_

54. TÍTULO PROCESO DE REMOCION DE CONTAMINANTES EN  
LIXIVIADOS Y AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE  
OZONIZACIÓN CATALÍTICA HETEROGÉNEA

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL \_\_\_\_\_

71. SOLICITANTE UNIVERSIDAD DEL VALLE

DOMICILIO CAU - COLOMBIA

74. APODERADO FELIPE FIGUEROA C.

22. BOGOTÁ, D. C., 25/08/2014



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-185633- -00000-0000

Fecha: 2014-08-25 13:37:18 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 26

icación

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES  
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

|                                                                                                                                                       |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                     | TIPO DE SOLICITUD                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Patente de invención                                                                                                   |  | <input type="checkbox"/> Patente de Modelo de Utilidad |                                             |
| 2                                                                                                                                                     | TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)                                    |                                                                                                                                                            |  | 3                                                      | CIP Clasificación Internacional de Patentes |
| PROCESO DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LIXIVIADOS Y AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE OZONIZACIÓN CATALÍTICA HETEROGÉNEA                        |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| 4                                                                                                                                                     | SOLICITANTE                                                                                   |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL                                                                                                                              |                                                                                               | NOMBRE                                                                                                                                                     |  | IDENTIFICACIÓN                                         | TIPO                                        |
| 1 UNIVERSIDAD DEL VALLE                                                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  | 890.399.010 -6                                         | NIT                                         |
| 5                                                                                                                                                     | DATOS DEL SOLICITANTE                                                                         |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| DIRECCIÓN<br>Ciudad Universitaria Meléndez<br>Calle 13 No. 100-00<br>CIUDAD<br>Cali<br>DEPARTAMENTO/ESTADO<br>Valle<br>PAÍS DE RESIDENCIA<br>Colombia |                                                                                               | No. TELÉFONO<br>032 3315172<br><br>CORREO ELECTRÓNICO<br>patricia.guerrero@correounivalle.edu.co<br>NACIONALIDAD O<br>LUGAR DE<br>CONSTITUCIÓN<br>Colombia |  |                                                        |                                             |
| 6                                                                                                                                                     | INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria              |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| APELLIDOS                                                                                                                                             |                                                                                               | NOMBRES                                                                                                                                                    |  | NACIONALIDAD                                           |                                             |
| 1. FIDERMAN MACHUCA MARTINEZ                                                                                                                          |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  | COLOMBIA                                               |                                             |
| 2. NATALI LORENA MENA GUERRERO                                                                                                                        |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  | COLOMBIA                                               |                                             |
| 3. JORGE ELIECER MANRIQUE JULIO                                                                                                                       |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  | COLOMBIA                                               |                                             |
| DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO: patricia.guerrero@correounivalle.edu.co - fiderman.machuca@correounivalle.edu.co                                     |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| 7                                                                                                                                                     | DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria        |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| PAÍS RESIDENCIA                                                                                                                                       |                                                                                               | DEPARTAMENTO/ESTADO                                                                                                                                        |  | CIUDAD                                                 | DIRECCIÓN                                   |
| 1 COLOMBIA                                                                                                                                            |                                                                                               | VALLE                                                                                                                                                      |  | CALI                                                   | CALLE 13 No. 100-00                         |
| 2 COLOMBIA                                                                                                                                            |                                                                                               | VALLE                                                                                                                                                      |  | CALI                                                   | CALLE 13 No. 100-00                         |
| 3 COLOMBIA                                                                                                                                            |                                                                                               | VALLE                                                                                                                                                      |  | CALI                                                   | CALLE 13 No. 100-00                         |
| OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)                                                                                                     |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.                                                   |                                                                                               |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| 8                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> REPRESENTANTE LEGAL <input checked="" type="checkbox"/> APODERADO    |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |
| APELLIDOS                                                                                                                                             |                                                                                               | NOMBRES                                                                                                                                                    |  | IDENTIFICACIÓN                                         |                                             |
| FIGUEROA CARDOZO                                                                                                                                      |                                                                                               | FELIPE EDUARDO                                                                                                                                             |  | C.C. 16940582 T.P. 140243                              |                                             |
| DIRECCIÓN                                                                                                                                             |                                                                                               | Carrera 3 A No. 30-10 Oficina 205                                                                                                                          |  | No. TELÉFONO 315 2849325 01 2826279                    |                                             |
| CIUDAD                                                                                                                                                |                                                                                               | Bogotá D.C.                                                                                                                                                |  | CORREO ELECTRÓNICO felipefigueroac@yahoo.com.mx        |                                             |
| PAÍS                                                                                                                                                  |                                                                                               | Colombia                                                                                                                                                   |  | No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL            |                                             |
| 9                                                                                                                                                     | DECLARACIONES DE PRIORIDAD <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO |                                                                                                                                                            |  |                                                        |                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</p> <p><input type="checkbox"/> SI      <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><b>Nota:</b> En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.</p>                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</p> <p><input type="checkbox"/> SI      <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><b>Nota:</b> En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>REDUCCIÓN DE TASAS</b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</p> <p><input type="checkbox"/> SI      <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><b>Nota:</b> En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Micro, pequeñas y medianas empresas <input type="checkbox"/></p> <p>Universidades públicas o privadas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Entidades sin ánimo de lucro <input type="checkbox"/></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA</b> <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:</b>                           | 15 <b>COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Si es Patente de Invención</p> <p><input type="checkbox"/> 6 meses    <input type="checkbox"/> 12 meses    <input type="checkbox"/> 18 meses</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otro    Cual: INMEDIATO</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 | <p>Si es Patente de Modelo de Utilidad</p> <p><input type="checkbox"/> 6 meses    <input type="checkbox"/> 12 meses</p> <p><input type="checkbox"/> Otro    Cual:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>N°</p> <p>Fecha</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL</b>                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p style="text-align: center;"> <br/> <b>FELIPE EDUARDO FIGUEROA CARDOZO</b><br/> <b>C.C. 16940582    C.F. 140.243 C.S de la J.</b> </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>ANEXOS</b>                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Documentación Técnica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                 | <b>Documentación Jurídica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>1. <input type="checkbox"/> Descripción      N° de folios:</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Reivindicaciones      N° Reivindicaciones:</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Dibujos y/o figuras      N° folios:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> Resumen.</p> <p>5. <input type="checkbox"/> Documento de Prioridad.</p> <p>6. <input type="checkbox"/> Traducción del documento de prioridad.</p> <p>7. <input type="checkbox"/> Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.</p> <p>8. <input type="checkbox"/> Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.</p> <p>9. <input type="checkbox"/> Arte final 12 x 12.</p> <p>10. <input type="checkbox"/> Anexo formato digital.</p> |                                                                                                                 | <p>11. <input checked="" type="checkbox"/> Poderes, si fuera el caso.</p> <p>12. <input type="checkbox"/> Documento que legalmente pruebe la cesión del invento al solicitante o a su causante.</p> <p>13. <input type="checkbox"/> Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, si fuera el caso.</p> <p>14. <input type="checkbox"/> Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número de registro, si fuera el caso.</p> <p>15. <b>Reducción de tasas</b></p> <p><b>Micro, pequeñas o medianas empresas</b></p> <p><input type="checkbox"/> Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.</p> <p><input type="checkbox"/> Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.</p> <p><b>Universidades públicas o privadas</b></p> <p><input type="checkbox"/> Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación</p> <p><b>Entidades sin ánimo de lucro</b></p> <p><input type="checkbox"/> Copia de registro vigente en Cámara de comercio.</p> <p><input type="checkbox"/> Hoja de información complementaria.</p> <p><input type="checkbox"/> Otros, especificar</p> <p>16. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.</p> <p>17. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.</p> <p>18. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.</p> <p>19. <input type="checkbox"/> Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.</p> |

