



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, DOCTORADOS E INNOVACIÓN
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA**

CONVOCATORIA A CONCURSO DE PROYECTO SEMILLA FASE 4.

FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE PROTOCOLO

1.- DATOS GENERALES

1.1.- Áreas de conocimiento

Ciencias Sociales		Ciencias de la Vida y Salud		Ciencias Exactas	X
-------------------	--	-----------------------------	--	------------------	---

1.2.- Título del Proyecto

Fotocatálisis y adsorción con catalizadores residuales para tratamiento de efluentes provenientes de la industria de la curtiembre

1.3.- Fuentes de Financiamiento

Financiamiento		Ingrese el monto en caso de que la opción sea SI
Fondos UCE Concursable Máximo \$3000	SI	Monto Total \$: 3000,00
Fondos Propios	NO	Monto Total \$:

1.4.- Duración del Proyecto

Número de Meses estimados	12
---------------------------	----

2.- PARTICIPANTES EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

INVESTIGADOR – DIRECTOR DEL PROYECTO (DOCENTE TITULAR TIEMPO COMPLETO)			
Apellidos	Flores Oña	Nombres	Diego Roberto
Numero de cedula de identidad	1719444026	Dirección Domiciliaria	Concepción S8-24 y José Corolla
Titulo Tercer Nivel	Ingeniero Químico	Titulo Cuarto Nivel	Máster en Química Sostenible
Categoría Docente	Auxiliar 1	Tiempo de Dedicación	Tiempo Completo
Facultad	Ingeniería Química	Carrera	Ingeniería Química
Teléfono Fijo	3172106	Teléfono Móvil	0996606480
Email Institucional	drflores@uce.edu.ec	Email Personal	diegoroberto.flores@gmail.com
Resumen de experiencia previa en investigación	<p>Formación de pregrado en la Universidad Central del Ecuador, obteniendo el título de Ingeniero Químico; estudié el Máster en Química Sostenible en la Universidad de Valencia realizando el trabajo de fin de máster para la Fotooxidación Selectiva Catalizada Por Quantum Dots, Optimizando la Síntesis del Catalizador y las condiciones de reacción.</p> <p>Ha dirigido 11 Trabajos de Titulación de Fin de Carrera dentro de la UCE, en temas relacionados con Métodos de Oxidación Avanzada para el Tratamiento de Efluentes de diferentes industrias.</p> <p>Participó en el Proyecto Semilla Fase 2: Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria textil mediante fotocatalisis y adsorción con catalizadores residuales, proyecto concluido con la presentación de un artículo en el Congreso Internacional de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en julio de 2017.</p> <p>Actualmente trabajo en dos proyectos de investigación aprobados por la DGIP:</p> <p style="padding-left: 40px;">Determinación de propiedades catalíticas de lodos de plantas de efluentes de la industria textil y Proceso de Acondicionamiento de Mezclas Biodiesel (Diesel–Aceite de Girasol; Diesel–Aceite de Piñón; Diesel–Aceite de Palma) para Motores de Combustión</p>		

INVESTIGADOR – ADJUNTO (DOCENTE TITULAR)			
<i>Máximo dos docentes adjuntos con distinto tiempo de dedicación</i>			
Apellidos	Montesdeoca Espín	Nombres	Diego Eduardo
Número de cedula de identidad	1802917391	Dirección Domiciliaria	Cuenca N12-80
Título Tercer Nivel	Ingeniero Químico	Título Cuarto Nivel	Máster Universitario en Ingeniería Química
Categoría Docente	Auxiliar 1	Tiempo de Dedicación	Tiempo completo
Facultad	Ingeniería Química	Carrera	Ingeniería Química
Teléfono Fijo	2544631	Teléfono Móvil	0988374247
Email Institucional	dmontesdeoca@uce.edu.ec	Email Personal	diego@corporacionalquimia.org
Resumen de experiencia previa en investigación	<p>Ingeniero Químico graduado en la Universidad Central del Ecuador con estudios de Maestría en la misma área del conocimiento, realizados en la Universidad Politécnica de Madrid.</p> <p>Ha dirigido 15 Trabajos de Titulación dentro de la Facultad de Ingeniería Química – UCE, en temas relacionados con Reología, Simulación de Procesos, Operaciones Unitarias (intercambio de calor, extracción, destilación, absorción).</p> <p>Participó como investigador adjunto en el Proyecto Semilla, fase 3: “Análisis de la factibilidad técnica del uso de la energía geotérmica en la industria florícola”. Proyecto en etapa de cierre en la DGIP con la presentación de un artículo científico.</p> <p>Actualmente realiza una pasantía de investigación en conversión catalítica de biomasa lignocelulósica bajo un esquema de biorrefinería que valoriza primero lignina en la Universidad Católica de Lovaina</p>		

