



A. PROPUESTA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1. TIPO DE PROYECTO:

Interno		Grupal	
Semilla	X	Multidisciplinario	

2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Básica		Aplicada	X
---------------	--	-----------------	----------

3. UNIDAD EJECUTORA *(Departamento, Instituto o Estructura de Investigación)*

1. Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería Mecánica
2. Grupo de investigación en energías alternativas (SCINERGY)
3. Grupo de aeronáutica y termofluidos aplicada (ATA)

4. LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Energía y Materiales (Área estratégica del Estado Ecuatoriano) ✓
2. Diseño y análisis de sistemas energéticos ✓
3. Modelización y simulación de procesos de física térmica ✓
4. Recursos minerales sostenibles ✗

5. TÍTULO DEL PROYECTO *(mínimo 10 palabras):*

Directrices para establecer precios más justos de los minerales que se extraen en América Latina

6. RESUMEN *(máximo 200 palabras)*

Los metales son esenciales para la sociedad moderna. Los dispositivos electrónicos, entre otros, requieren de metales, muchos de ellos escasos y con procesos de producción intensivos en consumos energéticos. Los efectos negativos de los gases de efecto invernadero requieren la inclusión masiva de tecnologías de energías renovables, conocidas como “tecnologías verdes”. Dichas tecnologías requieren de una serie de materiales, muchos de ellos geológicamente escasos.

Los países industrializados, denominan a ciertos materiales provenientes muchos de ellos como “materiales críticos” debido a la importancia económica que ellos poseen. América Latina es productor de metales, muchos de ellos críticos, para la fabricación de las “tecnologías verdes”. Algo no considerado en la región, es la “Pérdida de Capital



Mineral”, al extraerse los minerales existe una pérdida de riqueza mineral que no podrá ser reconstituida. Lo que se espera es que esa pérdida sea al menos compensada por los ingresos económicos de la venta de los minerales. Con el aumento previsible de mayor consumo de metales, se prevé una mayor explotación de recursos minerales en la región. Un ejemplo de ello es el aumento de proyectos mineros a gran escala en Ecuador en los últimos años. El presente proyecto busca establecer lineamientos para que los precios de los minerales compensen al menos la pérdida de capital mineral.

7. PALABRAS CLAVE (4-6)

Materiales críticos, América Latina, Pérdida de capital minera, precios justos de metales, Exergoecología

8. OBJETIVOS

8.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las directrices para establecer precios más justos de los minerales que se producen en América Latina

8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Estudiar los métodos de evaluación de los recursos minerales.
- b. Elaborar el balance mineral (producción, importación, exportación) de América Latina.
- c. Analizar las tendencias de aumento de consumo de metales debido a las “tecnologías verdes”
- d. Estimar el aumento de la pérdida de capital mineral en la América Latina debido al mayor consumo de metales
- e. Reconocer los materiales críticos desde la perspectiva de los países industrializados que se extraen en América Latina
- f. Identificar los actores y factores que influyen en la determinación de los precios de los metales
- g. Establecer los mecanismos de ingresos económicos en América Latina por la venta de minerales
- h. Determinar directrices para los precios más justos de metales críticos de América Latina

9. HIPÓTESIS (opcional)

América Latina es una región con importantes reservas minerales y tiene un rol preponderante como productor de metales a nivel mundial. Ecuador en los últimos años ha tenido un aumento considerable en la ejecución de proyectos a gran escala. La minería es una actividad económica que genera importantes recursos para los países de la región. Se espera que la actividad minera



aumente en la región y en el país, por el aumento de consumo de metales para las “tecnologías verdes”.

