

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (dd/mm/aa): 03/08/2018

Título del proyecto: Estudio de la remoción de contaminantes emergentes usando residuos agroindustriales dentro de procesos de filtración como alternativa de saneamiento

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO:

1. Departamento de Materiales
2. Departamento de Ingeniería civil y ambiental
3. Departamento de Ingeniería Mecánica
4. Universidad Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería en obras civiles

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Desarrollo, caracterización y procesamiento de materiales sólidos
2. Tecnología y manejo del agua

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y CODIRECTOR

<u>Director</u>					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención	No. ORCID
Guerrero Barragán Víctor Hugo	1710736669	5	Materiales	Doctor en Ingeniería Mecánica	0000-0002-5656-2606

<u>Codirector</u> (Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención	No. ORCID
Aldás Sandoval María Belén	1716121775	4	Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental	Magister en Ambiental	0000-0002-0191-9647



RESUMEN DE INFORMACIÓN COLABORADORES TÉCNICOS

<u>Colaborador(es)</u>					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Lagos Álvarez Karina Janneri	1716308174	4	Departamento de Materiales	Máster en Técnicas Experimentales en Química	0000-0003-3666-0871
Galeas Hurtado Salomé Gabriela	1714284807	4	Departamento de Materiales	Ingeniera Química	0000-0002-0491-5270
Campaña Cruz Kléber Orlando	1711289718	4	Departamento de Materiales	Ingeniero Mecánico	0000-0002-0063-7090

<u>Estudiantes de Posgrado de Investigación</u>					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Programa de Posgrado	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Almeida Naranjo Cristina Elizabeth	1720231552	4	Doctorado en Ciencias de la Mecánica	Magister en Ingeniería Ambiental	0000-0002-1066-6661

<u>Colaboradores Externos</u>					
Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS*	Institución	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Villamar Ayala Cristina Alejandra	1715617088	4	Universidad Santiago de Chile- Departamento de Ingeniería en obras civiles	Doctora en Ciencias Ambientales especialista en tecnologías de tratamiento de residuos	0000-0003-4654-0670

* HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación. Este número de horas se mantiene para todo el semestre

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO:

1. Departamento de Materiales
2. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
3. Departamento de Ingeniería Mecánica
4. Universidad de Santiago de Chile- Departamento de Ingeniería en Obras Civiles

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Desarrollo, caracterización y procesamiento de materiales sólidos
2. Tecnología y manejo del agua

CAMPO DEL CONOCIMIENTO (Ver Anexo A: Detalle de los campos del conocimiento)

Campo amplio	Campo detallado	Campo específico
Ingeniería, Industria y Construcción	Ingeniería y Profesiones Afines	Tecnología de protección del medio ambiente

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

Ciencias Naturales y Exactas	
Ingeniería y Tecnologías	X
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

Exploración y explotación del medio terrestre	
Ambiente	X
Exploración y explotación del espacio	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras	
Energía	
Producción y tecnología industrial	
Salud	
Agricultura	
Educación	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos	
Defensa	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU)	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	

Alcance Territorial (Marque X, solamente una opción)

Institucional		Nacional	X
---------------	--	----------	---



Parroquial		Internacional	
Cantonal		No definido	
Provincial			

1 Proyecto de Investigación
Título (mínimo 10 palabras): Estudio de la remoción de contaminantes emergentes usando residuos agroindustriales dentro de procesos de filtración como alternativa de saneamiento
Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) <p>El uso de productos farmacéuticos y de cuidado personal ha aumentado significativamente durante los últimos años, tanto en zonas urbanas como rurales. Estas sustancias son parte de los Contaminantes Emergentes (CE) que en aguas residuales domésticas están presentes en concentraciones menores a 1 ppm. Los CE generan problemas de salud pública y de toxicidad en ecosistemas acuáticos, y por ello es imprescindible eliminarlos. El objetivo de esta propuesta de investigación es evaluar la eliminación de CE usando residuos agroindustriales y materiales avanzados en procesos de filtración como alternativa de saneamiento. Para esto se ha considerado que las características de los CE hacen susceptible su eliminación mediante procesos de filtración. Por otro lado, las características del lecho filtrante, la presencia de nanopartículas y las condiciones de filtración, favorecerán el éxito en la eliminación de estos contaminantes. Durante el desarrollo del proyecto se realizará la caracterización físico-química e hidráulica de los residuos y se determinarán las condiciones de filtración que permitan una óptima remoción de los CE. Adicionalmente se desarrollarán y evaluarán técnicas y tecnologías que permitan maximizar el aprovechamiento de materiales de desecho, mismos que han demostrado ser buenos adsorbentes y que además reducirían costos constructivos.</p>
Palabras clave (4-6): Aguas residuales, contaminantes emergentes, filtración, residuos agroindustriales, caracterización de materiales

2 Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Evaluar la eliminación de contaminantes emergentes usando residuos agroindustriales en procesos de filtración como alternativa de saneamiento

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Evaluar las características físico-químicas de la cascarilla de arroz, tuzas de maíz, cáscara de maní, fibra de coco y cáscaras de huevo.
- b. Optimizar el proceso de adsorción de los materiales caracterizados en función del tiempo de contacto, tamaño de partícula de los residuos agroindustriales y la impregnación de materiales nanoparticulados.
- c. Determinar las condiciones operacionales óptimas de procesos de filtración para la remoción de cafeína e irgasán, mediante la operación de filtros a escala de laboratorio y la alimentación de agua residual doméstica enriquecida con CE.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)



- a. Determinar la remoción de los contaminantes si la cafeína y el irgasán están simultáneamente mezclados en el agua residual.
- b. Estudiar los procesos de filtración a escala de planta piloto o industrial.

