

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MULTI E INTERDISCIPLINARIO PIMI-16-05**  
***“Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados”***

En la ciudad de Quito D.M., a los dos días del mes de marzo del año dos mil veintitrés, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario **PIMI-16-05 “Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados”**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **Dra. Ximena de las Mercedes Díaz Reinoso** en calidad de **Directora del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-05**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- a) El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma de lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- b) El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobó el *“Informe Final de Evaluación de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2016”*. Entre los proyectos aprobados se encuentra el proyecto Multi e Interdisciplinario denominado *“Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados”*, presentado por la M.Sc. Eliana Fernanda Jiménez Álvaro.
- c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0483-M del 6 de marzo de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social notifica a la M.Sc. Eliana Jiménez la aprobación del proyecto; y mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0746-M, del 10 de abril de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social informa a los Directores de los proyectos Multi e Interdisciplinarios 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.
- d) Mediante Memorando EPN-DIPS-2017-0239-M del 27 de septiembre de 2017, la Dirección de Investigación y Proyección Social notifica a la M.Sc. Eliana Jiménez la aprobación del cambio de dirección del Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-16-05 a favor de la Dra. Ximena Díaz.
- e) Mediante Resolución RCIIV-021-2020 del 18 de febrero de 2020, Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación aprueba la prórroga técnica del Proyecto PIMI-16-05, siendo la nueva fecha de finalización el 16 de julio de 2020.
- f) Mediante Resolución RCIIV-145-2020 del 7 de julio de 2020, Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación aprueba la solicitud de suspensión del Proyecto PIMI-16-05, e indica que el proyecto reanudará sus actividades de investigación a partir del 7 de enero de 2021, hasta el 16 de enero de 2021. Y mediante Resolución RCIIV-234-2020 del 27 de octubre de 2020, se aprueba el levantamiento de suspensión del Proyecto PIMI-16-05, siendo la nueva fecha de finalización el 6 de noviembre de 2020.

## 2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

<b>Código de Proyecto</b>	PIMI-16-05
<b>Nombre del Proyecto</b>	Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados
<b>Directora del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELIANA FERNANDA JIMENEZ ALVARO (del 17 de abril de 2017 al 26 de septiembre de 2017)</li> <li>• XIMENA DE LAS MERCEDES DIAZ REINOSO (del 27 de septiembre de 2017 al 6 de noviembre de 2020)</li> </ul>
<b>Colaboradores del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELIANA FERNANDA JIMENEZ ALVARO (del 27 de septiembre de 2017 al 6 de noviembre de 2020)</li> <li>• ISABEL CAROLINA BERNAL CARRERA</li> <li>• JENY CUMANDA RUALES NAJERA</li> <li>• LUIS VLADIMIR CARVAJAL LOPEZ</li> <li>• JOSE LUIS RIVERA PARRA</li> <li>• RAMIRO EDMUNDO BARRIGA SALAZAR (externo)</li> <li>• XIMENA DE LAS MERCEDES DIAZ REINOSO (del 17 de abril de 2017, al 26 de septiembre de 2017)</li> </ul>
<b>Departamento</b>	Metalurgia Extractiva (DEMEX)
<b>Líneas de Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto de efluentes en aguas y suelos</li> <li>• Estudio de suelos y sedimentos</li> <li>• Riesgos geológicos ambientales</li> <li>• Hidrogeoquímica y contaminantes</li> <li>• Toxicidad de los alimentos</li> <li>• Medio ambiente y sostenibilidad</li> </ul>
<b>Objetivo</b>	Analizar la presencia y flujo en la cadena trófica (incluyendo los seres humanos) de metales pesados en distritos mineros del sur del Ecuador
<b>Duración del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio: 17 de abril del 2017</li> <li>• Fin planificado: 16 de abril del 2020</li> <li>• Prórroga técnica: hasta el 16 de julio de 2020</li> <li>• Período de suspensión: desde el 7 de julio de 2020 hasta el 27 de octubre de 2020</li> <li>• Fin del proyecto: 6 de noviembre de 2020</li> <li>• Duración total: 39 meses</li> </ul>
<b>Entrega del Informe Final</b>	14 de noviembre de 2022
<b>Presupuesto asignado</b>	\$ 199.914,27 USD
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 140.629,56 USD

## 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIMI-16-05-2022-0001-M del 14 de noviembre de 2022, la Dra. Ximena Díaz, Directora del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-05, presenta el Informe Final del proyecto, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, y que se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

## CONCLUSIONES:

- Los resultados obtenidos permitieron establecer los niveles de metales pesados en aguas, suelos, alimentos y peces, muestreados en las zonas mineras, que sobrepasan los límites permisibles, de acuerdo con normativas nacionales e internacionales.
- La legislación ecuatoriana prohíbe el uso de Hg en actividades mineras, desde julio de 2013. Se esperaba encontrar muy bajas concentraciones de mercurio en el agua y sedimentos, por efecto de esta prohibición. Sin embargo, al visitar las zonas mineras, se detectó que la minería artesanal e ilegal, siguen utilizando Hg, por lo que los niveles detectados, siguen siendo importantes, con valores de factores de bioacumulación medios y altos, en algunos sectores.
- Debido a los retrasos sufridos, por efecto del tiempo que le tomó al MSP autorizar la toma de muestras biológicas, y por el encierro por el COVID-19, no se pudieron realizar 3 muestreos anuales, como estaba previsto, pero los muestreos extensivos, realizados en épocas lluviosa y seca del año 2019 y el muestreo de aguas subterráneas del año 2018, permitieron cumplir con los objetivos del proyecto.