10. DETALLE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS *(con relación a los objetivos)*

- a. En función de la revisión bibliográfica, se identificarán los métodos para la evaluación de recursos minerales. Se estudiarán sus ventajas y desventajas.
- b. Balance mineral de América Latina de al menos los últimos diez años.
- b. Identificación de metales que tendrán mayor consumo a nivel mundial, especialmente debido a la mayor penetración de las “tecnologías verdes”.
- d. Estimación cuantitativa de la pérdida de capital que existiría en la región al aumentar el consumo de metales.
- e. En función de los informes de la Unión Europea, y otros países industrializados se identificarán los materiales críticos que provienen de América Latina principalmente.
- f. Los precios de los metales, así como otras “commodities” son fluctuantes. Por lo tanto los actores y factores que intervienen en la fijación de precios son esenciales.
- g. Existen distintos mecanismos por los cuales la extracción de minerales puede intervenir como ingresos de su venta dentro de las cuentas de los países de la región. Por lo tanto conocer esos mecanismos es fundamental para el presente trabajo.
- h. Se establecerán directrices para precios que compensen la pérdida de capital mineral de metales considerados como críticos provenientes de América Latina.

11. IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN *(científico, social, económico u otros)*

Aunque la presente investigación tiene su campo de estudio en América Latina, debido a la importancia de los metales, los resultados del proyecto serán no solo regionales, sino también globales. Se establecerán ciertas directrices, fundamentadas en una metodología con rigor científico para que los precios de los metales compensen al menos la pérdida de capital mineral de algunos metales críticos provenientes de América Latina.

Desde la perspectiva económica, social y ambiental, los resultados de investigación aportaran considerablemente en la discusión de la actividad minera en la región. La minería es una actividad compleja en la que existen distintos actores con intereses diferentes. Por lo tanto, los resultados de la investigación pretenden aportar con información rigurosa y adecuada para la toma adecuada de decisiones de proyectos mineros en Ecuador y otros países de la región.

12. ESTADO DEL ARTE, E INVESTIGACIONES PREVIAS DEL EQUIPO

(máximo tres carillas)

La propuesta de investigación surge a partir del doctorado realizado en el Centro de Investigación de Consumos de Recursos y Consumos Energéticos (iCIRCE) de la Universidad de Zaragoza, España. Durante el doctorado se centro la atención en los recursos minerales de América Latina y el Caribe y su evaluación desde una disciplina novedosa llamada Exergoecología. La disciplina se fundamenta en la Segunda Ley de la Termodinámica e identifica la calidad física de los minerales tomando en cuenta la



escasez geológica de los minerales y la dificultad del proceso de extracción y refinamiento. A través de una metodología fundamentada en Exergoecología se estimó de manera cuantitativa la pérdida de capital mineral para 20 países de América Latina y el Caribe para el año 2013.

En la búsqueda para estimar de manera más precisa los minerales de la región, se realizó investigación mediante simulación de procesos mineros metalúrgicos empleando el reconocido paquete informático software desarrollado por OUTOTEC. Esta parte de la investigación se desarrolló en el Instituto Helmholtz de Freiberg para los Recursos Tecnológicos en la ciudad de Freiberg, Alemania.

Las investigaciones realizadas se publicaron en revistas de alto impacto y varias de ellas se presentaron previamente en reconocidos congresos internacionales. A continuación se detallan las publicaciones realizadas:

- I. Palacios, J.,** Abadias, A., Valero, A., Valero, A., & Reuter, M. A. (2019). Producing metals from common rocks : The case of gold. *Resources, Conservation & Recycling*, 148(February), 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.026>
Factor de impacto: 5.228 (JCR 2017, Q1 Waste Management and Disposal)
- II. Palacios, J.,** Abadias, A., Valero, A., Valero, A., & Reuter, M. A. (2019b). The energy needed to concentrate minerals from common rocks: the case of copper ore. *Energy*, 181, 494–503. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.145>
Factor de impacto: 5.582 (SJR 2017, Q1 Energy (miscellaneous))
- III. Palacios, J.-L.,** Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2018a). Exergoecology Assessment of Mineral Exports from Latin America: Beyond a Tonnage Perspective. *Sustainability*, 10(3), 723. <https://doi.org/10.3390/su10030723>
Factor de impacto: 2.075 (JCR 2017, Q2 Geography, Planning, and Development)
- IV. Palacios, J.-L.,** Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2018b). The cost of mineral depletion in Latin America: An exergoecology view. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.007>
Factor de impacto: 2.695 (JCR 2017, Q1 Management, Monitoring, Policy and Law)
- V. Palacios, J. L.,** Abadías Llamas, A., Valero, A., Vallejo, M. C., & Reuter, M. A. (2019). Simulation-based approach to study the effect of the ore-grade decline on the production of gold. In 32 nd International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS). Wroclaw.
Factor de impacto: La conferencia internacional ECOS tiene una gran reputación en el campo de la Termodinámica y se realiza por más de 30 años consecutivos.