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

La composición, la impregnación con materiales avanzados y las características físico-químicas e hidráulicas de la cascarilla de arroz, tuzas de maíz, cáscara de maní, fibra de coco y cáscaras de huevo influyen en el proceso de adsorción de cafeína e irgasán que se lleva a cabo en un lecho filtrante.

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. El cumplimiento del objetivo (a) permitirá determinar las características físico-químicas de los residuos agroindustriales, condición que favorecerá la comprensión de las propiedades que influyen en el mecanismo de filtración.
- b. El cumplimiento del objetivo (b) permitirá determinar la influencia que tiene el tamaño de partícula del adsorbente y la impregnación de materiales nanoparticulados en la adsorción del contaminante mediante ensayos batch, para así definir la granulometría óptima de los residuos que será utilizada en los lechos filtrantes.
- c. El trabajo para cumplir el objetivo (c) llevará a desarrollar técnicas y tecnologías de procesamiento de materiales y conformación de lechos filtrantes que permitan optimizar el aprovechamiento de residuos agroindustriales y las nanopartículas.
- d. El cumplimiento del objetivo (c) permitirá determinar las condiciones que favorezcan los mayores porcentajes de remoción de CE en procesos de filtración, con lo cual se podrá definir modelos cinéticos de adsorción y la influencia de este proceso en condiciones operacionales de esta tecnología.

En relación con los objetivos a y b se obtendrá al menos un proyecto de titulación y en el caso del objetivo c se espera trabajar en al menos una tesis de maestría. Además, se realizarán al menos una publicación en revistas indexadas SCIMAGO-SCOPUS, SCIELO o WoS, y una presentación en un congreso internacional.

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
----------	--

A nivel mundial, la generación de aguas residuales municipales alcanza los 400 km³/año y en Ecuador los 0.6 km³/año [1, 2]. Las aguas residuales domésticas son parte de las aguas municipales y son variables en cuanto a su cantidad y composición dependiendo de su origen (urbano/rural). Se caracterizan por ser una mezcla de macro-contaminantes (materia orgánica y nutrientes) y micro-contaminantes (patógenos y Contaminantes Emergentes o CE) [3,4]. Dentro de las aguas residuales domésticas, los CE básicamente provienen del consumo de productos farmacéuticos y de aseo personal (PPCPs, por sus siglas en inglés) y algunos son arrastrados por contaminación difusa de la agricultura (pesticidas). PPCPs y pesticidas son compuestos pseudo-persistentes, algunos de origen orgánico, lipofílicos (coeficiente octano/agua o $-2 < K_{ow} < 4$) y polares (potencial de disociación o $pK_a > 1$) [5-7]. Por lo tanto, existe afinidad de estos contaminantes para ser adsorbidos.

El saneamiento de aguas residuales municipales habitualmente utiliza Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs). En el Ecuador, menos del 10% de las aguas residuales municipales son tratadas, siendo común la descarga de estas directamente a cuerpos de agua superficial [2]. En zonas urbanas y algunas periurbanas de Quito y otras ciudades importantes del país (Guayaquil y Cuenca), el tratamiento se basa en una serie de etapas que utilizan procesos físicos (cribas, sedimentadores) y biológicos (lodos activados, lagunajes, filtros). Dichas tecnologías, han demostrado no ser eficientes en la eliminación de CE [8,9]. Además, algunos sistemas de lodos activados incurren en altos costos constructivos y de mantenimiento, siendo muchas veces necesario que se proteja a los microorganismos para mejorar su rendimiento [10]. Por razones económicas, los sistemas de filtración son la tecnología más usada a escala rural. Actualmente, más del 70% de las PTARs de zonas periurbanas de Quito utilizan sistemas de filtración [11]. La eliminación de CE por parte de sistemas de filtración ha sido estudiada por varios autores, sobre todo en filtros percoladores y humedales construidos [5-7, 9, 12, 13]. No obstante, el rendimiento de estas tecnologías ha mostrado variaciones temporales y espaciales en



donde las máximas eficiencias (aprox. 90%) sólo se logran en CE más polares (ej. cafeína). Los contaminantes menos polares y más lipofílicos (ej. medicamentos) son deficientemente eliminados (< 50%).