ESTUDIANTE 1			
<i>Máximo tres estudiantes adjuntos con distinto tiempo de dedicación</i>			
Apellidos	Fonseca Montesdeoca	Nombres	Sharon Michelle
Tipo de Identificación	Cédula	Número de cedula / pasaporte	1723121628
Nivel de Instrucción	Pregrado	Facultad	Ingeniería Química
Programa de Posgrado	NA	Carrera	Ingeniería Química
Semestre / Nivel	Sexto		
Teléfono Fijo	2033637	Teléfono Móvil	0999847131
Email Institucional	smfonseca@uce.edu.ec	Email Personal	s.m.f.m@hotmail.com

ESTUDIANTE 2			
Apellidos	Albacura Chuquín	Nombres	Edwin Javier
Tipo de Identificación	Cédula	Número de cedula / pasaporte	1003959382
Nivel de Instrucción	Pregrado	Facultad	Ingeniería Química
Programa de Posgrado	NA	Carrera	Ingeniería Química
Semestre / Nivel	Sexto		
Teléfono Fijo	510 1203	Teléfono Móvil	0990849578
Email Institucional	ejalbacura@uce.edu.ec	Email Personal	javi024or@hotmail.com

3.- RESUMEN EJECUTIVO (Máximo 250 palabras)

Realizar una síntesis clara y concisa sobre el proyecto que incluya: Antecedentes, Objetivo general, metodología y resultados esperados (Hasta tres).

Antecedentes:

En la curtiembre se utilizan procesos que transforman las pieles de los animales en cuero mediante el proceso denominado curtido, en donde los cueros se ponen en contacto con sales de cromo

La industria ecuatoriana de la curtiembre, en el año 2014 representó 7 % del PIB, esta industria se concentra en la provincia de Tungurahua con un 76 % del total, seguido por Imbabura, Azuay y Cotopaxi. Entre el 2011 y 2012 se registró un crecimiento en la producción del 8.6 % y un incremento de la inversión en el sector del 8 % al 55%, crecimiento que repercute en la contaminación de las descargas líquidas por su alto contenido de Cromo.

Se estima que en Ambato las curtidoras vierten al río Ambato 1.925 metros cúbicos de aguas residuales por día, en donde se ha medido niveles de cromo hasta de 43.94 mg/día, convirtiendo de esta manera a la industria de la curtiembre en una de las más contaminantes

Objetivo general:

Determinar la factibilidad y eficiencia de la fotocatalisis, adsorción y ondas ultrasónicas con catalizadores residuales en el tratamiento de efluentes de la industria de la curtiembre

Metodología:

Resultados esperados:

R1) Reutilizar un pasivo ambiental como adsorbente para tratamiento de aguas residuales de la industria de la curtiembre

R2) Plantear un tratamiento alternativo de fotocatalisis, capaz de remover de la mayor cantidad de contaminantes principalmente Cromo y DQO

R3) Verificar el efecto de las ondas ultrasónicas para el tratamiento de efluentes proponiendo un proceso innovador en el país

4.- MARCO TEÓRICO (Máximo 2000 palabras)

Es la base de conocimientos (estado del arte) sobre el tema para plantear el problema o para encontrar la pregunta de investigación. Debe contener citas bibliográficas utilizando gestores de contenido (Zotero, Mendeley).