Se han publicado los siguientes artículos de divulgación científica escritos en Español:

Palacios, J.-L., Calvo, G., Valero, A., Valero, A., & Ortego, A. (2018). El rol de la minería de América Latina en una sociedad descarbonizada. *Papeles*, 143, 109–117. Retrieved from <http://www.revistapapeles.es/archivo.aspx>

Palacios, J., Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2019). Valorando los Recursos Minerales de América Latina Appraising the mineral resources in Latin America GEO Latitud. *Geolatitud*, 2, 56–62.

A lo largo del proceso de investigación realizado durante el doctorado, se ha contribuido con como co-autor en la siguiente publicación:

Valero, Al. Valero, A. Calvo, G. Ortego, A, Ascaso, S, **Palacios, J.** Global material requirements for the energy transition. An exergy flow analysis. *Energy*. September 2018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.149>

Además. Se cuentan con las publicaciones del Co-director:

- I. **E. Cando**, A. Yu, L. Zhu, J. Liu, L. Lu, V. Hidalgo, and X. Luo, “Unsteady numerical analysis of the liquid-solid two phase flow around a step using Eulerian Lagrangian and the filter-based RANS method,” *Journal Mech. Sci. Technol.*, vol.31, no. 6, pp. 2781–2790, 2017.
- II. **E. Cando**, R. Huang, E. Valencia, X. Luo,” Sediment Erosion Prediction for a Francis Turbine Based on Liquid-Solid Flow Simulation Using Modified PANS, *Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM'18)*, España, 2018.
- III. **E.H. Cando**, X.W. Luo, V. H Hidalgo, L Zhu and A.G Aguinaga, “Experimental study of liquid-solid two flow over step using PIV”, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 129 ,2016.
- IV. V.H Hidalgo, X. Escaler, R. Soto, E. Valencia and **E.H. Cando**, “Large Eddy Simulation of Partial Cavitation Around a 2D Plane-Convex Hydrofoil”, *Revista Politécnica*, 3(35), (2015), 28-34.
- V. M Duque, E Cando, A Aguinaga, F Llulluna, N Jara, T Moreno, “Micro-grid platform based on NODE.JS architecture, implemented in electrical network instrumentation”, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 129, 2016.

El presente proyecto de investigación toma como base las publicaciones anteriores para mejorar y actualizar la metodología de la pérdida de capital mineral para centrarse en países de América Latina, con especial atención en Ecuador. A partir del análisis de la pérdida de capital mineral identificar directrices para que los precios de los metales compensen dicha pérdida.

Las publicaciones anteriores proporcionan el aval de calidad científica para la presente propuesta de investigación.



13. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO, INCLUIDO METODOLOGÍA *(máximo tres carillas)*

No solo los artefactos eléctricos y electrónicos que utilizamos en nuestra vida diaria se encuentran diseñados y contruidos con minerales (J. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2019). Los requerimientos del estilo de vida de la sociedad actual han hecho que se amplíe su rol, por lo que, en la declaración realizada por las Naciones Unidas en Johannesburgo en el año 2002, se resaltó la necesidad de los minerales para sostener la sociedad moderna (United Nations (UN), 2002).

El consumo de algunos minerales ha aumentado tanto que para cubrir la demanda creciente, la producción ha tenido que aumentar significativamente (J. Palacios et al., 2019). Ejemplo de ello es el cobre, cuya producción en los últimos diez años ha sido equivalente a la producción del 25% de cobre en toda la historia de la humanidad (Meinert, Robinson, & Nassar, 2016).

América Latina tiene un rol protagonista en la producción mundial de minerales (J.-L. Palacios, Calvo, Valero, Valero, & Ortego, 2018; J. Palacios et al., 2019). La región tiene reservas importantes de minerales a nivel mundial como: niobio, litio, renio, cobre, plata y estaño. De igual manera, la región es un productor destacado a nivel mundial de niobio, renio, litio, plata, cobre y molibdeno, entre otros (Stephen M. Jasinski, 2017).