La filtración utiliza una serie de procesos biológicos (asimilación, biodegradación), químicos (precipitación, intercambio iónico) y físicos (adsorción). Estos dos últimos procesos, los lleva a cabo el material filtrante principalmente a través de adsorción. La adsorción, es un proceso en el cual un material (adsorbato) en diferente estado (sólido, líquido o gaseoso) o tamaño (átomos, moléculas, iones) es retenido sobre una superficie (adsorbente). De acuerdo con el tipo de fuerzas existentes entre el adsorbente y adsorbato, el proceso de adsorción puede ser de dos tipos: químico y físico. Las fuerzas involucradas dependen de las características fisicoquímicas del material adsorbente y de su composición [14]. Una de las aplicaciones más comunes de los adsorbentes es la eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales. Prácticamente, todos los materiales en estado sólido presentan un mayor o menor grado de adsorción, lo cual es atribuido a su composición, características y afinidad con el adsorbato. El adsorbente más común en el tratamiento de aguas es el carbón activado, el cual es costoso (entre 0.13 – 0.74 USD/m³ de agua tratada) [15]. Adsorbentes de bajo costo, caracterizados por su abundancia en la naturaleza, poco acondicionamiento antes de ser utilizados y por ser subproductos o residuos de un proceso industrial [16] son las arcillas [17], suelo [18] y residuos orgánicos [19]. Los residuos de origen orgánico y con propiedades adsorbentes, son clasificados por su procedencia en lignocelulósicos (restos de cosecha), calcáreos (cáscaras de huevo/conchas) y oleaginosos (cáscaras de frutos secos). Estos residuos poseen variadas bondades que van desde sus propiedades adsorbentes dadas por su alta porosidad, área superficial y composición hasta el hecho de no tener costo o ser muy bajo en su extracción o comercialización (residuos) [20]. En Ecuador se producen alrededor de 6 millones ton/año de residuos agropecuarios y la mayoría de estos no se reutilizan en ningún proceso [21].

Materiales orgánicos tales como: restos de cosechas, cáscaras y semillas de frutas, bagazo de caña, fibra de coco, cáscaras y tuzas de maíz, cascarilla de arroz, quitosano, entre otros [16, 22, 23] han sido estudiados a escala laboratorio para la eliminación de CE como: ibuprofeno, acetaminofén, tetraciclina, cafeína, irgasán, entre otros [24-26]. Con estos materiales y trabajando con diferentes tipos de contaminantes, se ha logrado obtener eficiencias de eliminación superiores al 80%, bajo condiciones óptimas de operación (tiempo de contacto, tamaño de partícula, pH, temperatura, entre otros).

Varios materiales orgánicos han sido probados a escala laboratorio para la eliminación de CE, demostrando lograr eficiencias superiores al 80% para contaminantes tales como la cafeína y el triclosan, incluso si se encuentran en concentraciones muy bajas (trazas). A pesar de ello, mejoras sustanciales pueden ser logradas en los procesos de adsorción de dichos materiales si son impregnados/sintetizados con nanopartículas. La combinación de materiales orgánicos y nanoparticulados pueden resultar en incremento del área superficial, mayor capacidad de adsorción, optimización del proceso de adsorción debido a la reducción del tiempo de contacto, masa de adsorbente, entre otros [27]. No obstante, el uso de nanocompuestos sobre tecnologías de filtración a escala real, requiere no sólo evaluar sus propiedades adsorptivas, sino también la compatibilidad con el componente biótico de las tecnologías de filtración (plantas, microorganismo y lombrices) y más aún su factibilidad de aplicación desde el punto de vista económico. Así, surge el uso de nanocompuestos (residuos lignocelulósicos + nanopartículas de magnetita, dióxido de titanio, nanotubos de carbono) como una alternativa que no sólo busca eliminar CE (en porcentajes superiores al 80%) sino además ser adaptable a la realidad del sector de saneamiento ecuatoriano actual debido a su fácil manejo, mantenimiento, bajo costo relativo y versatilidad.

Los procesos de filtración de la presente propuesta buscan dar solución a la eliminación de CE mediante materiales que generalmente se desechan y que se pueden aplicar en tecnologías costo-efectivas y apropiables a escala rural. La investigación de la posibilidad de utilizar nanopartículas como parte del lecho filtrante busca incrementar el porcentaje de eliminación de los CEs sin que su costo repercuta en el costo de la tecnología propuesta.

4 Impacto de la investigación

4.1 Impacto Social (máximo 250 palabras)

La tecnología de saneamiento planteada hace hincapié en el uso del conocimiento científico en beneficio de la población. El saneamiento es una de las principales herramientas de mejora de calidad de vida de las personas y



directamente influyente en la salud pública y calidad ambiental. En Ecuador, menos del 10% de las aguas residuales municipales son tratadas y tan sólo el 70 y 30% a nivel urbano y rural, respectivamente, son canalizadas [2]. Por lo tanto, existe una gran oportunidad de transferir tecnología costo-efectiva y descentralizada (no requieren alcantarillado) a la población ecuatoriana más vulnerable (zonas rurales), correspondiente al 37% de la población actual (aproximadamente 6 millones de habitantes, Censo 2015). La propuesta, además se ajusta al objetivo 6 y al 3 del Eje 1 que están presentes en el Plan Toda Una Vida y al objetivo 6 de Desarrollo Sostenible.

Otros sectores también serán beneficiados con la presente propuesta. A nivel urbano, esta tecnología puede ser aplicable sobre todo en zonas periurbanas y a nivel de planificación en conjuntos habitacionales. A escala industrial (farmacéuticas, productos de aseo y pesticidas), existen prometedoras experiencias de su aplicación. Sin embargo, esto requiere de investigación específica y nueva para ese rubro siendo necesario evaluar características específicas para que la tecnología sea transferible.

Además, se promoverá la formación de profesionales en áreas de gran impacto potencial en beneficio de la población ecuatoriana alineándose a la política 5.6 del objetivo 5 del Plan toda una vida.

