



**PROYECTO INTERNO PII-DCN-003-2016**

***"Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno y un proceso foto-Fenton modificado con un agente quelante"***

En la ciudad de Quito D.M., a los diecinueve días del mes de abril del año dos mil dieciocho, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Interno **PII-DCN-003-2016** *"Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno y un proceso foto-Fenton modificado con un agente quelante"*, por una parte el **Ph.D. Alberto Celi Apolo** en calidad de **Vicerrector de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **M.Sc. Jady Paulina Pérez Guamanzara** en calidad de **Directora del Proyecto Interno**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) Mediante Memorando Nro. EPN-DCN-2016-0092-M entregado el 12 de febrero del 2016, la Jefe de Departamento de Ciencias Nucleares (DCN) solicita al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social (VIPS) que se asigne código al Proyecto Interno "Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno y un proceso foto-Fenton modificado con un agente quelante", cuya Directora es el M.Sc. Jady Pérez Guamanzara.
- b) Mediante Memorando Nro. EPN-VIPS-2016-0183-M del 17 de febrero del 2016, el VIPS notifica a la Jefe del DCN que el proyecto de Investigación Interno de la M.Sc. Jady Pérez Guamanzara ha sido registrado con el código PII-DCN-003-2016.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código de Proyecto</b>	<i>PII-DCN-003-2016</i>
<b>Nombre del Proyecto</b>	<i>Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno y un proceso foto-Fenton modificado con un agente quelante</i>
<b>Director del Proyecto</b>	<i>M.Sc. Jady Paulina Pérez Guamanzara</i>
<b>Departamento</b>	<i>Ciencias Nucleares (DCN)</i>
<b>Líneas de Investigación</b>	<i>Proceso de oxidación avanzada</i>



<b>Objetivo</b>	<i>Estudiar la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial, mediante la aplicación de un proceso de ozonificación, solo y combinado con peróxido de hidrógeno; y, un proceso foto-Fenton, modificado con ácido cítrico y EDTA</i>
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inicio: 1 de marzo del 2016</li><li>• Fin: 28 de febrero del 2017</li><li>• Prórroga: 2 meses, del 1 de marzo del 2017 al 29 de abril del 2017.</li><li>• Duración total: 14 meses.</li></ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	22 de febrero del 2018
<b>Presupuesto asignado</b>	Autogestionado por el departamento

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PII-DCN-003-2016-2018-0001-M entregado el 22 de febrero del 2018, la Directora del Proyecto Interno PII-DCN-003-2016, M.Sc. Jady Pérez Guamanzara, presenta el Informe Final del Proyecto, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación y Proyección Social (DIPS), y que emite las observaciones mediante Memorando Nro. EPN-DIPS-2018-0025-M.

La M.Sc. Jady Pérez, Directora del Proyecto PII-DCN-003-2016, presenta el Informe final en atención a las observaciones sugeridas, mismo que es revisado por la DIPS y se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones, recomendaciones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- Se caracterizó físico-químicamente los efluentes del área de jabonería y limpieza, durante enero a agosto de 2016, y se determinó que no pueden ser descargados a un cuerpo receptor sin tratamiento previo, debido a que incumplen los valores máximos permisibles de la legislación ambiental.
- Se determinó para el tratamiento con ozonificación (sistema O<sub>3</sub>) que el pH 11 permitió alcanzar la mayor remoción para DQO y COT (78,97 % y 55,82 %, respectivamente), después de la etapa de pretratamiento.
- El tratamiento de ozonificación asistido con peróxido de hidrógeno (sistema O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), bajo las condiciones de pH 9 y [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] de 100 mM, permitió lograr remociones de DQO y COT, después de la etapa de pretratamiento, de 98,53 % y de 66,93 %, respectivamente.