**PROCESO DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LIXIVIADOS Y AGUAS  
RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE OZONIZACIÓN CATALÍTICA  
HETEROGÉNEA**

5

**RESUMEN DE LA INVENCION**

La presente invención está relacionada con un proceso de ozonización heterogénea de lixiviados y aguas residuales industriales que emplea un catalizador magnético, realizando una posterior separación de dicho catalizador  
10 aplicando un campo magnético al sistema.

## **PROCESO DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LIXIVIADOS Y AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES MEDIANTE OZONIZACIÓN CATALÍTICA HETEROGÉNEA**

5

### **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se encuentra relacionada con el campo tecnológico del tratamiento de lixiviados y aguas residuales industriales contaminadas con materia orgánica y materia inorgánica asociada a carbonatos y metales pesados principalmente Cadmio, mercurio, zinc, Magnesio, manganeso entre otros, mediante ozono. La ozonización, es un proceso de oxidación avanzada, que se aplica a tratamientos de aguas residuales para contribuir a la degradación de contaminantes orgánicos, descontaminación y desodorización de los efluentes, debido a su alto poder oxidante. La presente invención incorpora un proceso de remoción de contaminantes en lixiviados y aguas residuales industriales mediante ozonización catalítica heterogénea, a través de la adición de un catalizador magnético, susceptible de ser separado y reutilizado.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La problemática ambiental de los residuos sólidos ha tomado fuerza en los últimos años, siendo reglamentado a través del tiempo su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Enterrar los residuos sólidos urbanos constituye una práctica ampliamente utilizada para manejar la disposición de estos desechos en rellenos sanitarios.

La generación de lixiviados se produce como resultado del sistema actual de disposición de basuras. En los rellenos sanitarios la descomposición de la materia orgánica y la infiltración de agua lluvia a través de los residuos generan estos efluentes. Por esta razón los rellenos sanitarios no pueden considerarse una solución definitiva a la disposición de residuos puesto que los lixiviados que generan pueden contaminar tanto aguas superficiales como subterráneas afectando la salud de los seres humanos y los ambientes acuáticos.

Actualmente los sistemas más utilizados para disminuir su carga orgánica y compuestos recalcitrantes, son los tratamientos fisicoquímicos tales como la coagulación, floculación, sedimentación, procesos biológicos, intercambio iónico, entre otros, los cuales suelen ser costosos con respecto a su inversión inicial, necesidades energéticas y consumo de productos químicos

Los procesos biológicos aplicados a lixiviados jóvenes, han demostrado ser muy eficaces en la eliminación de materia orgánica y nitrógeno, sin embargo, la alta concentración de compuestos recalcitrantes (principalmente ácidos húmicos y fúlvicos) tiende a limitar su uso solo a lixiviados con características especiales (Renou et al. 2008).

Se han investigado y adaptado nuevas tecnologías limpias y eficientes, que pueden reemplazar los métodos convencionales de tratamiento, pero estos nuevos procesos no reducen de manera significativa el efecto global de generación de lodos o concentración de recalcitrantes; además, estas tecnologías resultan muy costosas para su aplicación industrial.

A pesar de que la ozonización es una técnica factible para el tratamiento de efluentes contaminados, existen ciertas limitaciones que no han permitido llevar el proceso a utilización comercial a gran escala, debido principalmente, al costo de la operación y a la baja eficiencia en la reducción de compuestos altamente recalcitrantes como ácidos húmicos y amonio por citar algunos compuestos. La ozonización catalítica heterogénea es un proceso de oxidación avanzada en el cual los agentes oxidantes, en este caso radicales hidroxilo, se generan en la superficie de un catalizador magnético aumentando la velocidad de oxidación de la materia orgánica e inorgánica presente en el efluente. Este proceso se ha utilizado en tratamiento de aguas residuales domésticas y nucleares, alcanzándose altos porcentajes de reducción de materia orgánica y remoción de metales pesados que otros procesos de tratamiento de aguas no eliminan.

Los procesos de oxidación avanzada (POA) se basan en procesos fisicoquímicos capaces de producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes debido a que involucran la generación y uso de especies transitorias con un elevado poder oxidante. A diferencia de las técnicas convencionales, estos procesos pueden operar a condiciones moderadas donde los otros sistemas no son factibles, además, transforman y destruyen químicamente los contaminantes hasta la mineralización (Forero et al. 2005).

Por consiguiente, se han desarrollado varios estudios para el tratamiento de efluentes de distintos orígenes pero con similar carga contaminante, en donde por ejemplo, se han oxidado pesticidas y colorantes presentes en aguas residuales (Van Leewen et al. 2009) utilizando ozono molecular y los radicales hidroxilo producidos durante la ozonización (Tizaoui et al. 2007). Kurniawan y colaboradores (2006B), reportaron el proceso de ozonización como uno de los métodos más eficientes para degradar una gran variedad de compuestos refractarios de lixiviados. Esto se puede atribuir a la alta reactividad de radicales intermedios como los radicales libres hidroxilo ( $\text{OH}\cdot$ ), que poseen un elevado

potencial de oxidación, por lo que pueden degradar rápidamente compuestos orgánicos recalcitrantes como compuestos aromáticos, clorados y fenólicos. Asimismo, los procesos de ozonización realizados a pH entre 7 y 9, son óptimos para la conversión del 100% de nitritos en nitratos y en presencia de aireación es posible alcanzar reducciones de amonio de 0.29 mg de  $\text{NH}_4^+$  / mg de ozono utilizado (Kurniawan et al. 2006A).