4.2 Impacto Económico (máximo 250 palabras)

En las tecnologías de filtración convencional el lecho filtrante representa aproximadamente el 50% del costo total de construcción. La presente propuesta se sustenta en que los procesos de filtración propuestos son costo-efectivos (13-101 USD/hab) [28], apropiables y descentralizados. Además, existen factores positivos adicionales relacionados con bajos costos de mantenimiento y operación. Otro elemento importante tiene relación con la potencial revalorización de los residuos que en muchos de los casos tiene costo cero, que abarataría aún más la tecnología y podría ser utilizada en zonas rurales donde la inversión sanitaria es nula. En algunos casos se aprovechará la materia prima del sector agrícola que está en la zona rural y por ende se eliminarán los costos que implican la gestión integral de este tipo de residuos y/o el impacto generado si no existe gestión de los residuos. También se puede mencionar que si se implementan estas tecnologías, se favorecería la calidad de vida de los pobladores de las zonas, evitando que adquieran enfermedades gastrointestinales (enfermedades que representan el mayor porcentaje de enfermedades encontradas en sectores rurales en Ecuador) por la mala calidad del agua de consumo. Esto se vería reflejado en la disminución del gasto público en temas de salud.

4.3 Impacto Político (máximo 250 palabras)

El proyecto propuesto tiene un impacto político significativo fundamentado en la generación de políticas públicas que incentiven el saneamiento descentralizado en zonas con baja o ninguna cobertura de alcantarillado. Las políticas que se pueden formular con base en los resultados obtenidos en la tecnología propuesta serán: (i) confiables por los métodos, materiales y equipos a utilizarse y (ii) de gran impacto por el número de posibles beneficiarios. Además, permitirán el uso eficiente de recursos en una tecnología amigable con el medio ambiente.

Los resultados pueden abrir oportunidades respecto a la generación de técnicas constructivas basadas en tecnologías de filtración a escala real. En la investigación, el uso de metodologías sustentadas, y la participación de un grupo multidisciplinario de investigadores con experiencia en los tópicos abordados en la propuesta, aportarán en la optimización del proceso de remoción de contaminantes emergentes mediante filtración y analizarán los resultados obtenidos. Este análisis facilitará la formulación de políticas públicas.

Las políticas públicas propuestas serán de interés del gobierno del Ecuador representado por el Ministerio de Ambiente, por Gobiernos Autónomos Descentralizados, Municipios, y la empresa privada. Estas políticas también podrían resultar valiosas a nivel regional e incluso se podría establecer redes de colaboración con estas entidades, que permitan impulsar y desplegar las políticas generadas.

4.4 Impacto Científico (máximo 250 palabras)

El presente proyecto está enmarcado en varias de las líneas de investigación de la EPN, las cuales serán fortalecidas con su ejecución. Con el desarrollo de la propuesta se propone generar y aplicar nuevos conocimientos en tecnologías de filtración para remoción y/o eliminación de cafeína e irgasán con base en los conceptos de la economía circular (aprovechamiento de residuos). Además, se busca evaluar el potencial de combinar residuos agroindustriales con materiales nanoparticulados, lo cual ha atraído la atención de investigadores alrededor del mundo, que buscan optimizar la capacidad de remoción de CE de forma eficiente



y sostenible. Por ello, el trabajo propuesto representa una oportunidad de generar conocimiento de interés mundial, que se podrá plasmar en publicaciones indexadas de alto impacto. Además permitirá forjar lazos de cooperación que impulsen el trabajo desarrollado a través de la conformación de redes de investigación de alcance internacional. En este mismo sentido, al contar con la colaboración de la USACH se fomentará la vinculación y articulación con grupos de investigación no sólo en este proyecto sino en proyectos futuros que pueden contemplar el escalado de los ensayos a nivel laboratorio. De esta manera y enfocándose en la generación de conocimiento para proponer soluciones a los problemas que pueden tener las industrias que utilicen o generen CE se podrían formular propuestas que promuevan un fortalecimiento del vínculo academia - industria.

4.5 Otro Impacto (máximo 250 palabras)

Para ejecutar el proyecto se desplegará una estrategia de trabajo que incluya estudiantes de maestría y pregrado, colaborando en equipos multidisciplinarios de alcance local y regional. Esto permitirá consolidar el grupo de investigación ya conformado en la EPN y también permitirá ampliar el impacto científico y tecnológico a mediano y largo plazos. Además, brindará la oportunidad de fortalecer el programa de Maestría en Materiales de la EPN, recientemente aprobado por el Consejo de Educación Superior, y que comenzará a ofertarse en el primer semestre de 2019. Por otro lado, la investigación propuesta está relacionada con el trabajo de Cristina Almeida, estudiante del doctorado en Ciencias de la Mecánica de la EPN. En este contexto, la ejecución del proyecto planteado permitirá que la estudiante afiance su trabajo y amplíe su conocimiento integrándose como nueva investigadora en el área.

Otro impacto positivo de ejecutar este proyecto es el desarrollo de la conciencia ambiental en los beneficiarios directos e indirectos del proyecto, promoviendo la conservación de recursos renovables y el aprovechamiento y la revalorización de residuos de alta producción. Además, una ventaja de estas tecnologías es el bajo impacto paisajístico o visual que pueden generar, comparadas con las tecnologías convencionales de depuración de aguas residuales, debido a que posteriormente podrían ser utilizadas combinadas con plantas en humedales construidos. Es importante recalcar que el tema de investigación es un tema relevante y de frontera en el uso de materiales con aplicaciones ambientales.