Los efectos negativos del cambio climático llevaron a que en los acuerdos de la COP 21 en Paris se estableció la necesidad del uso de tecnologías de energías renovables, también conocidas como “tecnologías verdes”, sean introducidas masivamente mitigar los efectos del cambio climático ((UN), 2015). Se han publicado varios reportes sobre escenarios energéticos con un aumento considerable de energías renovables para cumplir con los objetivos de la COP 21 (International Energy Agency, 2010, 2016; World Energy Council, 2016).

Varios autores, entre ellos, Valero y colegas (A. Valero et al., 2018) reportan que abandonar la dependencia de los combustibles fósiles, especialmente en la generación de energía eléctrica, necesariamente implicaría pasar a una dependencia de materias primas. En el estudio se señalan como minerales clave para las tecnologías de energías renovables al aluminio, hierro y cobre, entre otros. Se resalta también que el sector del transporte sería uno de los que más requerimientos de minerales, como litio, cobalto, etc., necesitará para la fabricación de baterías (A. Valero et al., 2018). Se estima que en el 2020, solo la demanda de litio se triplicará (Gruber et al., 2011; Swiss Resource Capital, 2016). América Latina es actualmente uno de los principales productores de estos minerales. Alrededor del 66% de las reservas de litio fácilmente extraíble se encuentran en la zona que se conoce como “triángulo de lito”, ubicado entre los salares de Bolivia, Chile y Argentina (Göbel, 2013; J.-L. Palacios, Calvo, Valero, Valero, et al., 2018). Por lo tanto, la región tendrá un rol más importante en los próximos años para garantizar el cambio hacia las tecnologías renovables.

La actividad minera en la región genera réditos económicos importantes, Según cifras de la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), en el 2016 el aporte de la minería al producto interno bruto (PIB) para los países de América Latina y el Caribe fue del 4.7% (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018).



En la región, las actividades mineras han generado una serie de conflictos sociales, ambientales, políticos, etc.(J.-L. Palacios, Calvo, Valero, Valero, et al., 2018; J. Palacios et al., 2019). En el portal del Observatorio del Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL) se registran más de 240 conflictos (Bottaro & Sola-Alvarez, 2017). En el Atlas de Justicia Ambiental se identifican problemas relacionados con la minería en América Latina y el mundo (Leah Temper, Bene, & Alier, 2015). Su número es considerable en los países de América del Sur.

Cuando un determinado mineral es extraído de una mina y después es sometido a procesos de molienda, trituración y refinación para obtener el metal deseado, nunca podrá ser devuelto a sus condiciones originales (Alicia Valero & Valero, 2014)(J.-L. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2018). Esta pérdida es lo que se identifica como “pérdida de capital mineral” (J.-L. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2018; J.-L. Palacios, Calvo, Valero, Valero, et al., 2018; J. Palacios et al., 2019). Una forma de evaluar la pérdida de capital mineral es mediante los lineamientos establecidos por Exergoecología mediante el concepto del costo exergético de reposición (ERC) (Alicia Valero & Valero, 2014; Alicia Valero, Valero, & Stanek, 2018). En un estudio previo se estimó la pérdida de capital mineral en 20 países de América Latina y el Caribe (J.-L. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2018) para el año 2013. La presente propuesta establece el uso del ERC para estimar la pérdida actual de capital mineral para América Latina. Conociendo los factores y actores que intervienen en la determinación de precios de los metales, establecer directrices para que los precios de los metales compensen al menos la pérdida de capital mineral. Para ello, se propone la siguiente metodología:

- a. **Revisión Bibliográfica de los métodos de evaluación de los recursos minerales.-** en esta fase se estudiarán las metodologías empleadas para estimar los recursos minerales, sus ventajas y desventajas.

Actividad 1: revisión bibliográfica de los métodos de evaluación de los recursos minerales

Actividad 2: análisis de las ventajas y desventajas de los métodos de evaluación e selección del más adecuado

- b. **Elaborar el balance mineral de América Latina.-** en función de información publicada por organismos estatales de los países de la región y cruzando información con bases de datos internacionales como: the US Geological Survey (USGS), the British Geological Service (BGS) y the United Nations International Trade Statistics Database (UN Comtrade), se establecerán la producción, importación y exportación de los minerales de la región. Se espera recopilar información de al menos los últimos diez años para tener una valoración histórica.