En el curtido, un producto curtiente penetra en la piel para bloquear los grupos aminos y ligarse al coloide proteico, aumentando el entrecruzamiento de las fibras de colágeno por lo que aumenta la insolubilidad de la piel en agua.

El curtido de la piel se puede realizar de dos formas:

a) Curtido vegetal. - se utiliza extractos de vegetales o taninos, la solución penetra hacia el interior de la piel y se fija sobre el colágeno, a un pH de 3 a 6 y temperatura de 38 °C a 40 °C, con agitación.

b) Curtido mineral. - La curtición se inicia con una sal básica de cromo, normalmente del 22 a 27% en contenido de cromo, con lo que se consigue una penetración rápida y curtición inicial suave de la piel, evitándose una sobrecurtición de las capas exteriores de la piel.

Tabla 1. Límites permisibles de Cr en aguas para descarga (TULSMA, 2016).

Cuerpo receptor	Expresado como	Límite de permisibilidad [mg/l]
Alcantarillado	Cr ⁺⁶	0,5
Agua dulce	Cr ⁺⁶	0,5
Agua marina y de estuario	Cr ⁺⁶	0,5

En la revisión bibliográfica se observa que existen algunas alternativas de tratamiento mediante adsorción sin embargo ninguna reportada hace alusión a la utilización de y limitados estudios respecto a fotocátalisis y mejoras con las ondas ultrasónicas, sin embargo, ninguno de los estudios señala la utilización de catalizadores residuales, por lo cual el proyecto sería innovador respecto a otros planteados, entre los trabajos de referencia podemos citar:

(Elabbas et al., 2016), En este estudio, se aplicó la adsorción para la eliminación exitosa de Cr (III) del agua residual de la curtiembre. Se tomaron muestras de aguas residuales de 18 curtiembres para conocer la concentración real de Cr (III) presente en el efluente (etapa de curtido de cromo) y el agua residual combinada, lograron un máximo del 93% de adsorción de Cr.

(Vinodhini & Das, 2010), Estudiaron la eliminación de Cr (VI) del agua residual mediante *aserrín de nim* en una columna de lecho fijo. Estudiaron el efecto de la profundidad del lecho (5-15 cm) y la velocidad de flujo (5-15 ml min⁻¹). La desorción de Cr (VI) no alcanzó el 100% en cada ciclo porque cierta cantidad de Cr (VI) adsorbido se redujo a Cr (III) en la superficie biosorbente y se liberó a la fase acuosa.

(De Martino, Iorio, & Capasso, 2013), Se informan dos estrategias diferentes para la eliminación de cromo trivalente (Cr³⁺) del agua contaminada. El primero se basa en el proceso de adsorción en un complejo organomineral, llamado LDH-HP, obtenido a su vez por adsorción de la polimerina, la fracción similar al ácido húmico que se produce en las aguas residuales, en un doble hidróxido en capas (LDH) de magnesio y aluminio con carbonato en la capa intermedia.

(Upadhyay, Pandey, & Pardeep, 2017), Se usó zeolita para la adsorción de Cu (II) y Cr (VI) a partir de soluciones acuosas tanto en modo de batch como de columna. El efecto del pH, la concentración inicial, la dosis de adsorbente) y el tiempo de contacto se consideraron para el estudio por batch. Se estudiaron los efectos de la altura de lecho y la velocidad de flujo. Los resultados experimentales concluyeron que la eficiencia de eliminación aumentó de 80.15 a 89.25% para Cu (II) mientras que disminuyó de 87.35 a 65.45 para Cr (VI).

(Liu et al., 2016), microesferas de ZnO similares se sintetizaron en un sustrato flexible de malla cerámica utilizando una técnica hidrotérmica simple y económica. La reducción fotocatalítica de Cr (VI) en aguas residuales de curtiduría de cuero por microesferas de ZnO se evaluó por primera vez con irradiación con luz ultravioleta. En condiciones óptimas, las microesferas de ZnO exhibieron una excelente eficacia de eliminación de Cr (VI) (~ 86%) y una buena estabilidad fotocatalítica. Se redujo un 24% de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), 32% de demanda química de oxígeno (DQO) y 30% de carbono orgánico total (TOC) de aguas residuales de tenería.