5 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas y/o patente (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	X
e. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X

6 Descripción, metodología y diseño del proyecto

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

La metodología descrita se ha propuesto con base en los objetivos específicos.

- Evaluar las características físico-químicas de la cascarilla de arroz, tuzas de maíz, cáscara de maní, fibra de coco y cáscaras de huevo

Descripción de componentes: los materiales (residuos) serán caracterizados usando diversas técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo.



Modelo experimental:

Caracterización físico-química de los residuos

Actividad 1: Acondicionamiento de los residuos.

Actividad 2: Caracterización físico-química de los residuos. Los materiales serán caracterizados por técnicas analíticas que permitan determinar humedad, contenido de sólidos, cenizas, lignina, celulosa, hemicelulosa, contenido de nitrógeno, alcalinidad, pH descritas por APHA-AWWA-WPCF (2005) [30] y ASTM (2013) [31]. También se usarán técnicas instrumentales como: microscopía electrónica de barrido (SEM) [32], espectroscopia Raman e infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) [31, 32] y análisis termogravimétrico (TGA) [33, 34].

- b) Optimizar el proceso de adsorción de los materiales caracterizados en términos del tamaño de partícula de los residuos y la impregnación de materiales nanoparticulados

Descripción de componentes: los mismos materiales del objetivo a serán considerados en esta etapa.

Modelo experimental: El material previamente lavado, secado y triturado será utilizado para desarrollar este objetivo.

Actividad 1: Preparación del agua residual.

Actividad 2: Realización de ensayos de adsorción tipo *batch*, por duplicado. El parámetro optimizable será el tamaño de partícula ($75 \mu\text{m} - 2 \text{mm}$) acorde a la información bibliográfica [34-36]. Los CE considerados (cafeína e irgasán) se basaron en la experiencia bibliográfica y caracterización típica de aguas residuales domésticas [5, 7]. Además, se estudiará cómo influye la impregnación [37] de nanopartículas de dióxido de titanio P-25 Sigma Aldrich, sobre los residuos, en la adsorción de los CEs.

Actividad 3: Determinación de la concentración de CE. La determinación de CE se basará en el método descrito por Matamoros and Bayona (2006) [5] y mediante detección UV-Vis y/o cromatografía de gases; de ser posible se utilizará cromatografía HPLC [38]. La determinación de la concentración de la materia orgánica se determinará en un espectrofotómetro marca HACH modelo DR 2700 mediante Hach Method 8000, range: 20 -1500 mg COD L⁻¹.

- c) Determinar las condiciones operacionales óptimas de procesos de filtración para la remoción de cafeína e irgasán, mediante la operación de filtros a escala de laboratorio y la alimentación de agua residual doméstica enriquecida con CE.

Agua residual:

Actividad 1: Preparación del agua residual. Se utilizará agua residual doméstica sintética y se elaborará de acuerdo con lo descrito por Almeida-Naranjo et al. [10]. El agua residual doméstica sintética será enriquecida con cafeína e irgasán (por separado) y cuyas concentraciones son descritas por bibliografía [39].

Modelo experimental:

Actividad 2: El ensayo utilizará columnas de alrededor de 30 L, distribuidas en tres capas: activa (material de soporte o residuo estudiado), transición (arena) y final (grava). Las tasas de operación para su optimización utilizarán valores entre 0.5 a 3 m³/m² d con una intermitencia (tiempo de alimentación) de 8 horas, evaluándose en forma paralela además conductividad hidráulica y pérdidas de carga mediante el método descrito por ASTM [29]. La granulometría utilizada en los filtros será la del tamaño de partícula del residuo que presentó las mejores condiciones adsorptivas y descrita en el objetivo b. Se variará la altura de la parte del filtro que contenga las nanopartículas de tal manera que se incremente la cantidad de CEs eliminados y no se influya de forma considerable en el costo del lecho.

Actividad 3: Monitoreo de la actividad bioelectroquímica. En el mismo modelo experimental se colocará electrodos de acero inoxidable a distintas profundidades (cada capa) y a una misma distancia (10 cm), con la finalidad de monitorear el potencial de óxido-reducción medido en mV y que describirá en forma indirecta los procesos biogénicos oxidativos o reductivos que se estén desarrollando [40].

Evaluación analítica:

Actividad 4: Realización de la evaluación analítica. Los mismos ensayos analíticos e instrumentales considerados para los residuos y agua residual descritos en los objetivos a y b serán considerados en esta etapa. Cada componente del sistema de filtración: el medio (residuo) y el agua residual (influyente y efluente) será evaluado respecto a su contenido de CE.



CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mateo-Sagasta, Javier; Raschid-Sally, Liqa; Thebo, Anne. Global wastewater and sludge production, treatment and use. En *Wastewater*. Springer, Dordrecht, 2015. p. 15-38.
2. AQUASTAT (2015). Agua residual municipal, tratada y usada directamente. Recuperado de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/americas/index.stm (revisado: junio, 2018).
3. Bolong, Nurmin, et al. A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. *Desalination*, 2009, vol. 239, no 1-3, p. 229-246.
4. Vera, I.; Sáez, K.; Vidal, G. Performance of 14 full-scale sewage treatment plants: Comparison between four aerobic technologies regarding effluent quality, sludge production and energy consumption. *Environmental Technology*, 2013, vol. 34, no 15, p. 2267-2275.
5. Matamoros, Víctor, et al. Evaluation of aquatic plants for removing polar microcontaminants: a microcosm experiment. *Chemosphere*, 2012, vol. 88, no 10, p. 1257-1264.
6. Chen, Yi, et al. Occurrence, removal and environmental risk assessment of pharmaceuticals and personal care products in rural wastewater treatment wetlands. *Science of the Total Environment*, 2016, vol. 566, p. 1660-1669.
7. Ávila, Cristina, et al. Enhancement of total nitrogen removal through effluent recirculation and fate of PPCPs in a hybrid constructed wetland system treating urban wastewater. *Science of the total environment*, 2017, vol. 584, p. 414-425.
8. Santos, J. L.; Aparicio, I.; Alonso, E. Occurrence and risk assessment of pharmaceutically active compounds in wastewater treatment plants. A case study: Seville city (Spain). *Environment International*, 2007, vol. 33, no 4, p. 596-601.
9. Arrubla, Juan P., et al. Pharmaceutical and personal care products in domestic wastewater and their removal in anaerobic treatment systems: septic tank-up flow anaerobic filter. *Ingeniería e Investigación*, 2016, vol. 36, no 1, p. 70-78.
10. Almeida-Naranjo, Cristina E., et al. Hydraulic Retention Time Influence on Improving Flocculation in the Activated Sludge Processes Through Polyelectrolytes. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2017, vol. 228, no 7, p. 253.
11. Empresa Pública Metropolitana De Agua Potable Y Saneamiento (EPMAPS) (2017). Programa para la descontaminación de los ríos en Quito. Quito. 5 pp.
12. Verlicchi, Paola; Zambello, Elena. How efficient are constructed wetlands in removing pharmaceuticals from untreated and treated urban wastewaters? A review. *Science of the Total Environment*, 2014, vol. 470, p. 1281-1306.
13. Gorito, Ana M., et al. A review on the application of constructed wetlands for the removal of priority substances and contaminants of emerging concern listed in recently launched EU legislation. *Environmental Pollution*, 2017, vol. 227, p. 428-443.
14. Ruthven, Douglas M. Principles of adsorption and adsorption processes. John Wiley & Sons, 1984.
15. Hoslett, John, et al. Surface water filtration using granular media and membranes: A review. *Science of The Total Environment*, 2018, vol. 639, p. 1268-1282.
16. Bhatnagar, Amit; Sillanpää, Mika; Witek-Krowiak, Anna. Agricultural waste peels as versatile biomass for water purification—a review. *Chemical Engineering Journal*, 2015, vol. 270, p. 244-271.
17. Bojemueller, E.; Nennemann, A.; Lagaly, G. Enhanced pesticide adsorption by thermally modified bentonites. *Applied Clay Science*, 2001, vol. 18, no 5-6, p. 277-284.
18. Martínez-Hernández, Virtudes, et al. The role of sorption and biodegradation in the removal of acetaminophen, carbamazepine, caffeine, naproxen and sulfamethoxazole during soil contact: a kinetics study. *Science of The Total Environment*, 2016, vol. 559, p. 232-241.
19. Moro, Tatiana Rojo, et al. Adsorption of pharmaceuticals in water through lignocellulosic fibers synergism. *Chemosphere*, 2017, vol. 171, p. 57-65.
20. Mashkoo, Fouzia, et al. Exploring the Reusability of Synthetically Contaminated Wastewater Containing Crystal Violet Dye using *Tectona grandis* Sawdust as a Very Low-Cost Adsorbent. *Scientific reports*, 2018, vol. 8, no 1, p. 8314.
21. Instituto Nacional De Eficiencia Energética Y Energías Renovables (INER) (2013). Estudio de alternativas para aprovechamiento energético de biomasa residual del proyecto “Piñón para Galápagos”. 35pp.
22. Rivera-Utrilla, José, et al. Pharmaceuticals as emerging contaminants and their removal from water. A review. *Chemosphere*, 2013, vol. 93, no 7, p. 1268-1287.