Tizaoui et al. 2007 demostraron que los procesos con ozono pueden ser más eficaces a pH alto y por la adición de peróxido de hidrógeno. La técnica combinada de ozono y peróxido de hidrógeno aumenta la degradación de lixiviados en comparación con únicamente  $\text{O}_3$ . Tizaoui et al. 2007 en el mismo estudio reportaron que el incremento en la concentración de peróxido de hidrógeno no siempre aumenta la degradación de compuestos orgánicos y puede generar sobrecostos en la operación.

La ozonización catalítica ha sido reconocida, como una técnica eficiente para el tratamiento de aguas residuales, alcanzando altas tasas de mineralización de materia orgánica recalcitrante, incluso en la presencia de especies secuestradoras de radicales libres hidroxilo. Debra R. (2012) evaluó iones metálicos de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  y  $\text{Cr}^{3+}$  como catalizadores del proceso de ozonización, concluyendo que la reducción de DQO más significativa se obtuvo con el ión férrico.

El ozono puede oxidar compuestos orgánicos biodegradables y no biodegradables. (Dong et.al 2013) utilizaron óxido de hierro como un catalizador heterogéneo para mejorar el proceso de ozonización de aguas residuales de destilería. Se reportaron eficiencias en cuanto a reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) y color de 87% y 93% respectivamente. Los autores concluyeron que la reducción de éstos parámetros se atribuye a que los radicales libres hidroxilo generados a partir del catalizador son mucho más reactivos que la propia molécula de ozono.

Otros documentos revelados por el estado del arte y relacionados con el tema de ozonización y tratamiento de lixiviados, equipos y métodos para el análisis de las propiedades químicas y físicas de los materiales y el tratamiento de agua, aguas residuales y lodos (F24F 3/16), se relacionan a continuación:

La patente CN 1931750 divulga un proceso de tratamiento de efluentes petroquímicos y su proceso de reutilización, en el cual, el efluente petroquímico después del tratamiento convencional se trata inicialmente en un filtro de presión con el material de filtro de antracita, material de filtro de arena de cuarzo y agregando magnetita; la concentración de ozono en el efluente es de 6 a 12 mg por cada gramo de DQO retirado; posteriormente el agua se pasa por un biofiltro aeróbico con carbón activo cargado.

La patente US 5635073 A describe un proceso de descontaminación de agua que se produce agregando un material magnético, controlando la velocidad y agitación. El material es fluidizado en el medio acuoso y los revestimientos que contienen metal se forman en las superficies de las partículas de material de soporte y en el  
5 que las partículas así recubiertas se separan del medio acuoso.

La patente US7686960 B2 se refiere a un proceso de varias etapas de la eliminación de contaminantes disueltos y sólidos en suspensión en agua residual empleando una técnica de separación magnética. El proceso incluye una primera etapa que consiste en dirigir el agua en un primer tanque donde se mezcla junto  
10 con la magnetita y el floculante. Un colector magnético recoge el flóculo, que se retira a continuación del colector. En una segunda etapa, el agua se dirige en un segundo tanque y se mezcla con la magnetita. La magnetita se recubre de un polímero. Las semillas magnéticas recubiertas reaccionan con los contaminantes disueltos en el agua. Al final Un colector magnético recoge la semilla magnética  
15 con los contaminantes adsorbidos para permitir que los contaminantes se retiren.

La patente WO 2005077835 A1 divulga un sistema y un método para el tratamiento de aguas residuales que contienen metales pesados, productos de petróleo, detergentes, fenoles, colorantes, tez, complexionates, etc. El sistema incluye un mezclador estático continuo configurado para mezclar el agua residual  
20 suministrada a la misma con reactivos deseados; un alimentador de un polvo magnético; un sistema coagulador; al menos un sistema oxidante; un sistema de floculación y un separador magnético configurado para aplicar un campo magnético a través de un efluente de las aguas residuales y la separación de los lodos magnética del agua. El método incluye la introducción de polvo de un  
25 material ferromagnético de partículas en las aguas residuales; el ajuste de un valor de un pH de las aguas residuales, para formar copos de lodo magnético en agua; y separar el lodo magnético de las aguas residuales tratadas.

La ozonización catalítica en comparación con otras técnicas convencionales es mucho más rentable en cuanto al consumo de insumos, mantenimiento de equipos  
30 asociados al proceso y, en especial, la baja producción de lodos

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra el esquema del proceso de ozonización.

La Figura 2 muestra el generador dieléctrico de ozono, en el cual, el ozono se  
35 genera por medio de una descarga de corona producida entre dos dieléctricos a través de los cuales pasa oxígeno.

La Figura 3 presenta los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos después del proceso de ozonización catalítica en el tratamiento de lixiviados.

La Figura 4 presenta los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos después del proceso de ozonización catalítica en el tratamiento de vinazas.

5 La Figura 5 presenta los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos después del proceso de ozonización catalítica en el tratamiento de tintas.

**OBJETOS DE LA INVENCION**

10 En un primer objeto la invención está relacionada con un proceso de descontaminación de lixiviados y aguas residuales industriales mediante ozonización heterogénea en la que se incorpora un catalizador magnético, el cual, finalizado el proceso de ozonización, es recuperado a través de un campo magnético.

15 El proceso de ozonización catalítica heterogénea comprende las siguientes etapas:

- a) La recolección del agua residual directamente de su fuente;
- b) Una etapa de generación de ozono, en la cual el oxígeno previamente presurizado en un cilindro de oxígeno comercial, es sometido a una
 

20 descarga de corona producida en un reactor cilíndrico de dos tubos dieléctricos.
- c) Una etapa de transferencia y distribución del ozono generado en la etapa b) al agua residual obtenida en la etapa a) a través de un difusor
 

25 poroso, en donde se distribuye el ozono en el efluente durante 30 a 50 minutos.
- d) Una etapa de adición del catalizador magnético.
- e) Una etapa de transferencia del ozono residual desde el reactor cilíndrico, hacia un segundo reactor que contiene una solución de KI al 2% p/v, a
 

30 través de un mecanismo del tipo manguera ubicado en la parte lateral de dicho reactor;
- f) Una etapa de retiro del catalizador magnético a través de un campo
 

35 magnético;
- g) Una etapa de drenaje del efluente líquido;

En un segundo objeto, la invención se encuentra relacionada con la unidad de tratamiento de aguas residuales industriales mediante ozonización catalítica heterogénea.

5

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

La presente invención divulga un método de ozonización catalítica heterogénea en el tratamiento de lixiviados y aguas residuales industriales, el cual incorpora al mineral conocido como magnetita como catalizador, tanto para mantener un alto rendimiento en la descomposición del ozono y la producción de radicales hidroxilo, como para minimizar la cantidad de ozono utilizado en el proceso.