5.- PREGUNTA DIRECTRIZ DEL PROYECTO

Una sola pregunta, viene del marco teórico.

¿Se puede remover cromo de efluentes de la industria de curtiembre mediante fotocátalisis y adsorción con catalizadores considerados como pasivos ambientales?

6.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Describe los elementos clave en los que se basa la propuesta de investigación

La industria ecuatoriana de la curtiembre, en el año 2014 represento 7 % del PIB compartiendo dicho porcentaje con el sector textil. La capacidad productiva de los curtidores se concentra en la provincia de Tungurahua con un 76 % del total, seguido por Imbabura, Azuay y Cotopaxi. Entre el 2011 y 2012 se registró un crecimiento en la producción del 8.6 % y un incremento de la inversión en el sector del 8 % al 55%.

Este crecimiento repercute directamente en la calidad del ambiente, generando problemas de contaminación por las descargas líquidas que tienen alto contenido metálico.

Las normativas locales y nacionales determinan que toda organización que genere desechos debe asegurar que sus actividades tengan el menor impacto ambiental.

La industria de la curtiembre utiliza procesos que transforman las pieles de los animales en cuero mediante el proceso de transformación denominado curtido, en donde los cueros se ponen en contacto con sales de cromo, que generan la mayor carga contaminante en los lodos residuales.

Se estima que las curtidoras vierten al río Ambato 1.925 metros cúbicos de aguas residuales, en donde se ha medido niveles de cromo hasta de 43.94 mg/día, convirtiendo de esta manera a la industria de la curtiembre en una de las más contaminantes.

Con estos antecedentes se plantea la posibilidad de aplicar la fotocátalisis y adsorción con la utilización de catalizadores residuales para la remoción de Cr y disminución del DQO; además se plantea la opción de aplicar ondas ultrasónicas para promover estos procesos.

Resultados previos obtenidos para aguas con alta carga contaminante como la de la industria textil analizados en el **Proyecto Semilla Fase 2 “Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria textil mediante fotocátalisis y adsorción con catalizadores residuales”**, señalan que el DQO puede ser removido hasta en un 83% con estos procesos; por lo cual se infiere que estos procesos también brindarán resultados óptimos en los efluentes de la industria de la curtiembre.

7.- HIPÓTESIS PRINCIPAL

Es la respuesta que el investigador da a la pregunta (mandatorio en diseños experimentales, y en diseños observacionales correlacionales o que investiguen causa-efecto)

La remoción de cromo y disminución de DQO de efluentes provenientes de la industria de curtiembre es factible por medio de fotocátalisis y por adsorción con catalizadores residuales

8.- OBJETIVO GENERAL

Identifica la finalidad de la investigación. El objetivo responde a las preguntas "qué" y "para qué". Es el conjunto de resultados que el proyecto de investigación se propone alcanzar a través de las actividades planificadas.

Determinar la factibilidad y eficiencia de la fotocátalisis, adsorción y ondas ultrasónicas con catalizadores residuales en el tratamiento de efluentes de la industria de la curtiembre

9.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Son los pasos que se han de seguir para la consecución del objetivo general. Deben ser bien delimitados, estar claramente expuestos y ser coherentes con el tema propuesto, ser medibles

en términos de logros observables y verificables durante el período de ejecución del proyecto. **Máximo hasta cinco objetivos.** Deben escribirse en orden cronológico y ser alcanzados durante el desarrollo de la investigación.

