

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario
DEMEX

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. CARBONES ACTIVADOS , ADSORBENTES Y CATALIZADORES
2. IMPACTO DE EFLUENTES EN AGUAS Y SUELOS

1 Proyecto de Investigación

Título: Remoción de Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} en soluciones sintéticas utilizando como adsorbente un hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Los hidróxidos dobles laminares HDLs o hidrotalcitas son arcillas aniónicas que debido a sus características estructurales se han convertido en precursores de materiales adsorbentes de varios componentes tales como pesticidas, metales pesados y contaminantes gaseosos. Estos compuestos presentan una gran versatilidad de combinarse con varios elementos en su estructura, dada por la fórmula general $(\text{M}^{\text{II}}_{1-x} \text{M}^{\text{III}}_x (\text{OH})_2 \text{X}_{x/q})^{x+} \text{X}^{m-}_{x/m} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, donde M^{II} y M^{III} son cationes di y trivalentes y A es el anión interlaminar. El hidróxido doble laminar a ser obtenido será sintetizado por el método de co-precipitación a partir de los cloruros de aluminio y magnesio en presencia de NaCl dentro de la cual se circulará una corriente de nitrógeno, para obtener un HDL con cloruro como anión interlaminar. Para su caracterización se usaran las técnicas de: difracción de rayos X (DRX), Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR), análisis térmico diferencial (ATD), microscopía electrónica de Barrido (MEB), con el fin de conocer cualitativa y cuantitativamente la fase cristalina formada, la presencia de cloro en su estructura, la descomposición térmica del adsorbente y la morfología del mismo. Las concentraciones de Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} de las soluciones sintéticas serán analizadas por espectroscopia de absorción atómica para poder determinar el porcentaje de remoción y se determinarán sus correspondientes isotermas de adsorción utilizando como adsorbente un hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar.

Palabras clave (4-6): hidrotalcitas, cloro, cobre, plomo, cadmio, adsorbentes aniónicos



2	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>2.1 Objetivos</p> <p>2.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Remover Cu^{2+}, Pb^{2+} y Cd^{2+} de soluciones sintéticas utilizando como adsorbente un hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar. <p>2.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Sintetizar el hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar por el método de co-precipitación.b. Caracterizar estructuralmente el HDL obtenido.c. Estudiar de la influencia de varios factores físico-químicos : pH, cantidad del adsorbente, tiempo de contacto, velocidad de agitación, temperatura, concentración del contaminante, que pueden afectar la adsorción de Cu^{2+}, Pb^{2+} y Cd^{2+} en el HDL obtenido.d. Determinar las mejores condiciones de adsorción de Cu^{2+}, Pb^{2+} y Cd^{2+} en soluciones sintéticas por separado y en una solución mixta.e. Difundir los resultados obtenidos a través de publicaciones técnicas en revistas especializadas. <p>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ol style="list-style-type: none">a. Se dispondrá de un proceso que permita obtener un hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar por el método de co-precipitación.b. Se logrará caracterizar estructuralmente el HDL obtenido.c. Se evaluará la influencia de varios factores físico-químicos que pueden afectar la adsorción de Cu^{2+}, Pb^{2+} y Cd^{2+} en soluciones sintéticas.d. Se determinará las mejores condiciones de adsorción utilizando el HDL sintetizado.e. Se difundirá los resultados de las investigaciones en publicaciones técnicas en revistas especializadas.
---	--