En el desarrollo de la presente invención se caracterizó un lixiviado proveniente del flujo de alimentación de las piscinas de lixiviados en el Relleno Sanitario Presidente de la ciudad de Buga, Valle del Cauca.

De igual forma, se caracterizaron aguas residuales provenientes de la industria litográfica (tinta flexográfica), destilerías (vinaza).

La caracterización para todos los efluentes tratados se realizó con respecto a pH, color, turbiedad, DOC, DQO y  $NH_4^+$ , en el que las variables controladas fueron: la concentración de ozono (17mg/L-34mg/L), tiempo (30-40 minutos), el tipo de catalizador (magnetita comercial y no comercial) y la cantidad de catalizador (0.1g/L-0.5g/L) y las variables de respuesta fueron DQO, COD, turbiedad, color y amonio.

**25 Magnetita.**

El catalizador empleado en el proceso de ozonización catalítica heterogénea objeto de la invención, esto es la magnetita, corresponde a un mineral ferrimagnético de fórmula  $Fe_3O_4$  o  $(FeO)(Fe_2O_3)$ . Según la nomenclatura IUPAC se denomina óxido de hierro (II, III) aunque también es denominado óxido férrico-ferroso, que se refiere a que los dos estados de oxidación de hierro se encuentran presentes en una misma estructura.

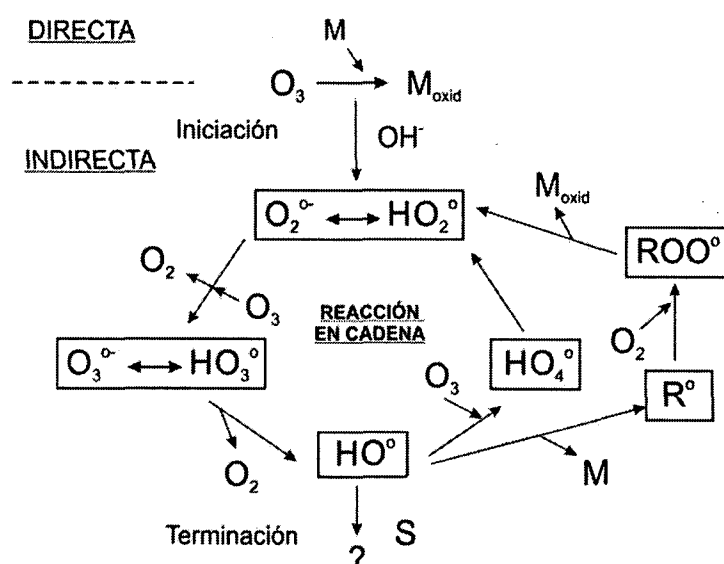
La magnetita se encuentra entre los 16 óxidos de hierro existentes, ésta posee una estructura de espinela inversa  $[Fe^{3+}]_T[Fe^{3+}Fe^{2+}]_{OO}O_4$  (Cabrera, 2008). Industrialmente la magnetita es preparada mediante la síntesis de Massart, donde la magnetita es formada a pH superiores a 10, condiciones a las cuales la magnetita es oxidada para formar maghemita.

Generalmente, la magnetita no es estequiométrica, en cuyo caso posee una deficiencia en el catión  $\text{Fe}^{3+}$  en su estructura. Es ampliamente utilizada en numerosos procesos industriales (producción de tintas y medios de almacenamiento de información, catalizador), aplicaciones medioambientales (tratamiento de aguas), aplicaciones médicas (Contraste de IRM, drogas selectivas), entre otros.

### Ozonización.

Con relación al ozono, este puede reaccionar directamente con un contaminante (M) o indirectamente por medio de los radicales hidroxilos, los productos de las reacciones (R) pueden terminar su oxidación al encontrarse con un secuestrante (S). Los mecanismos de reacción considerados se describen como se muestra en la Figura 2.3 (Evans, 1972).

A continuación se muestra el mecanismo de reacción del ozono. Donde M (contaminante), R (Producto) y S (secuestrador) (Adaptado Gottschalk y col., 2000)



**Reacción indirecta del ozono.** El ozono reacciona con iniciadores  $\text{OH}^-$  para formar oxidantes secundarios como radicales hidroxilo, estos a su vez reaccionan inmediatamente de forma no selectiva. El mecanismo se divide en tres partes:

A) Iniciación de la reacción indirecta del ozono: El ión hidróxido y el ozono forman un radical superóxido  $\text{O}_2^{\cdot-}$  y un radical hidroperoxil  $\text{OH}_2^{\cdot}$  como se muestra en la ecuación 2.1



El radical hidroperoxil se encuentra en equilibrio ácido-base, ( $\text{pK}_a = 4.8$ )



- 5      B) Reacción en cadena de la reacción indirecta del ozono: El anión radical de ozono formado por la reacción entre el ozono y el anión radical súper peróxido se descompone inmediatamente en un radical  $\text{OH}^\cdot$ . Como se indica en las ecuaciones 2.3 a 2.5:



10

El radical hidroxilo ( $\text{OH}^\cdot$ ) reacciona con el ozono como se muestra en las ecuaciones 2.6 y 2.7:



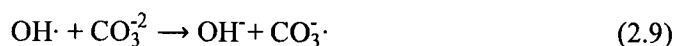
- 15      Con los productos de la reacción 2.7 se inicia de nuevo la reacción en cadena (ver ecuación 2.1). Las moléculas orgánicas pueden también actuar como promotores debido a grupos funcionales que reaccionan con  $\text{OH}^\cdot$  para formar radicales como se muestra en la ecuación 2.8.

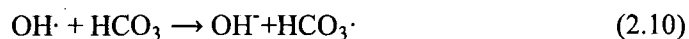


20

- C) Terminación de la reacción indirecta del ozono: Algunas sustancias orgánicas e inorgánicas reaccionan con el radical  $\text{OH}^\cdot$  para formar radicales secundarios los cuales no producen  $\text{HO}_2^\cdot/\text{O}_2^\cdot$  como lo indica las ecuaciones 1.9 a 1.11