OE1: Establecer los parámetros óptimos de operación para la fotocatalisis a escala de laboratorio para remoción de Cromo y disminución de DQO: condiciones iniciales, temperatura, relación masa de catalizador en función de tiempo de reacción

OE2: Establecer los parámetros óptimos de operación para la adsorción a escala de laboratorio para remoción de Cromo y disminución de DQO: condiciones iniciales, tiempo de tratamiento, relación masa de catalizador en función de tiempo de reacción

OE3: Analizar la influencia de ondas ultrasónicas en el proceso de remoción de Cromo y disminución de DQO, así como la influencia de las variables: tiempo de exposición, temperatura y relación masa de catalizador

OE4: Comparar la remoción lograda con los tres tratamientos y verificar si un proceso combinado mejora la eliminación de contaminantes.

10.- METODOLOGÍA

Describe el proceso que va a seguir para cumplir los objetivos o demostrar la hipótesis.

10.1.- Diseño del Estudio

(Redacción que incluye el tipo de estudio, sujetos u objetos que participarán, y qué se realizará)

El estudio es de tipo experimental, y su objetivo es tratar una muestra de efluentes proveniente de la industria de la curtiembre mediante fotocatalisis y adsorción para reducir su carga contaminante hasta alcanzar parámetros permisibles para poder descargarla al medio ambiente, principalmente en la disminución de Cromo y DQO contaminantes clásicos de este tipo de industrias.

El efluente se la tomará una empresa de curtiembre de la zona Sierra- Central del Ecuador, esta agua contiene una alta carga contaminante, específicamente contenido metálico basado en cromo que a su vez genera una DQO alta

El pasivo ambiental es el catalizador gastado de la Unidad FCC de Refinería Esmeraldas, debido a que estos sólidos ya no son útiles para procesos de refinación de petróleo, se los considera residuos peligrosos y actualmente no existe un proceso tecnificado para su disposición final.

La experimentación se la realizará en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química, la experimentación tanto para fotocatalisis como adsorción se la realizará con el equipamiento y la experiencia adquiridas en el **Proyecto Semilla Fase 2 “Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria textil mediante fotocatalisis y adsorción con catalizadores residuales”**; complementando con técnicas adicionales que serán implementadas en este procesos como es el efecto de las ondas ultrasónicas.

El análisis de los parámetros se realizará mediante fotometría para lo cual se cuenta con equipamiento requerido.

10.2.- Sujetos y Tamaño de la Muestra

(Es mandatorio en proyectos con seres vivos, explicar cómo se calculó la muestra, poner fórmulas. Si trabaja con el universo indicar el número de sujetos) (Si no aplica ponga no aplica)

Los catalizadores residuales serán utilizados en los dos procesos: la fotocatalisis y adsorción, así como para verificar el efecto de las ondas ultrasónicas en los dos procesos.

La fotocatalisis involucra colocar las muestras en el fotorreactor que fue construido en el Proyecto Semilla 2 realizado por nuestro equipo de investigación. El fotorreactor cuentan con cuatro lámparas que irradian luz ultravioleta con capacidad de 400 mL por batch.

Se realizarán 24 muestras con tres réplicas de modo que se garantice la significancia estadística, de las 18 muestras 6 corresponden a fotocatalisis, 6 adsorción, 6 al efecto a las ondas ultrasónicas y 6 a los métodos combinados

Para los ensayos de adsorción, se cuenta con una columna de adsorción con una base inerte, la cual fue implementada en el Proyecto Semilla 2, por este lecho pasa la muestra procediendo a realizarse la adsorción tanto de cromo como disminución de DQO.

De los dos procesos se escogerá los resultados óptimos para probar si un proceso combinado favorece la disminución de la carga contaminante.

10.3.- Definición y medición de variables

(Describe claramente todas las variables a investigar, sus dimensiones, los instrumentos)

En el proceso de fotocatalisis se medirán las variables:

- Tiempo de reacción,
- Relación masa catalizador/ volumen tratado, instrumentos gravimétricos y volumétricos
- Demanda química de oxígeno (DQO), antes y después del tratamiento. Fotómetro
- Contenido de Cromo, antes y después del tratamiento. Fotómetro
- Comparación con fotocatalizador conocido como el óxido de titanio.