3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
	<p>El Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX) desarrolla investigaciones aplicadas en el área de tecnología de catálisis, con principal atención en carbones activados, adsorbentes y catalizadores. El trabajo propuesto aportará al estudio de la remoción de contaminantes presentes en los efluentes de la industria minero-metalúrgica tales como Cu^{2+}, Pb^{2+} y Cd^{2+} mediante el uso de un adsorbente formado por un hidróxido doble laminar HDL con cloruro como anión interlaminar, con lo que se fortalecerá en gran manera esta área de investigación.</p> <p>El desarrollo de este trabajo permitirá disponer de una metodología para la síntesis y caracterización de un tipo de hidróxido doble laminar HDL que puede servir como precursor para probar otros metales en su estructura y así también determinar su eficacia en la remoción de otro tipo de contaminantes presentes en los efluentes minero-metalúrgicos. Evaluar las posibilidades de aplicación industrial de un proceso de tratamiento de efluentes utilizando este tipo de adsorbentes será la base para poder desarrollar otros proyectos que podrán ser ejecutados en el DEMEX y permitir un acercamiento con el sector profesional y empresarial.</p> <p>La adsorción es una técnica prometedora para la eliminación de contaminantes, tanto orgánicos como inorgánicos especialmente para bajas concentraciones, de una manera rápida, eficaz y sin introducir especies nocivas al medio. Existen numerosos compuestos que pueden utilizarse como adsorbentes, algunos ejemplos son la alúmina activada [8], zeolitas [10], residuos de agricultura [4], arcillas y minerales de arcilla [6, 14], etc.</p> <p>El interés por los “adsorbentes de bajo costo”, capaces de eliminar contaminantes químicos de aguas, se ha intensificado en los últimos años. Materiales naturales como las zeolitas [10], las arcillas catiónicas (montmorillonita, bentonita, caolinita, etc.) [11], el quitosano [18], o incluso productos de desecho procedentes de operaciones industriales, como cenizas volantes, carbón y óxidos de algunos metales, residuos industriales como lignina, hidróxido de hierro (III), lodos generados en las plantas de fertilizantes, lodo rojo, entre otros, han sido explorados para aguas contaminadas por la presencia de metales pesados [1, 7, 9, 17]. Los residuos agrícolas también han sido estudiados, aunque en menor extensión, pero todos ellos son alternativas prometedoras a la captación de metales pesados, obteniéndose altas eficiencias y capacidades de adsorción comparables a las del carbón activo. El uso combinado de adsorbentes complementarios de distinta naturaleza podría proporcionar otra solución factible al tratamiento de aguas que contienen mezclas de contaminantes orgánicos e inorgánicos [2, 16].</p> <p>Los HDLs son compuestos prometedores en este campo debido a su gran versatilidad química y sus propiedades adsorbentes. Además, la posible modificación de su estructura los convierte en materiales multifuncionales, siendo una de ellas adsorbentes de contaminantes de distinta naturaleza en aguas.</p>

4	Productos esperados														
	<table><tr><td>a. Publicaciones científicas (obligatorio);</td><td>X</td></tr><tr><td>b. Disertación a la Comunidad Politécnica;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>c. Proyecto de Titulación;</td><td>X</td></tr><tr><td>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>e. Aplicación tecnológica construida o implementada;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>f. Patente presentada;</td><td><input type="checkbox"/></td></tr><tr><td>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.</td><td>X</td></tr></table>	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>	c. Proyecto de Titulación;	X	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	<input type="checkbox"/>	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>	f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>	g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X														
b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>														
c. Proyecto de Titulación;	X														
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	<input type="checkbox"/>														
e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>														
f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>														
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X														

5	Descripción y metodología y diseño del proyecto
---	--



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

Descripción del proyecto

El proyecto está enfocado en la obtención de un hidróxido doble laminar que contenga cloro interlaminar para poder ser utilizado como adsorbente de metales pesados tales como Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2} que son elementos presentes en los efluentes minero metalúrgicos. Los hidróxidos dobles laminares (HDLs) o compuestos tipo hidrotalcita forman parte de una familia de arcillas naturales o sintéticas con fórmula general $(\text{M}^{\text{II}}_{1-x} \text{M}^{\text{III}}_x (\text{OH})_2 \text{X}_{x/q})^{x+} \text{X}^{m-}_{x/m} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, donde M^{II} y M^{III} son cationes di y trivalentes y A es el anión interlaminar. En las últimas décadas los HDLs han recibido gran atención por sus potenciales aplicaciones en algunos campos, debido a sus únicas e interesantes propiedades. Bajo costo y simple preparación, altas eficiencias de adsorción y otras ventajas que hacen de estos materiales muy utilizados en el tratamiento de aguas contaminadas. [3, 5].

A pesar que los HDLs se conocen como buenos adsorbentes para contaminantes aniónicos debido al intercambio iónico de los aniones interlaminares, en los últimos años estos materiales también se han estudiado como posibles adsorbentes de cationes metálicos presentes en aguas. [12,15].