Actividad 1: revisión histórica en bases de datos nacionales y extranjeras (USGS, BGS) de la producción de minerales

Actividad 2: revisión histórica en bases de datos nacionales e internacionales (UN Comtrade) de las exportaciones e importaciones de América Latina

Actividad 3: elaboración del balance mineral

- c. **Estudio del crecimiento de la demanda de metales.-** de la información de la Agencia Internacional de Energía (IEA), World Energy Council (WEC), y



publicaciones científicas, se estimará el crecimiento de la demanda de metales especialmente debido a la incorporación masiva de la “tecnologías verdes”.

Actividad 1: estudio de informes internacionales (IEA, WEC) demanda de minerales

Actividad 2: revisión bibliográfica en publicaciones científicas sobre incremento de consumo de metales por las “tecnologías verdes”

Actividad 3: estimación del aumento de la demanda, identificando metales provenientes de América Latina

- d. Identificación de materiales críticos.-** en función de los informes de la Unión Europea (EU Critical Materials), otros países industrializados, y publicaciones científicas se identificarán materiales críticos provenientes de América Latina.

Actividad 1: identificación de fuentes de información sobre materiales críticos (EU reportes, etc.)

Actividad 2: reconocer materiales críticos provenientes de América Latina

- e. Metodología para estimar la pérdida de capital mineral en América Latina.-**

En función del estudio realizado (J.-L. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2018) se actualizará la información y se mejorará la metodología para estimar de manera cuantitativa la pérdida de capital mineral en la región debido al crecimiento de consumo de los metales.

Actividad 1: análisis de metodología aplicada para la estimación de la pérdida de capital mineral previamente publicada (J.-L. Palacios, Calvo, Valero, & Valero, 2018)

Actividad 2: mejorar de metodología y actualización de información del balance mineral

Actividad 3: estimación de la pérdida de capital mineral actualizado

Actividad 4: escritura de paper 1

- f. Estudio de actores y factores que influyen en la determinación de los precios de los metales.-** se realizará un estudio bibliográfico de los actores y factores que son determinantes en los precios de los metales como “commodities”. Se utilizará el método Delphi de consulta a expertos para buscar sus opiniones sobre el tema. En función de la información publicada por la USGS se elaborará un histórico de las fluctuaciones de los precios de al menos los últimos diez años.

Actividad 1: revisión bibliográfica

Actividad 2: Método Delphi, consulta a expertos

Actividad 3: reporte técnico que resume actores y factores que intervienen en la determinación de precios de los metales

- g. Determinación de mecanismos de ingresos económicos por la venta de minerales en la región.-** de publicaciones científicas e información de organismos estatales y regional se establecerán los mecanismos mediante los cuales los países de la región perciben ingresos económicos por la venta de minerales. En esta fase también se empleará el Método Delphi.

Actividad 1: revisión bibliográfica

Actividad 2: Método Delphi, consulta a expertos

Actividad 3: reporte técnico que resume mecanismos de ingresos económicos por la venta de minerales



h. Directrices para precios justos de metales.- con base a las fases anteriores se determinaran las directrices para el establecimiento de precio de los metales al menos compensen la pérdida de capital mineral de metales considerados como críticos provenientes de América Latina.

Actividad 1: estudio de balance mineral de América Latina

Actividad 2: identificación de método más adecuado para evaluación de recursos minerales

Actividad 3: estudio de pérdida de capital mineral en la región

Actividad 4: estudio de reportes de actores y factores que intervienen en la determinación de precios de los metales (f) y mecanismos de ingresos económicos por la venta de minerales (g)