En el proceso de adsorción se medirán las variables:

- Tiempo de residencia
- Altura del lecho adsorbente
- Demanda química de oxígeno (DQO), antes y después del tratamiento. Fotómetro
- Contenido de Cromo, antes y después del tratamiento. Fotómetro

El efecto de las ondas ultrasónicas se verificará en los dos procesos, por lo cual se medirán:

- Tiempo de exposición a las ondas ultrasónicas
- Demanda química de oxígeno (DQO), antes y después del tratamiento. Fotómetro
- Contenido de Cromo, antes y después del tratamiento. Fotómetro

10.4.- Procedimientos (Método operativo del estudio)

(Describe secuencial y cronológicamente todas las actividades que seguirá la investigación y deben ir de acuerdo con los objetivos específicos)

OE1: Establecer los parámetros óptimos de operación para la fotocatalisis a escala de laboratorio para remoción de Cromo y disminución de DQO: condiciones iniciales, temperatura, relación masa de catalizador en función de tiempo de reacción

Actividad 1: Toma de muestras de aguas residuales de la industria de la curtiembre

Actividad 2: Determinar la concentración de cromo (Cr) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) en las aguas residuales

Actividad 3: Verificación del efecto sobre la carga contaminante del efluente en el fotorreactor sin adición de catalizador

Actividad 4: Estudio del efecto de las variables: Temperatura, relación masa de catalizador/tiempo de reacción con el catalizador

Actividad 5: Estudio del efecto de las variables: Temperatura, relación masa de catalizador/tiempo de reacción con dióxido de titanio.

Actividad 6: Determinar la concentración de Cr y DQO en las aguas residuales tratadas con fotocatalisis.

Actividad 7: Caracterizar el catalizador usado en fotocatalisis

Actividad 8: Revisar la influencia de cada variable en la experimentación.

OE2: Establecer los parámetros óptimos de operación para la adsorción a escala de laboratorio para remoción de Cromo y disminución de DQO: condiciones iniciales, tiempo de tratamiento, relación masa de catalizador en función de tiempo de reacción

Actividad 1: Verificación del efecto sobre la carga contaminante del efluente en el lecho de reacción sin adición de catalizador

Actividad 2: Estudio del efecto de las variables Temperatura, relación masa de catalizador/tiempo de reacción con el catalizador y altura de lecho

Actividad 3: Estudio del efecto del área de contacto en la adsorción.

Actividad 4: Determinar la concentración de Cr y DQO en las aguas residuales tratadas con adsorción

Actividad 5: Caracterizar el catalizador usado en adsorción

Actividad 6: Revisar la influencia de cada variable en la experimentación.

OE3: Analizar la influencia de ondas ultrasónicas en el proceso de remoción de Cromo y disminución de DQO, así como la influencia de las variables: tiempo de exposición, temperatura y relación masa de catalizador.

Actividad 1: Verificación del efecto sobre la carga contaminante del efluente en el equipo de ultrasonido sin adición de catalizador

Actividad 2: Estudio del efecto de las variables: tiempo de exposición, temperatura y relación masa de catalizador/tiempo de reacción.

Actividad 3: Determinar la concentración de Cr y DQO en las aguas residuales tratadas con ondas ultrasónicas.

Actividad 4: Revisar la influencia de cada variable en la experimentación.

OE4: Comparar la remoción lograda con los tres tratamientos y verificar si un proceso combinado mejora la eliminación de contaminantes.

Actividad 1: Combinar los procesos de Adsorción + fotocátalisis + ultrasonido y verificar el efecto en la remoción de carga contaminante

Actividad 2: Determinar la concentración de Cr y DQO en las aguas residuales tratadas con la combinación de los métodos.

Actividad 3: Revisar la influencia de cada variable en la experimentación.