Esta investigación plantea obtener un HDL con cloro como elemento interlaminar a partir de las sales de magnesio y aluminio y utilizando un método de co precipitación para incorporar el cloro.

Se realizará una caracterización física, química y estructural del hidróxido doble laminar HDL usando las técnicas de: difracción de rayos X (DRX), Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR), análisis térmico diferencial (ATD), microscopía electrónica de Barrido (MEB).

Con el fin de verificar la actividad del adsorbente en la remoción de Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2} de soluciones sintéticas se evaluarán los diferentes parámetros que influyen en el proceso de adsorción, tales como pH, cantidad del adsorbente, tiempo de contacto, velocidad de agitación, temperatura, concentración del contaminante. Se realizarán los análisis de las concentraciones de los diferentes metales mediante espectrofotometría de absorción atómica (AA) en un equipo Perkin Elmer AAnalyst 300.

Con las mejores condiciones, se realizarán las isotermas de adsorción para poder determinar la eficacia del uso de la HDL-Cl en la remoción de Cu^{+2} , Pb^{+2} y Cd^{+2} de soluciones sintéticas y de una solución con la presencia de los tres metales.

Metodología y diseño del proyecto

- a) *Síntesis del hidróxido doble laminar HDLs con cloruro como anión interlaminar por el método de co-precipitación.*

Para la obtención de la hidrotalcita $[\text{Mg}_3\text{Al}(\text{OH})_8]\text{Cl} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ que se denominará HDL-Cl, se utilizará el método de coprecipitación [13]. Para ello, desde un embudo de decantación se añadirán 200 ml de una disolución que contiene 0.75M $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y 0.25M de $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a una disolución de NaCl 0.25M dentro de la cual se circulará una corriente de nitrógeno para evitar la disolución del CO_2 atmosférico y consecuentemente la incorporación del carbonato al sólido. La adición de los iones metálicos se llevará a cabo lentamente, con agitación constante y controlando el pH a 8, mediante la adición de NaOH 1M. Una vez finalizada la síntesis, la suspensión obtenida se someterá a tratamiento hidrotermal a 80°C durante 24 horas. Transcurrido dicho tiempo, se procederá al lavado de la hidrotalcita usando agua descarbonatada y repitiendo el proceso cuatro veces para así eliminar cualquier impureza. Finalmente, esta se secará en estufa a 60°C durante 24h aproximadamente.

- b) *Caracterización estructural del HDL obtenido.*

La hidrotalcita obtenida se caracterizará por Difracción de Rayos X (DRX) para el análisis cualitativo y cuantitativo de las fases cristalinas presentes en la muestra, también se llevarán a cabo un análisis por Espectroscopia Infrarroja por Transformadas de Fourier (FTIR) para identificar la presencia del cloro interlaminar en la muestra.



Un análisis térmico diferencial (ATD) será realizado para conocer a que temperatura tiene lugar la descomposición térmica del adsorbente y los efectos asociados (endotérmicos/exotérmicos) a cambios de temperatura producidos en la muestra.

Así mismo, un análisis por Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) se realizará para poder observar la morfología de la hidrotalcita obtenida.

Espectroscopía de Absorción Atómica (AA) se realizará para determinar las concentraciones de los metales en las muestras de las soluciones sintéticas antes y después del tratamiento con la hidrotalcita obtenida.

- c) Estudio de la influencia de varios factores fisico-químicos que pueden afectar la adsorción de Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} en la hidrotalcita obtenida.*

Con el fin de determinar la adsorción de cobre, plomo y cadmio en la hidrotalcita obtenida se realizarán varios experimentos utilizando soluciones sintéticas formadas a partir de los nitratos correspondientes de los metales de estudio. Se variarán los siguientes factores: pH, cantidad del adsorbente, tiempo de contacto, velocidad de agitación, temperatura, concentración del contaminante. La adsorción se realizará por separado para cada metal y también se evaluará la adsorción en una solución mixta de los tres metales. Se analizará el porcentaje de remoción llevando las soluciones a lectura por AA.