25





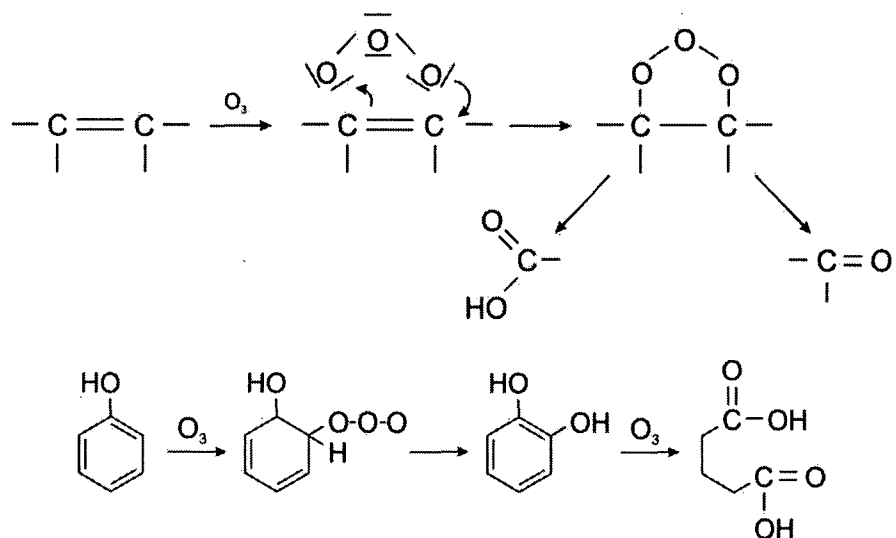
Otra posibilidad para terminar la reacción es la reacción de dos radicales:



5

La oxidación directa de contaminantes por ozono es una reacción selectiva con bajos valores en las constantes de reacción, están en el orden de  $1 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ . El ozono molecular reacciona con el enlace insaturado debido a su estructura bipolar por un rompimiento del enlace representado en el mecanismo de Criegee que se muestra a continuación:

10



**Mecanismo de Criege.** Posibles reacciones acuosas con ozono (Adaptado Gottschalk, C., Libra J.A. 2000)

15

En el esquema del proceso de ozonización de la Figura 1, el oxígeno presurizado proveniente de un cilindro se convierte a ozono en un equipo generador de ozono a escala laboratorio, construido en la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle. Las características del generador son las siguientes:

20

- Voltaje (Corriente Alterna): 120 V
- Voltaje de la fuente (Corriente Directa), 4 valores de salida de tensión: 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 y 80 a 100 V
- Área de electrodos:  $32.24 \text{ cm}^2$

- Espesor del dieléctrico: 0.18 mm
- Distancia entre electrodos: 0.36 mm

El ozono se genera por medio de una descarga de corona producida entre dos dieléctricos a través de los cuales pasa oxígeno como se muestra en la Figura 2.

- 5 Este equipo utiliza tubos dieléctricos de poco diámetro y es capaz de generar hasta 14% de ozono a partir de oxígeno. El sistema de ozonización incorporado en la presente invención utiliza difusores porosos para transferir el ozono generado al agua que se va a tratar.
- 10 El proceso de ozonización se lleva a cabo en un reactor cilíndrico de 35 cm de altura y 10 cm de diámetro el cual contiene un difusor poroso que permite distribuir uniformemente el ozono en el efluente. El reactor posee en su parte lateral (manguera transparente) la salida de ozono residual que se dirige hacia la trampa de ozono, la cual permite cuantificar el rendimiento de la operación.
- 15 El flujo del oxidante se regula mediante un rotámetro y se dirige hacia un recipiente de vidrio que contiene el agua residual a tratar; en este, el ozono se distribuye de manera uniforme mediante un difusor de vidrio poroso. Para cuantificar el rendimiento del proceso el ozono que no reacciona se dirige hacia un recipiente posterior (trampa de ozono) que contiene una solución de yoduro de
- 20 potasio al 2% en peso.

La trampa de ozono Contiene una solución al 2% de KI con un volumen igual al tratado en el reactor principal donde se ozoniza el agua residual. El ozono que no alcanza a reaccionar oxida la solución de KI generando  $I_3^-$  como se muestra en la siguiente ecuación:



- 30 Para llevar a cabo el proceso de ozonización se utilizó un cilindro de oxígeno comercial con una pureza del 99.5%, provisto con un regulador de presión y dos indicadores correspondientes a la presión del cilindro (0- 4000 psi) y presión de salida (0- 200). El flujo de oxígeno se controla con el regulador en un valor de 40 psi y se dirige hacia el ozonizador mediante una línea de teflón de ¼ de pulgada. La tasa de flujo de entrada de oxígeno al equipo se fija mediante una válvula de acero inoxidable y el rotámetro de vidrio previamente calibrado, dispuesto en la parte frontal del ozonizador.

- 35 Del ozonizador se obtiene un flujo de oxígeno- ozono que pasa directamente al reactor mediante una línea de teflón de ¼ de pulgada y se distribuye para mejorar

la transferencia de masa en un filtro de vidrio poroso que genera burbujas entre 60 y 80  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Después del proceso de ozonización catalítica se procede a separar la magnetita del efluente tratado utilizando un campo magnético. Se utiliza un imán para  
5 generar un campo magnético y así atraer las partículas metálicas, luego se drena el efluente líquido en otro recipiente. De esta forma, se recupera el catalizador una vez terminado el proceso de ozonización catalítica.

Después de recuperado el catalizador, se puede someter a un proceso de descontaminación para reutilizarse.

10

### EJEMPLO 1.

A efectos de emplear la ozonización como proceso de oxidación avanzada aplicado al tratamiento de lixiviados y aguas residuales industriales, para contribuir  
15 significativamente a la reducción de contaminantes orgánicos, decoloración y desodorización de efluentes, se utilizó magnetita como catalizador heterogéneo en el proceso de ozonización de tres muestras de agua residual provenientes de la industria litográfica (tinta flexográfica), destilerías (vinaza) y relleno sanitario (lixiviado); realizando una posterior separación del catalizador aplicando un campo magnético al sistema.

20 Durante el proceso se utilizó un flujo de  $4.2 \text{ L h}^{-1}$  de ozono producido en un generador DBD-1 de descarga dieléctrica. Durante 40 minutos se realizó la ozonización de 250 ml tanto de lixiviados como de las aguas residuales industriales mencionadas, en un reactor intermitente con un difusor poroso en su interior, permitiendo así el burbujeo del ozono y un mezclado uniforme.

25 Se utilizaron 0.3 g/L de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) como catalizador, la cual se mantuvo dispersa en el agua residual por medio de la corriente de ozono. La salida superior de este reactor se conectó a una trampa de KI al 2% p/v, con el fin de cuantificar el porcentaje de ozono sin reaccionar.

Después del proceso de ozonización catalítica se procedió a separar la magnetita  
30 de cada uno de los efluentes utilizando un campo magnético, lo que permitió la recuperación del catalizador y su consecuente reutilización.