Actividad 4: Realizar informe del proyecto en base a los objetivos planteados y logrados

10.5.- Estandarización

(Solo si amerita: describa cómo los investigadores asegurarán que las mediciones sean precisas y exactas)

Se garantizará la estandarización de los procedimientos de muestreo y análisis en el laboratorio de los parámetros de calidad del agua con la aplicación de la normativa vigente para tal efecto:

- NTE INEN 2176:98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo
- NTE INEN 1203:85 Agua. Demanda química de oxígeno (DQO)
- NTE INEN 18412:2013: Calidad Del Agua — Determinación De Cromo (VI) - Métodos Fotométrico De Agua Débilmente Contaminada

Para garantizar reproducibilidad en los ensayos de laboratorio relacionados a la fotocátalisis y al estudio de adsorción, una vez aprobado el proyecto, se propone:

- Elaborar protocolos de manejo de equipos, basándose en el manual de uso proporcionados por los fabricantes
- Capacitación a todos los miembros del equipo en las técnicas de laboratorio requeridas para los procesos de ensayo en fotocátalisis y adsorción
- Seguimiento por parte de los docentes a los estudiantes involucrados en el proyecto de investigación
- Inter comparación de resultados entre los investigadores del proyecto

10.6.- Manejo de Datos

(Solo si aplica: Describa dónde se coleccionarán los datos física y electrónicamente. Mencionar software)

Los datos experimentales tanto directos (medidos) como los derivados (calculados) serán registrados en formularios de acuerdo con los establecido con las normas:

- NTE INEN 2226:00 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Diseño de los programas de muestreo
- NTE INEN 2169:98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras
- NTE INEN 2176:98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo

Los formularios se mantendrán en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química donde se realizarán los ensayos.

Estos formularios que serán físicos y digitales serán de acceso restringido solo a los participantes del proyecto y en caso de ser requeridos por alguna de las autoridades de la Universidad Central del Ecuador. El encargado de resguardar estos formularios antes, durante y tras la ejecución del proyecto será el Director del Proyecto.

El manejo de la base de datos, así como la digitación de los mismos serán de responsabilidad exclusiva de los miembros del equipo investigador, bajo ningún concepto se debe delegar la responsabilidad a terceros.

Por su naturaleza, este proyecto no requiere la manipulación masiva de datos (big data), ni se requiere la utilización de software especiales

10.7.- Análisis de Datos

(Describe detalladamente todos los análisis que realizará con los datos que obtenga en su investigación, esto sirve para preparar los resultados)

En la experimentación se utilizará un diseño factorial $2^3 \times 3$ dando un número total de 24 muestras con tres repeticiones para los procesos: 6 Fotocatálisis, 6 Adsorción, 6 ondas ultrasónicas y 6 para el método combinado.

La significancia estadística se evaluará mediante la prueba Chi-Cuadrado y aceptará una tolerancia del 95%

Además, se garantizará la calibración del equipo de medida de carga contaminante con la utilización de estándares propios para fotometría.

10.8.- Consideraciones Éticas y Legales

SOLO SI APLICA

Este tipo de estudio no requiere consideraciones de carácter ético respecto al manejo de información sobre seres humanos por lo que no se requieren consentimiento informado, ni protección a la confidencialidad.

Sin embargo, se respetarán los lineamientos de propiedad intelectual señalados en esta convocatoria en particular, por la Universidad Central del Ecuador, así como lo establecido en el Código INGENIOS

11. BIBLIOGRAFÍA

(Utilice normas APA o Vancouver)

Castells, X. (2000). Reciclaje de residuos industriales : Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción (I). Madrid: Díaz de Santos.

Castells, X. (2012). Tipología de los residuos en orden a su reciclaje. In Reciclaje de residuos industriales. (I, p. 259). Madrid: Díaz de Santos.