Actividad 5: determinación de lineamientos para precios justos de los metales

Actividad 6: escritura de paper 2

Referencias bibliográficas

- (UN), U. N. (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved June 12, 2017, from http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php
- Bottaro, L., & Sola-Alvarez, M. (2017). Conflictos Mineros en América Latina: Extracción, Saqueo y Agresión. Estado de situación en 2016. Retrieved January 19, 2018, from <https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/06/Estado-Situacion-Conflictos-Mineros-en-2016.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe Statistical. Informes anuales CEPAL*. Retrieved from <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43239?show=full>
- Göbel, B. (2013). La minería del litio en la Puna de Atacama: interdependencias transregionales y disputas locales. *Iberoamericana (2001-)*. Iberoamericana Editorial Vervuert. <https://doi.org/10.2307/24369447>
- Gruber, P. W., Medina, P. A., Keoleian, G. A., Kesler, S. E., Everson, M. P., & Wallington, T. J. (2011). Global lithium availability: A constraint for electric vehicles? *Journal of Industrial Ecology*, 15(5), 760–775. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00359.x>
- International Energy Agency. (2010). *Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies To 2050. International Energy Agency (IEA) Publications*. <https://doi.org/10.1049/et:20060114>
- International Energy Agency. (2016). Energy Technology Perspectives 2016, 412. https://doi.org/10.1787/energy_tech-2016-en
- Leah Temper, Bene, D. del, & Alier, J. M.-. (2015). Mapping the frontiers and frontlines of global environmental justice: the EJAtlas. *Journal of Political Ecology*, 22(266642), 255–278.
- Meinert, L., Robinson, G., & Nassar, N. (2016). Mineral Resources: Reserves, Peak Production and the Future. *Resources*, 5(1), 14. <https://doi.org/10.3390/resources5010014>
- Palacios, J.-L., Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2018). The cost of mineral depletion in Latin America: An exergoecology view. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.007>
- Palacios, J.-L., Calvo, G., Valero, A., Valero, A., & Ortego, A. (2018). El rol de la minería de América Latina en una sociedad descarbonizada. *Papeles*, 143, 109–117. Retrieved from <http://www.revistapapeles.es/archivo.aspx>



Palacios, J., Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2019). Valorando los Recursos Minerales de América Latina Appraising the mineral resources in Latin America *GEO Latitud. Geolatitud*, 2, 56–62.

Stephen M. Jasinski. (2017). *Mineral Commodities Summaries, U.S. Geological Survey*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3133/70140094>.

Swiss Resource Capital. (2016). *Lithium Report 2017*. Herisau, Schweiz. Retrieved from www.resource-capital.ch

United Nations (UN). (2002). Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development Contents. Retrieved January 2, 2017, from http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf

Valero, A., Valero, A., Calvo, G., Ortego, A., Ascaso, S., & Palacios, J.-L. (2018). Global material requirements for the energy transition. An exergy flow analysis of decarbonization pathways. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.149>

Valero, Alicia, & Valero, A. (2014). *Thanatia: the destiny of the Earth's mineral resources. A thermodynamic cradle-to-cradle assessment*. Singapore: World Scientific Press.

Valero, Alicia, Valero, A., & Stanek, W. (2018). Assessing the exergy degradation of the natural capital: From Szargut's updated reference environment to the new thermoecological-cost methodology. *Energy*, 163, 1140–1149.
<https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2018.08.091>

World Energy Council. (2016). *World Energy Scenarios 2016. 2016*. Retrieved from http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World-Energy-Scenarios_Composing-energy-futures-to-2050_Executive-summary.pdf

14. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Puesto que las distintas fases del proyecto establecen principalmente fases de revisión bibliográfica, consulta a expertos, como se describe en la sección anterior. Por lo tanto se requieren equipos informáticos y de oficina existentes en el Departamento de Ingeniería Mecánica.

15. MONTO REQUERIDO

El monto del proyecto es de alrededor de USD 15000, incluido IVA.

16.1 Monto y justificación del equipo requerido

Se requerirá adquirir licencias de software y literatura especializada. El monto alcanzará los USD 5000 aproximadamente.

16.2 Monto y justificación del personal requerido

Colaborador técnico administrativo (1), cuyo monto alcanza USD 3972 durante la duración de todo el proyecto.