Las mediciones de color aparente fueron realizadas en la escala Pt/Co para sucesivas diluciones de cada efluente sin filtrar, en un espectrofotómetro SHIMADZU UV 1800 a una longitud de onda de 340 nm. La turbidez fue medida  
35 en un tubímetro HACH 2100 de 0-4000 NTU con una precisión de  $\pm 5\%$ . La demanda química de oxígeno (DQO) se determinó mediante el método de reflujo cerrado y colorimétrico según el Standard Methods 5220 D en muestras diluidas

con agua desionizada. El Carbono orgánico total (COT) se midió en el analizador Shimadzu TOC-VCPH siguiendo la norma estándar 5310 B. Para los lixiviados se midió el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) por medio de un Kit para Spectroquant Pharo 3000 en un rango de 0.010-3.00 mg/L. Todos estos equipos se encuentran disponibles en el laboratorio de docencia e investigación de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad del Valle.

La caracterización fisicoquímica inicial de los efluentes se muestra en la tabla 1:

| Efluente  | Color (Pt/Co) | Turbiedad (NTU) | COT (mg/L) | DQO (mg/L) | Amonio (mg/L) |
|-----------|---------------|-----------------|------------|------------|---------------|
| Lixiviado | 1983.8        | 54.9            | 235.5      | 2500       | 470.2         |
| Tinta     | 10163.8       | 288.6           | 42012.5    | 78987.1    | -             |
| Vinaza    | 590.5         | 3550            | 49605      | 75992.1    | -             |

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos iniciales medidos en los lixiviados y en los efluentes industriales.

El pH de las muestras fue medido con un ph-metro marca Multi-Parameter Waterproof Handheld Meters Eijkelkamp PC 650 . El equipo se calibró con soluciones buffer de pH: 4, 7 y 10. La medición de pH se realizó antes y después del tratamiento de ozonización con el fin de monitorear las variaciones en función del tiempo.

Para medir el carbono orgánico disuelto (COD) (expresado como carbono orgánico no purgable) se utilizó un equipo marca SHIMADZU TOC VCPH Total Organic Carbon Analyzer . Las muestras se prepararon y analizaron según el método estándar de análisis 5310-B (Standard Methods 2005). Las muestras se filtraron con membranas de 0.45  $\mu\text{m}$  para asegurar que sea efectiva la medida de COD.

Se utilizó un reactor para digerir por 120 minutos a  $150^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  las muestras para la respectiva medición de la demanda química de oxígeno como se establece en el método estándar 5220 (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005).

A su vez, se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu UV 1800, para medir color, amonio, cloruros y DQO que involucran determinación de absorbancia a distintas longitudes de onda.

Se utilizó una balanza analítica Denver Instrument, modelo AS60/220/C2 ( $\pm 0.1$  mg). En este equipo se pesaron todos los reactivos requeridos para preparar las soluciones de los diferentes procedimientos y métodos.

Se utilizó el espectrofotómetro de infrarrojo FT/IR Jasco, con una celda ATR para  
5 analizar los compuestos remanentes en el catalizador después del proceso de oxidación.

Se realizó la comparación del proceso convencional de ozonización respecto a la ozonización catalizada con magnetita. Para lixiviados, (Figura 3), se aprecian  
10 diferencias considerables en cuanto a la remoción de amonio y color; en los parámetros restantes se reportan remociones similares. En vinazas, (Figura 4), las reducciones en COT y DQO son notablemente mayores después del proceso de ozonización catalítica. Diferencias apreciables se evidencian en tintas, (Figura 5), puesto que la reducción de parámetros como DQO, Turbiedad y color se mejoran  
15 notablemente después de introducir magnetita como catalizador al proceso.

En la tabla 2 se reportan los valores de los parámetros fisicoquímicos medidos después del proceso de ozonización catalítica.

| Efluente  | Color<br>(Pt/Co) | Turbiedad<br>(NTU) | COT (mg/L) | DQO<br>(mg/L) | Amonio<br>(mg/L) |
|-----------|------------------|--------------------|------------|---------------|------------------|
| Lixiviado | 372.5            | 7.9                | 211.8      | 387.6         | 18.75            |
| Tinta     | 227.3            | 29.3               | 272.6      | 445.0         | -                |
| Vinaza    | 228.3            | 4.24               | 1014       | 638.14        | -                |

**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y efluentes industriales  
20 tratados

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del  
25 alcance de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso de ozonización catalítica heterogénea para la descontaminación de lixiviados y aguas residuales provenientes de industrias gráficas y/o agroquímicas que no requiere sistema biológico previo y que comprende:

a) La recolección del efluente directamente de su fuente;

b) Una etapa de generación de ozono, en la cual el oxígeno previamente presurizado en un cilindro de oxígeno comercial, es sometido a una descarga de corona producida en un reactor cilíndrico de dos tubos dieléctricos.

c) Una etapa de transferencia y distribución del ozono generado en la etapa b) al agua residual obtenida en la etapa a) a través de un difusor poroso, en donde se distribuye el ozono en el efluente durante 30 a 50 minutos.

d) Una etapa de adición del catalizador magnético magnetita  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  o  $(\text{FeO})(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ .

e) Una etapa de transferencia del ozono residual desde el reactor cilíndrico, hacia un segundo reactor que contiene una solución de KI al 2% p/v, a través de un mecanismo del tipo manguera ubicado en la parte lateral de dicho reactor;

f) Una etapa de retiro del catalizador magnético a través de un campo magnético;

g) Una etapa de drenaje del efluente líquido;

2. Proceso de ozonización de la reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa b) la generación de ozono comprende un flujo de  $4.2 \text{ L h}^{-1}$

3. Proceso de ozonización de la reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa b) el flujo de oxígeno se dirige hacia el reactor mediante una línea de teflón de ¼ de pulgada y se distribuye en un filtro de vidrio poroso que genera burbujas entre 60 y 80  $\mu\text{m}$  de diámetro.

5

4. Proceso de ozonización de la reivindicación 1 caracterizado porque en la etapa c) el efluente presenta un caudal entre 17mg/L y 34mg/L.

10

5. Proceso de ozonización de la reivindicación 1 caracterizado porque la concentración de catalizador magnético adicionado en la etapa d) se encuentra entre 0.1g/L-0.5g/L.