23. El-Sayed, A. Atef, et al. Modified Rice Straw as a Template in Syntheses of Nano TiO₂ Loaded on Wool Fibers for Wastewater Treatment. *Journal of Natural Fibers*, 2017, vol. 14, no 2, p. 297-309.
24. Żółtowska-Aksamitowska, Sonia, et al. Removal of hazardous non-steroidal anti-inflammatory drugs from aqueous solutions by biosorbent based on chitin and lignin. *Science of The Total Environment*, 2018, vol. 612, p. 1223-1233.
25. Oladipo, Akeem Adeyemi; Abureesh, Mosab Ali; GAZI, Mustafa. Bifunctional composite from spent "Cyprus coffee" for tetracycline removal and phenol degradation: Solar-Fenton process and artificial neural network. *International journal of biological macromolecules*, 2016, vol. 90, p. 89-99.
26. Pi, Yunhong, et al. Adsorptive and photocatalytic removal of Persistent Organic Pollutants (POPs) in water by metal-organic frameworks (MOFs). *Chemical Engineering Journal*, 2017.
27. Basheer, A. A. (2018). New generation nano-adsorbents for the removal of emerging contaminants in water. *JOURNAL OF MOLECULAR LIQUIDS*, 261, 583-593.
28. Instituto Nacional De Estadísticas Y Censo (INEC) (2015). Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Descentralizados Municipales 2015 (Agua y Alcantarillado). 34pp.
29. American Society For Testing And Materials (ASTM) (2006). D2434 Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head).
30. American Society For Testing And Materials (ASTM) (2013). Standard Test Method for Ethanol-Toluene Solubility of Wood, D1107-96.
31. American Public Health Association – American Water Works Association – Water Environment Federation, APHA-AWWA-WPCF. (2005). Standard methods for the examination of water and waste water, 21st edn. American Public Health Association, Washington, DC, 541 pp.
32. Lessa, E. F., Nunes, M. L., & Fajardo, A. R. (2018). Chitosan/waste coffee-grounds composite: An efficient and eco-friendly adsorbent for removal of pharmaceutical contaminants from water. *Carbohydrate polymers*, 189, 257-266.
33. Leite, A. B., Saucier, C., Lima, E. C., dos Reis, G. S., Umpierrez, C. S., Mello, B. L., ... & Sampaio, C. H. (2018). Activated carbons from avocado seed: optimisation and application for removal of several emerging organic compounds. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8), 7647-7661.
34. Owamah, H. I. (2014). Biosorptive removal of Pb (II) and Cu (II) from wastewater using activated carbon from cassava peels. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 16(2), 347-358.
35. Sreenivas, K. M., Inarkar, M. B., Gokhale, S. V., & Lele, S. S. (2014). Re-utilization of ash gourd (*Benincasa hispida*) peel waste for chromium (VI) biosorption: equilibrium and column studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(1), 455-462.
36. Moghadam, M. R., Nasirizadeh, N., Dashti, Z., & Babanezhad, E. (2013). Removal of Fe (II) from aqueous solution using pomegranate peel carbon: equilibrium and kinetic studies. *International Journal of Industrial Chemistry*, 4(1), 19.
37. Abou-Gamra, Z.M., Ahmed, M.A., 2016. Synthesis of mesoporous TiO₂-curcumin nanoparticles for photocatalytic degradation of methylene blue dye. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 160, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.03.054>
38. Petrie, B., Youdan, J., Barden, R., & Kasprzyk-Hordern, B. (2016). Multi-residue analysis of 90 emerging contaminants in liquid and solid environmental matrices by ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1431, 64-78.
39. Constantin, L., Nitoi, I., Cristea, I., Oancea, P., Orbeci, C., & Nechifor, A. C. (2015). Degradation of triclosan by TiO₂-UV irradiation in aqueous solutions. *Revista de Chimie -Bucharest- Original Edition*.
40. Szögi, A. A., Hunt, P. G., Sadler, E. J., & Evans, D. E. (2004). Characterization of oxidation-reduction processes in constructed wetlands for swine wastewater treatment. *Applied Engineering in Agriculture*, 20(2), 189.

7 Infraestructura, equipos y fondos adicionales

7.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos
-----------------	---------



Laboratorio de Nuevos Materiales	Microscopio electrónico de barrido (SEM)	Laboratorio de Nuevos Materiales (LANUM), Departamento de Materiales (DMT), EPN.
	Espectroscopio Raman	LANUM, DMT, EPN.
	Espectroscopio infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR)	LANUM, DMT, EPN.
	Equipo de análisis termogravimétrico (TGA)	LANUM, DMT, EPN.
	Molino planetario	LANUM, DMT, EPN.
Laboratorio de Fundición	Torre de tamices	Laboratorio de Fundición, Departamento de Ingeniería Mecánica, EPN.
Laboratorio de Docencia de Ingeniería Ambiental	Espectrofotómetro marca HACH modelo DR 2700	Laboratorio de Docencia de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, EPN.
Laboratorios del Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología	Cromatógrafo HPLC	Laboratorios del Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología (DECAB), EPN.
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria	Espectrofotómetro UV-VIS	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Departamento de Ingeniería en obras civiles, USACH.
	Cromatógrafo de gases	Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Departamento de Ingeniería en obras civiles, USACH.

7.2 Breve justificación del equipo requerido

Para el desarrollo del presente proyecto se requiere implementar una estructura tipo invernadero para colocar los lechos filtrantes y así mantener las condiciones óptimas de temperatura y evitar que la lluvia modifique la concentración del agua residual sintética. Además, será necesaria la adquisición de bombas peristálticas (dosificadoras), las mismas que serán utilizadas para la alimentación del agua residual a cada filtro. Esto permitirá modificar las cargas hidráulicas y determinar su influencia en la remoción de los contaminantes.

Tanto la estructura como las bombas peristálticas se ubicarán en el Laboratorio de Nuevos Materiales del Departamento de Materiales de la EPN.

7.3 Fondos Adicionales

No Aplica.