- d) Las dosis de ozono consumidas para las mejores condiciones de los procesos fueron 2.960 mg/L (sistema O<sub>3</sub>) y de 2.600 mg/L (sistema O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), en un tiempo de reacción de 50 min en ambos casos.
- e) El efecto sinérgico de los agentes oxidantes (O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) mostró un incremento en la remoción de los parámetros de DQO, COT, color real y tensoactivos, en comparación con el sistema O<sub>3</sub>; el tratamiento seleccionado para el diseño de la planta de tratamiento fue el sistema O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- f) Las mayores remociones de contaminantes en los procesos foto-Fenton modificados con EDTA y ácido cítrico fueron: 45,59 % y 72,78 %, bajo las siguientes condiciones: [FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O] de 10 mM y 20 mM a pH 4,5 y 7,0, respectivamente. Las relaciones molares fueron: [Fe<sup>2+</sup>]:[quelante] de 1:1 y [Fe<sup>2+</sup>]:[H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] de 1:40.
- g) Las remociones de los contaminantes (color y tensoactivos) del efluente fueron de 98,18 % y 88,61 %, respectivamente, para el sistema O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. El proceso foto-Fenton modificado con ácido cítrico alcanzó remociones de 93,44 % y 98,96 %, respectivamente.
- h) Los procesos foto-Fenton y Fenton modificados con ácido cítrico permitieron el cumplimiento de los parámetros tensoactivos, color y cloruros de acuerdo a la normativa ambiental (Ministerio del Ambiente). Debido a que la diferencia entre los porcentajes de remoción de los dos tratamientos fue menor al 2 % y por el ahorro energético al aplicarlo a nivel industrial, se diseñó como segunda alternativa de tratamiento al proceso Fenton.
- i) El tratamiento del efluente seleccionado, es decir con el proceso Fenton modificado con ácido cítrico, se realizó en función de los lotes de producción y para un caudal medio diario de 1,9 m<sup>3</sup>/h, cada lote es de 8 h. Los equipos principales para el tratamiento del efluente son: tanque de homogeneización, sedimentador primario, filtro granular, reactor Fenton y sedimentador secundario, y para la formación del complejo ion ferroso-ácido cítrico: tanque de mezcla y tanque de acondicionamiento.
- j) El costo de implementación a escala industrial del tratamiento del efluente aplicando el método Fenton modificado con ácido cítrico fue de \$57.622,80 USD. El costo de operación mensual fue de \$5.912,16 USD. El costo del tratamiento fue de 4,32 USD/m<sup>3</sup>.
- k) En comparación, y con los resultados antes indicados, el costo de implementación del tratamiento del efluente mediante el proceso de ozonificación combinado con peróxido de hidrógeno fue de \$270.451,48 USD. El costo de operación mensual fue de \$3.373,28 USD. El costo de tratamiento fue de 2,23 USD/m<sup>3</sup>.



### RECOMENDACIONES:

- a) Se sugiere considerar la combinación de los procesos de oxidación avanzada (ozonificación y Fenton modificado) con un proceso biológico, para determinar su influencia en la reducción de la carga contaminante de los efluentes.
- b) Se podría estudiar el efecto de la adición de peróxido de hidrógeno de manera continua, durante el proceso Fenton, para evitar el consumo total de éste.
- c) Se debería estudiar el efecto de la aplicación de luz solar como reemplazo de la luz UV (foto-Fenton) para disminuir los costos.
- d) Las características de los sólidos procedentes de la etapa de pretratamiento podrían determinarse con el fin de su posible reutilización en producción.
- e) Considerando los costos de los tratamientos estudiados, se recomienda realizar pruebas piloto del proceso de ozonificación combinado con peróxido de hidrógeno.

### PRODUCTOS:

1. Paper de Titulación para Ingeniería Química: "Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno"; Morales Flores Diana Fernanda; <http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45328>; 2017.
2. Paper de Titulación para Ingeniería Química: "Degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante procesos Fenton y foto-Fenton modificados"; Játiva Cando Karina Liceth; <http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=70751>; 2018.
3. Conferencia: "Estudio de la degradación de tensoactivos y colorantes de un efluente industrial mediante la aplicación de un proceso modificado con un agente quelante"; Játiva Cando Karina Liceth; Primer Simposio Nuevas Tecnologías para Tratamientos de Efluentes, Universidad San Francisco de Quito; octubre 2016.
4. Capacitación: "Degradation of Dyes and Surfactants Contained in an Industrial Effluent by Ozonation and Hydrogen Peroxide"; Pérez Jady, Muñoz Florinella; Publicación en resúmenes de evento: The 22nd International Conference on Advanced Oxidation Technologies for treatment of Water, Air and Soil; noviembre 2016.



5. Difusión a la comunidad politécnica: "Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno"; Morales Flores Diana Fernanda; Encuentros EPN - HABITAT III. Exposición de Proyectos de Investigación de Estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional; octubre 2016.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El Proyecto Interno PII-DCN-003-2016 fue autogestionado por el Departamento de Ciencias Nucleares.

#### 5. FINALIZACIÓN:


Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Interno **PII-DCN-003-2016 "Estudio de la degradación de colorantes y tensoactivos de un efluente industrial mediante la aplicación de ozonificación solo y combinado con peróxido de hidrógeno y un proceso foto-Fenton modificado con un agente quelante"**.

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.


Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los diecinueve días del mes de abril del año dos mil dieciocho.

  
Dr. Alberto Celi  
Vicerrector de Investigación  
y Proyección Social

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Y PROYECCIÓN SOCIAL

  
M.Sc. Jady Pérez Guamanzara  
Directora del Proyecto  
PII-DCN-003-2016

dp/cc

Recibo 23/04/2018  
  
2,