De Martino, A., Iorio, M., & Capasso, R. (2013). Sustainable sorption strategies for removing Cr³⁺ from tannery process wastewater. *Chemosphere*, 92(11), 1436–1441.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.03.051>

Elabbas, S., Mandi, L., Berrekhis, F., Pons, M. N., Leclerc, J. P., & Ouazzani, N. (2016). Removal of Cr(III) from chrome tanning wastewater by adsorption using two natural carbonaceous materials: Eggshell and powdered marble. *Journal of Environmental Management*, 166, 589–595. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.012>

Liu, J., Zhao, Y., Ma, J., Dai, Y., Li, J., & Zhang, J. (2016). Flower-like ZnO hollow microspheres on ceramic mesh substrate for photocatalytic reduction of Cr(VI) in tannery wastewater. *Ceramics International*, 42(14), 15968–15974. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.07.098>

Méndez, R., Vidal, G., Lorber, K. ., & Márquez, F. (2007). Producción limpia en la industria dMéndez, R., Vidal, G., Lorber, K. ., & Márquez, F. (2007). Producción limpia en la industria de la curtiembre. Santiago de Compostela.e la curtiembre. Santiago de Compostela.

Ministerios de industria y productividad(MIPRO). (2013). B092 – Sector curtiembre creció un 8,6% entre 2011 y 2012. Retrieved May 11, 2017, from <http://www.industrias.gob.ec/b092-sector-curtiembre-crecio-un-86-entre-2011-y-2012/>

Upadhyay, R., Pandey, P. K., & Pardeep. (2017). Adsorption of Cu(II) and Cr(VI) by zeolite in batch and column mode. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 4, pp. 10504–10508). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.06.409>

Vinodhini, V., & Das, N. (2010). Packed bed column studies on Cr (VI) removal from tannery wastewater by neem sawdust. *Desalination*, 264(1–2), 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.06.073>

12. RESULTADOS ESPERADOS

En caso de que el proyecto se ejecute, los resultados esperados serían:

R1) Reutilizar un pasivo ambiental como adsorbente en el tratamiento de aguas residuales de la industria de la curtiembre; lo cual permitiría un ahorro en la disposición final de los pasivos

R2) Plantear un tratamiento alternativo con un sistema de fotocátalisis con catalizador residual, capaz de remover de la mayor cantidad de contaminantes de efluentes de la industria de curtiembre

R3) Verificar el efecto de las ondas ultrasónicas para el tratamiento de aguas residuales proponiendo un proceso innovador en el país

R4) Establecer tecnologías combinadas para tratamientos de aguas mediante adsorción+fotocátalisis+ultrasónicas, innovador en este ámbito en el país.

13. PLAN DE PUBLICACIONES (máximo 500 palabras)

(Cómo va a difundir su investigación)

Los resultados obtenidos tras la realización del proyecto semilla 4 serán difundidos bajo los siguientes criterios:

- Difusión al interior de la Facultad de Ingeniería Química tanto a docentes como estudiantes, por medio de conferencia científica
- Difusión a la comunidad de la Universidad Central del Ecuador, por medio de los canales de comunicación oficiales
- Ponencia en Congreso Científico, de carácter Internacional, con los resultados preliminares
- Publicación en una revista regional indexada con revisión por pares
- Debido a que esta propuesta es continuación del **Proyecto Semilla Fase 2 “Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria textil mediante fotocátalisis y adsorción con catalizadores residuales”**, conjugando los resultados de los dos proyectos se puede obtener resultados de alto impacto los cuales pueden ser publicados en una revista indexada en SCOPUS - SJR.

Las publicaciones serían de gran aporte en los diferentes criterios de acreditación y calidad de la Universidad Central del Ecuador.

14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS ANEXO

15. PRESUPUESTO ANEXO

15. ANEXOS (Adjunte)

Anexo 1:

- Formulario (s) de investigación (Es el formulario donde se registrarán los datos). SE ANEXA
- Formulario (s) de encuesta (Debe incluir todas las preguntas que desea hacer) NO APLICA EN ESTE PROYECTO

Anexo 2:

Consentimiento informado: NO APLICA EN ESTE PROYECTO

Anexo 3:

Cartas de autorización NO APLICA EN ESTE PROYECTO

Anexo 4:

Conflicto de Intereses SE ANEXA

Anexo 5:

Declaración de confidencialidad NO APLICA EN ESTE PROYECTO