## PRODUCTOS:

- Artículo publicado: "*Artisanal and small gold mining and petroleum production as potential sources of heavy metal contamination in Ecuador: A call to action*"; Rivera Parra José Luisa, Beate Bernardo, Díaz Ximena, Ochoa María Belén; International Journal of Environmental Research and Public Health (Indexado Scopus, Q1); ISSN: 16604601, 16617827; DOI: 10.3390/ijerph18062794; marzo 2021.
- Artículo publicado: "*Sustainability of Cocoa (Theobroma cacao) Cultivation in the Mining District of Ponce Enríquez: A Trace Metal Approach*"; Ramos Carolina, Ruales Jeny, Rivera Parra José Luis, Sakakibara Masayuki, Díaz Ximena; International Journal of Environmental Research and Public Health (Indexado Scopus, Q1); ISSN: 16604601, 16617827; DOI: 10.3390/ijerph192114369; noviembre 2022.
- Conferencia en línea: "*A Complex Land Use Matrix, the Case of Ponce-Enríquez in Ecuador: ASGM, Agricultural Plantations and Local Forest remnants*"; José Luis Rivera, Ximena Díaz, Carolina Bernal, Carolina Ramos, Jeny Ruales; TREPSEA International Conference 2021; septiembre 2021.
- Conferencia en línea: "*Basic Hydrogeochemical Characterization in Four Microwatershed in the Mining Districts: Bella Rica, San Gerardo, Nambija and Chinapintza, South of Ecuador*"; Samantha Ruiz, Carolina Bernal, Ximena Díaz, José Luis Rivera; TREPSEA International Conference 2021; septiembre 2021.
- Póster: "*Evaluación de la Sostenibilidad del cultivo de cacao (Theobroma cacao) desde el punto de vista de metales tóxicos en el distrito minero de Camilo Ponce Enríquez*"; Carolina Ramos, Jenny Ruales, Ximena Díaz; VI Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad; Guayaquil, Ecuador; octubre 2022.
- Proyecto de titulación de Ingeniero Geólogo: "*Caracterización hidrogeoquímica básica en cuatro microcuencas de los distritos mineros: Bella Rica, San Gerardo, Nambija y Chinapintza*"; Ruiz Alfaro Jeniffer Samantha; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22509>; febrero 2022.
- Tesis de Magister en Metalurgia: "*Revisión del origen de la contaminación de suelos con cadmio, sus estrategias de remoción y el caso de cultivos de cacao en el Ecuador*"; Cruz Villarruel Edmundo; URL <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22200>; febrero 2022.

- Conferencia de difusión a la comunidad politécnica: “Resultados sobre caracterización hidrogeoquímica básica en cuatro microcuencas de los distritos mineros: Bella Rica, San Gerardo, Nambija y Chinapintza”; Ximena Díaz, Samantha Ruiz; Departamento de Metalurgia Extractiva – DEMEX, Escuela Politécnica Nacional; mayo 2022.
- Proyecto de mayor impacto: “PIE-DPET-PNUD-2021: Alternativas para el tratamiento de la contaminación de agua por minería artesanal: caso Rio Siete, Cantón Ponce Enríquez, Azuay”; proyecto externo; director: Dr. José Luis Rivera, colaboradora: Dra. Ximena Díaz.
- Proyecto de mayor impacto: “PIGR-21-02: Servicios ecosistémicos, movimiento de contaminantes y mejoramiento de la calidad de agua en una zona bajo influencia de la minería metálica (Ponce Enríquez)”; proyecto grupal; director: Dr. Paúl Vargas, colaboradora: Dra. Ximena Díaz.
- Tesis de Maestría en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo de la Universidad Simón Bolívar: “Sostenibilidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito minero de Ponce Enríquez: un enfoque desde el punto de vista de metales pesados”; autora: Ramos Mejía Carolina Elizabeth, directora de tesis: Ruales Nájera Jenny; 2022.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Multi e Interdisciplinario fue de \$ 199.914,27 USD (ciento noventa y nueve mil novecientos catorce dólares americanos, con 27/100), y se ejecutaron \$ 140.629,56 USD (ciento cuarenta mil seiscientos veintinueve dólares americanos, con 56/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto Multi e Interdisciplinario PIMI-16-05 “Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso de mercurio en minería y riesgos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados”.

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

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los dos días del mes de marzo del año dos mil veintitrés.

---

Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación

---

Dra. Ximena Díaz  
Directora del Proyecto  
PIMI-16-05

sp/cr