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Título del proyecto

de la remoción de contaminantes emergentes usando residuos agroindustriales dentro de procesos de filtración como alternativa de saneamiento

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado						
2.1 Bombas peristálticas (dosificadoras)	2		\$ 1.605,00	\$ 3.210,00	\$ 1.797,60	\$ 3.595,20
2.2 Invernadero	1		\$ 379,50	\$ 379,50	\$ 425,04	\$ 425,04
2.3 Multímetro	2		\$ 170,00	\$ 340,00	\$ 190,40	\$ 380,80
2.4 Electrodo de referencia de Ag/AgCl	1		\$ 165,00	\$ 165,00	\$ 184,80	\$ 184,80
Subtotal 2			\$ 2.319,50	\$ 4.094,50	\$ 2.597,84	\$ 4.585,84
3 Equipo informático						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos						
4.1 Estándar de cafeína	1	Unidad	\$ 210,00	\$ 210,00	\$ 235,19	\$ 235,19
4.2 Estándar de irgasán	2	Unidad	\$ 390,00	\$ 780,00	\$ 436,80	\$ 873,60
4.3 Columnas HPLC para cafeína	1	Unidad	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 168,00	\$ 168,00
4.4 Columnas HPLC para irgasán	1	Unidad	\$ 150,00	\$ 150,00	\$ 168,00	\$ 168,00
4.5 Kits DQO HACH	5	Caja	\$ 111,61	\$ 558,05	\$ 125,00	\$ 625,02
4.6 Capuchones de celulosa para determinación de aceites y grasas	1	Caja	\$ 75,40	\$ 75,40	\$ 84,45	\$ 84,45
4.7 Cascarilla de arroz	2,00	qq	\$ 21,43	\$ 42,86	\$ 24,00	\$ 48,01
4.8 Cascaras de mani	2	qq	\$ 21,43	\$ 42,86	\$ 24,00	\$ 48,01
4.9 Fibra de coco	2	qq	\$ 21,43	\$ 42,86	\$ 24,00	\$ 48,01
4.10 Tuzas de maíz	2	qq	\$ 21,43	\$ 42,86	\$ 24,00	\$ 48,01
4.11 Cáscaras de huevo	2	qq	\$ 21,43	\$ 42,86	\$ 24,00	\$ 48,01
4.13 Columnas de acrílico o vidrio	48	Unidad	\$ 85,00	\$ 4.080,00	\$ 95,20	\$ 4.569,60
Subtotal 4			\$ 1.279,17	\$ 6.217,77	\$ 1.432,67	\$ 6.963,90
5 Literatura especializada						
5.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo						
6.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas						
7.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas						
8.1 Pasajes al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8.2 Viaticos al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 8			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9 Pago de inscripciones						
9.1 Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2 Pago de inscripciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 9			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10 Pago de publicaciones y patentes						
10.1 Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2 Pago de publicaciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

10.2	Pago de patentes		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Subtotal 10		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	TOTAL			\$ 10.312,27		\$ 11.549,74



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Título del proyecto

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
1.1	Ayudantes de investigación		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2	Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado							
2.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Equipo Informático							
3.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							
4.1	Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2	Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3	Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4	Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5	Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada							
5.1	Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2	Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3	Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4	Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5	Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
6.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
7.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior	1		\$ 800,00	\$ 800,00	\$ 896,00	\$ 896,00
8.2	Viaticos al exterior	1		\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Subtotal 8				\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.896,00	\$ 1.896,00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			-	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1		300,00	300,00	411,00	411,00
Subtotal 9				\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 411,00	\$ 411,00
10 Pago de publicaciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones	2		\$ 500,00	\$ 1.000,00	\$ 560,00	\$ 1.120,00
10.2	Pago de publicaciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ 500,00	\$ 1.000,00	\$ 560,00	\$ 1.120,00
TOTAL					\$ 3.100,00		\$ 3.427,00



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 3

Título del proyecto

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
1.1	Ayudantes de investigación		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2	Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado							
2.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Equipo informático							
3.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							
4.1	Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2	Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3	Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4	Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5	Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada							
5.1	Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2	Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3	Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4	Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5	Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
6.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
7.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8.2	Viaticos al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 8				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 9				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10 Pago de publicaciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de publicaciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL					\$ -		\$ -



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Título del proyecto

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total sin IVA
1	\$ -	\$ 4.094,50	\$ -	\$ 6.217,77	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.312,27
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.800,00	\$ 300,00	\$ 1.000,00	\$ 3.100,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ 4.094,50	\$ -	\$ 6.217,77	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.800,00	\$ 300,00	\$ 1.000,00	\$ 13.412,27

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total con IVA
1	\$ -	\$ 4.585,84	\$ -	\$ 6.963,90	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 11.549,74
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.896,00	\$ 411,00	\$ 1.120,00	\$ 3.427,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ 4.585,84	\$ -	\$ 6.963,90	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.896,00	\$ 411,00	\$ 1.120,00	\$ 14.976,74

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio de la remoción de contaminantes emergentes usando residuos agroindustriales dentro de procesos de filtración como alternativa de saneamiento

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una obra original de este equipo de investigadores y por tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que la propuesta sea descalificada de la convocatoria de la EPN.
- Que todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán compartidos entre los investigadores y la EPN.
- Que aceptamos conocer y cumplir con la normativa vigente para la gestión de proyectos de investigación.




Firma del Director del Proyecto
Nombre: Víctor Hugo Guerrero Barragán
C.I.: 1710736669

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido avalada por el Consejo del Departamento de Materiales, en sesión del día 16. Ago. 2018... mediante resolución No. 027-2018

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.



Firma del Jefe del Departamento
Nombre: FAUSTO OVIEDO
C.I.: 0601001961



*Se debe adjuntar el acta en el que conste la resolución que avala la propuesta de proyecto