- d) Determinación de las mejores condiciones de adsorción (Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+}).*

Las mejores condiciones de adsorción serán evaluadas utilizando 0.05 g del HDL-Cl dispersadas en soluciones acuosas de sales de nitrato de Cu^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} . Las isothermas de adsorción se realizarán con una concentración inicial conocida de los diferentes metales en solución (C_0). Estos análisis serán realizados para cada metal y además se realizará también pruebas usando una solución donde compitan los tres metales a adsorber. Se analizará el pH inicial y el tiempo de contacto. Se tomará muestras cada cierto tiempo y estas serán filtradas y analizadas por AA para la lectura de la remoción de los metales.

- e) Difusión los resultados obtenidos a través de publicaciones técnicas en revistas especializadas*

Con los resultados de este estudio se elaborarán documentos técnicos para su publicación y difusión en espacios específicos a nivel nacional, como congresos y seminarios.

Bibliografía empleada

- [1] Al-Harashsheha, M.S., K. Al-Zboonb, L. Al-Makhadmehc, M. Hararahc, M. Mahasneh, J. Environ. Chem. Eng. 3 (2015) 1669–1677.
- [2] Babel, S., T. A. Kurniawan, J. Hazard. Mat. B97 (2003) 219-243.
- [3] Choy, J.H., S.J. Choi, J.M. Oh, T. Park, Clay minerals and layered double hydroxides for novel biological applications, Appl. Clay Sci. 36 (2007) 122–132.
- [4] Cruz-Guzmán, M. R. Celis, R, M.C. Hermosín, W. Koskinen, J. Cornejo, J. Agr. Food Chem. 53 (2005) 7502-7511.
- [5] Forano, C., T. Hibino, F. Leroux, C. Taviot-Guého, Layered double hydroxides, in: F. Bergaya, B.K.G. Theng, G. Lagaly (Eds.), Handbook of Clay Science, Elsevier Ltd., 2006, pp. 1021–1095.
- [6] Gámiz, B. R. Celis, L. Cox, M.C. Hermosín, J. Cornejo, Sci. Total Environ. 429 (2012) 292–299.
- [7] Hua, M., S. Zhang, B. Pan, W. Zhang, L. Lv, Q. Zhang, J. Hazard. Mat. 211-212 (2012) 317-331.
- [8] Kasprzyk-Hordern, B. J. Adv. Colloid Interfac. 110 (2004) 19-48.
- [9] Lee, S.M., A.P. Davis, Water Res. 35 (2001) 534-540.
- [10] Misaelides, P. Micropor. Mesopor. Mat. 144 (2011) 15-18.



- [11] Padilla-Ortega, E. R. Leyva-Ramos, J.V. Flores-Cano, Chem. Eng. J. 225 (2013) 535–546.
- [12] Pérez, M.R. , I. Pavlovic, C. Barriga, J. Cornejo, M.C. Hermosín, M.A. Ulibarri, Uptake of Cu²⁺, Cd²⁺ and Pb²⁺ on Zn–Al layered double hydroxide intercalated with EDTA, Appl. Clay Sci. 32 (2006) 245–251.
- [13] Reichle, W. T , Synthesis of anionic clay minerals (mixed metal hydroxides, hydrotalcite), Solid State Ionics 22 (1986) 135–141
- [14] Rives, V. 2001. “Layered Double Hydroxides: Present and Future”, Ed. Nova Science Publishers, Inc., New York.
- [15] Rojas, R., Copper, lead and cadmium removal by Ca Al layered double hydroxides, Appl. Clay Sci. 87 (2014) 254–259.
- [16] San Miguel, G.,S. D. Lambert, N. J.D. Graham, J. Chem. Technol. Biotechnol. 81(2006) 1685–1696.
- [17] Srivastava, S.K. , A.K. Singh, A. Sharma, Environ. Technol. 15 (1994) 353-361.
- [18] Wan Ngah, W.S. I.M. Isa, J. Appl. Polym. Sci. 67 (1998) 1067-1070.