15

6. Una unidad de tratamiento de lixiviados y aguas residuales industriales mediante ozonización catalítica heterogénea caracterizada porque comprende:

20

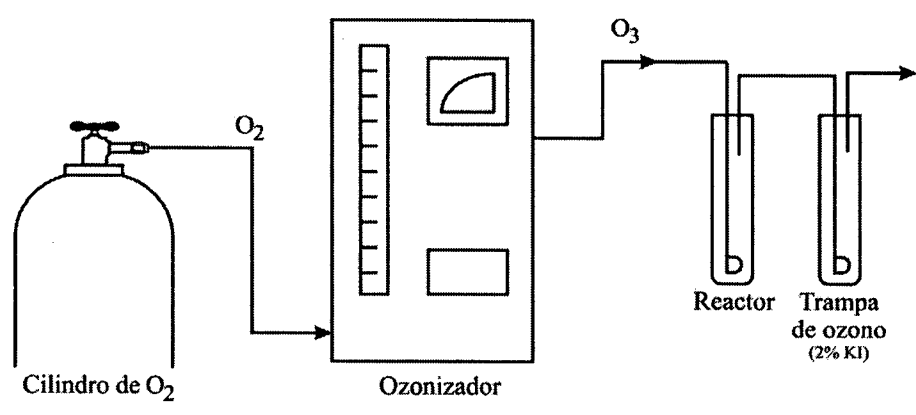
- a) Un reactor generador de ozono compuesto por dos tubos de descarga dieléctrica, un difusor poroso y un mecanismo de salida del tipo manguera en su parte transversal;
- b) Un reactor cuantificador que contiene una solución de KI al 2% p/v.

25

30

5

10



15

FIGURA 1/5

20

5

10

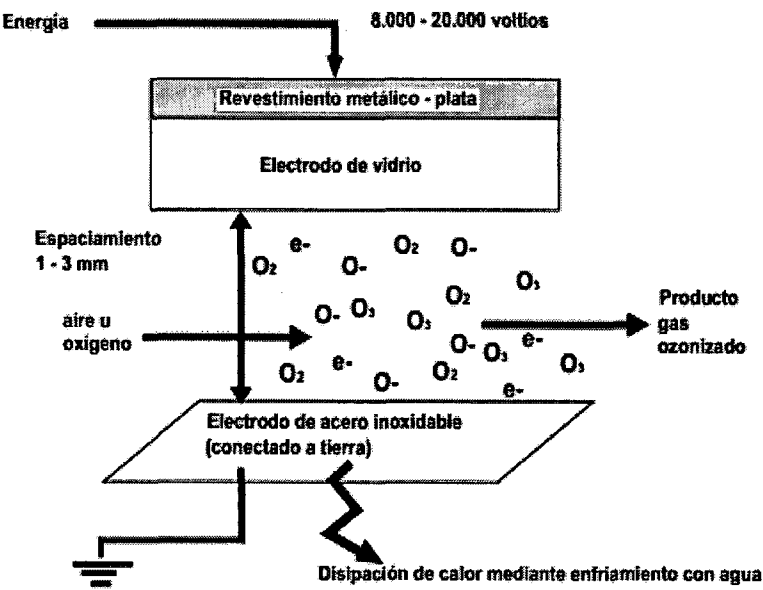
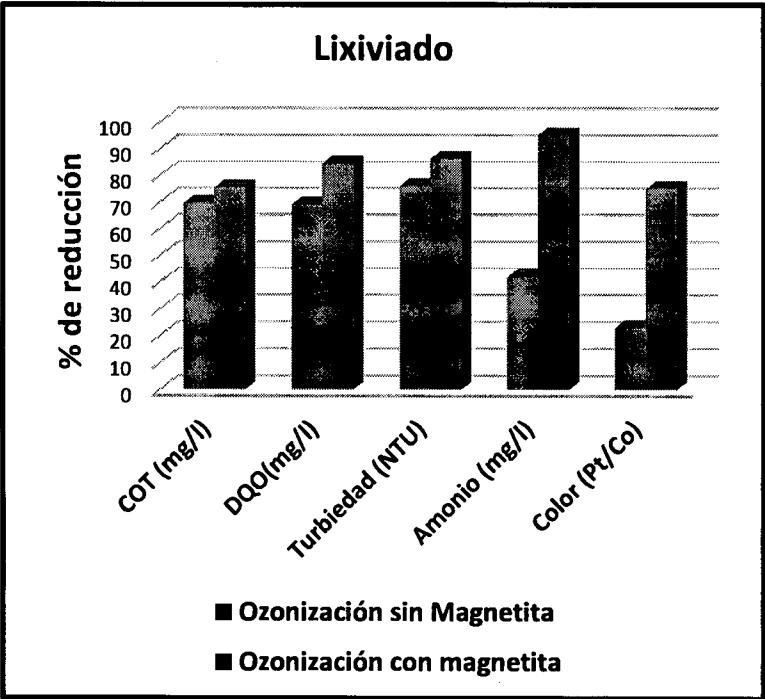