6	<p>Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.</p> <p>6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores. <i>El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Proyecto</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Director</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Colaboradores</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><i>PII y PIS</i></td> <td style="text-align: center;"><i>16 HSS</i></td> <td style="text-align: center;"><i>8 HSS</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>PIJ y PIMI</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20 HSS</i></td> <td style="text-align: center;"><i>10 HSS</i></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nombre</th> <th style="text-align: center;">Rol <small>(director o colaborador)</small></th> <th style="text-align: center;">Horas de dedicación</th> <th style="text-align: center;">Departamento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diana Endara Dranichnikova</td> <td>Directora del Proyecto</td> <td style="text-align: center;">200 horas</td> <td>DEMEX</td> </tr> <tr> <td>Ernesto de la Torre Chauvin</td> <td>Investigador colaborador 1</td> <td style="text-align: center;">100 horas</td> <td>DEMEX</td> </tr> <tr> <td>Alicia Guevara Caiquetán</td> <td>Investigador colaborador 2</td> <td style="text-align: center;">100 horas</td> <td>DEMEX</td> </tr> <tr> <td>Evelyn Criollo</td> <td>Personal Administrativo de Investigación</td> <td style="text-align: center;">50 horas</td> <td>DEMEX</td> </tr> <tr> <td>Verónica Díaz</td> <td>Personal Administrativo de Investigación</td> <td style="text-align: center;">50 horas</td> <td>DEMEX</td> </tr> </tbody> </table> <p>6.2 Infraestructura y equipos</p> <p>El Departamento de Metalurgia Extractiva de la EPN posee un equipamiento completo en sus laboratorios para el análisis físico químico y mineralógico. Dispone de infraestructura para el procesamiento de minerales, ensayos metalúrgicos y ensayos de tratamiento de efluentes. Además cuenta con acceso a Internet y a bibliografía especializada en su área de trabajo.</p> <p>Disponemos de dos equipos de absorción atómica Perkin Elmer AAnalyst 200, AAnalyst 300 con horno de grafito y muestreadores automáticos, microscopios ópticos (luz reflejada y transmitida), dos difractómetros de rayos X (D8 Advance- Bruker) para análisis mineralógicos, un microscopio electrónico de barrido con micro-analizador de rayos X (Tescan- Bruker), espectrofotometría de chispa (Q4- Bruker), espectrofotometría HACH, así como equipamiento completo para preparación de muestras, estufas, muflas, picnómetros, tamices, agitadores y materiales para análisis y tratamiento de efluentes líquidos. Contamos además con una planta piloto completa de procesamiento de minerales de 2 ton/día de capacidad.</p> <p>6.3 Breve justificación del equipo requerido - <i>No aplica.</i></p> <p>6.4 Fondos Adicionales - <i>No aplica</i></p>	<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>	<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>	<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>	Nombre	Rol <small>(director o colaborador)</small>	Horas de dedicación	Departamento	Diana Endara Dranichnikova	Directora del Proyecto	200 horas	DEMEX	Ernesto de la Torre Chauvin	Investigador colaborador 1	100 horas	DEMEX	Alicia Guevara Caiquetán	Investigador colaborador 2	100 horas	DEMEX	Evelyn Criollo	Personal Administrativo de Investigación	50 horas	DEMEX	Verónica Díaz	Personal Administrativo de Investigación	50 horas	DEMEX
<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>																																
<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>																																
<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>																																
Nombre	Rol <small>(director o colaborador)</small>	Horas de dedicación	Departamento																															
Diana Endara Dranichnikova	Directora del Proyecto	200 horas	DEMEX																															
Ernesto de la Torre Chauvin	Investigador colaborador 1	100 horas	DEMEX																															
Alicia Guevara Caiquetán	Investigador colaborador 2	100 horas	DEMEX																															
Evelyn Criollo	Personal Administrativo de Investigación	50 horas	DEMEX																															
Verónica Díaz	Personal Administrativo de Investigación	50 horas	DEMEX																															

7	<p>Declaración del Director del Proyecto</p> <p>Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> DIRECTOR DEL PROYECTO Nombre: Diana Endara Dranichnikova CC: 1715611040 </div> <div style="text-align: right;"> Quito, 31 de marzo de 2017 (lugar y fecha) </div> </div>
----------	--

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de <u>Metalurgia Extractiva</u> en sesión del día <u>... 27/03/2017 ...</u> mediante resolución No. <u>27.2017</u> . Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social



recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

Alicia Guevara

JEFE DEL DEPARTAMENTO

Nombre: *Alicia Guevara*

CC: *1711193045*

Quito, 12 de abril de 2016
(lugar y fecha)