FIGURA 2/5

15

20

5

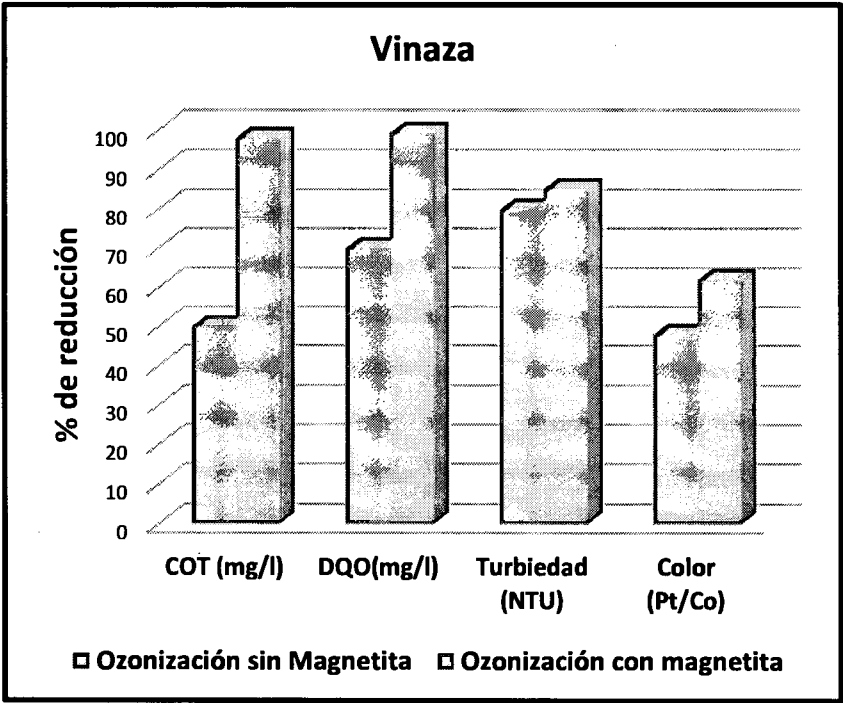


10

FIGURA 3/5

15

5

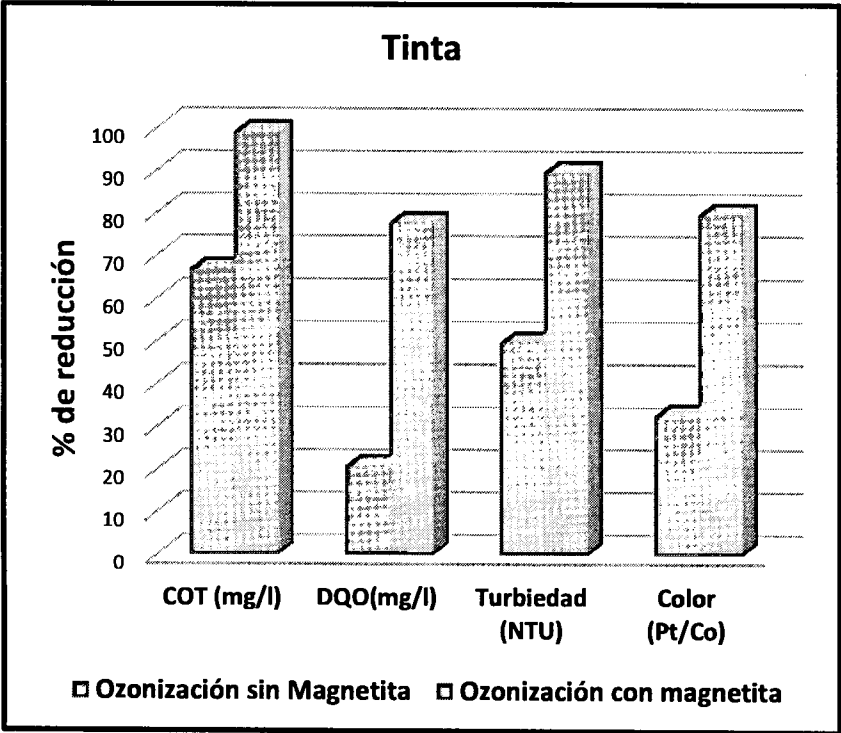


10

FIGURA 4/5

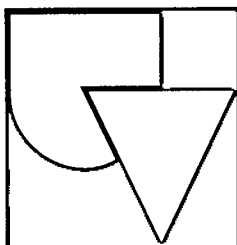
15

5



10

FIGURA 5/5



**Universidad  
del Valle**

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

**E. S. D.**

**IVAN ENRIQUE RAMOS CALDERON**, mayor de edad y vecino de Cali (Valle), identificado con cédula de ciudadanía No. 14.989.446 expedida en Cali (Valle), quien como Rector, cargo para el que fui designado según Resolución No. 038 del 14 de octubre de 2011, emanada del Consejo Superior de la Universidad del Valle, actúa en nombre y representación legal de la **UNIVERSIDAD DEL VALLE**, ente universitario autónomo del orden estatal u oficial, vinculado al Ministerio de Educación Nacional, creada por la Asamblea Departamental del Valle, con Personería Jurídica aclarada por el Decreto No. 1406 de junio 21 de 1956, emanada de la Presidencia de la República, y en ejercicio de la autorización conferida por el Artículo 25, literal ñ) del Estatuto General de la Universidad, manifiesto de manera expresa que, por medio del presente escrito, confiero poder especial, amplio y suficiente para actuar al Doctor **FELIPE EDUARDO FIGUEROA CARDOZO**, identificado con la cedula de ciudadanía número 16.940.582 de Cali, abogado en ejercicio, portador de la Tarjeta Profesional No. 140.243 expedida por el Consejo Superior de la Judicatura, para que en mi nombre y representación, adelante la totalidad de la actuación administrativa concerniente a SOLICITAR, OBTENER Y CONSERVAR la patente de invención sobre el objeto "**PROCESO DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LIXIVIADOS Y AGUAS RESIDUALES MEDIANTE OZONIZACIÓN CATALÍTICA HETEROGÉNEA**".

Así mismo, manifiesto que mi apoderado queda ampliamente facultado para recibir notificaciones, desistir, sustituir, impugnar, cancelar, contestar requerimientos, solicitar examen de patentabilidad de la invención, solicitar la transmisión de la solicitud vía PCT y demás facultades inherentes al mandato judicial.

En éstas condiciones y, en virtud de lo anteriormente señalado, respetuosamente solicito se sirva reconocer al Doctor FELIPE FIGUEROA C. personería para actuar.

De ustedes,

Atentamente,

**IVÁN ENRIQUE RAMOS CALDERÓN**

G.C. 14.989.446

ASESORIA JURIDICA

REVISADO

Acepto.

**FELIPE EDUARDO FIGUEROA CARDOZO**

C.C 16.940.582 de Cali.

T.P. 140.243 C.S. de la J.

**ENTE UNIVERSITARIO AUTÓNOMO**

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

**NIT : 800.176.089-2**

- / -



**Industria y Comercio**  
SUPERINTENDENCIA

**RECIBO DE CAJA**

**No. 14 - 0090463**

Bogotá D.C., Agosto 25 de 2014 - 13:25:55

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD DEL VALLE

NI 890.399.010

\*\*\* Soporte del Pago \*\*\*

| TIPO PAGO    | BANCO           | CUENTA    | No. PAGO  | FECHA PAGO | VR PAGO      |
|--------------|-----------------|-----------|-----------|------------|--------------|
| CONSIGNACION | BANCO DE BOGOTA | 062754387 | 621758200 | 31/07/2014 | 2.317.500.00 |

\*\*\* Conceptos Pagados \*\*\*

| CANT. | RENTISTICO              | CONCEPTO                                           | Vr. UNDITARIO | Vr. CONCEPTO        |
|-------|-------------------------|----------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| 1     | 50005-01-01 SOLICITUDES | 2249 DTO 25% PCT SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION | 386.250.00    | 386.250.00          |
|       |                         |                                                    |               | <b>\$386.250.00</b> |

**SON: \*\*TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS MONEDA CORRIENTE\*\***

Responsable: \_\_\_\_\_

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. \_\_\_\_\_

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



**No. 14-185633-00000-0000**

Fecha: 2014-08-25 13:37:18 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR  
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 26

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: [www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co) e-mail: [info@sic.gov.co](mailto:info@sic.gov.co) Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Agosto 25 de 2014 - 13:25:56



No. 14-185633- -00000-0000

Fecha: 2014-08-25 13:37:18

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 2 PATENTES

Eve: 1 REGDEPOSITO

486/00

Act. 411 PRESENTACION

Folios: 26

PATENTE DE INVENCION ☐

MO

☐

Indicación que se solicita una

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Descripción de la invención

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa

☐

Incompleta

☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐

Indicación que se solicita una PCT

☐

Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)

☐

Dibujos de ser estos pertinentes

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa

☐

Incompleta

☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita Diseño industrial

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa

☐

Incompleta

☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐

Indicación que se solicita un esquema de trazado

☐

Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud

☐

Representación gráfica de un esquema de trazado

☐

Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa

☐

Incompleta

☐