16.4 Monto y justificación de los investigadores invitados

Como colaboradores:

1. **Colaborador EPN.-** Dr.(c) Santiago Vaca, Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Mecánica de la EPN. Experto en el análisis de recursos naturales.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN



2. **Colaborador externo.**- Dr. Alicia Valero, Líder del Grupo de Ecología Industrial del Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (iCIRCE) de la Universidad de Zaragoza, España. Experta en la evaluación de recursos minerales y análisis Termoeconómico.

16.5 Monto y justificación de los viajes y salidas del campo requeridos

Se emplearán para publicación de artículos indexados en SCOPUS en revistas de alto impacto Q1 “open Access” como: *Resources Policy*, *Resources Conservation and Recycling* y publicación de artículos en revistas como *Sustainability*. El monto de publicación será de USD 5000. Además se contempla la asistencia a un congreso internacional con un costo aproximado de USD 3000.

16. FONDOS ADICIONALES

El proyecto no cuenta con fondos adicionales.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Título del proyecto

Diretrizes para establecer precios más justos de los minerales que se extraen en América Latina

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial con IVA/ Aporte del IESS	Precio Total Referencial con IVA / Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
1.1	Ayudante de investigación 1	12	mes	\$ 136.33	\$ 1,635.96	\$ 84.34	\$ 2,648.04
1.2	Ayudante de investigación 2		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.4	Prestación de servicios profesionales 2 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 136.33	\$ 1,635.96	\$ 84.34	\$ 2,648.04
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	Cantidad de libros (especificar el area)	1		\$ 1,100.00	\$ 1,100.00	\$ 1,100.00	\$ 1,100.00
5.2	Adquisición de artículos científicos	1		230.00	230.00	315.10	315.10
Subtotal 5				\$ 1,330.00	\$ 1,330.00	\$ 1,415.10	\$ 1,415.10
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, suscripciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de publicaciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de suscripciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL					\$ 2,965.96		\$ 4,063.14



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Título del proyecto

Directrices para establecer precios más justos de los minerales que se extraen en América Latina

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial con IVA/Aporte del IESS	Precio Total Referencial con IVA/Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
1.1	Ayudante de investigación 1	6	mes	\$ 136.33	\$ 817.98	\$ 84.34	\$ 1,324.02
1.2	Ayudante de investigación 2		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3	Prestación de servicios profesionales 1 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.4	Prestación de servicios profesionales 2 (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 136.33	\$ 817.98	\$ 84.34	\$ 1,324.02
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	Cantidad de libros (especificar el area)	3		\$ 1,150.00	\$ 3,450.00	\$ 1,150.00	\$ 3,450.00
5.2	Adquisición de artículos científicos	2		\$ 250.00	\$ 500.00	\$ 342.50	\$ 685.00
Subtotal 5				\$ 1,400.00	\$ 3,950.00	\$ 1,492.50	\$ 4,135.00
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		\$ 1,300.00	\$ 1,300.00	\$ 1,456.00	\$ 1,456.00
8.2	Viaticos al exterior	1		\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Subtotal 8				\$ 2,300.00	\$ 2,300.00	\$ 2,456.00	\$ 2,456.00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1		\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 548.00	\$ 548.00
Subtotal 9				\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 548.00	\$ 548.00
10 Pago de publicaciones, suscripciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de publicaciones al exterior	1		\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 2,466.00	\$ 2,466.00
10.3	Pago de suscripciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.3	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 2,466.00	\$ 2,466.00
TOTAL					\$ 9,267.98		\$ 10,929.02



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Título del proyecto

Directrices para establecer precios más justos de los minerales que se extraen en América Latina

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	\$ 1,635.96	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,330.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,965.96
2	\$ 817.98	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,950.00	\$ -	\$ -	\$ 2,300.00	\$ 400.00	\$ 1,800.00	\$ 9,267.98
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 2,453.94	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,280.00	\$ -	\$ -	\$ 2,300.00	\$ 400.00	\$ 1,800.00	\$ 12,233.94

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	\$ 2,648.04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,415.10	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4,063.14
2	\$ 1,324.02	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4,135.00	\$ -	\$ -	\$ 2,456.00	\$ 548.00	\$ 2,466.00	\$ 10,929.02
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 3,972.06	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,550.10	\$ -	\$ -	\$ 2,456.00	\$ 548.00	\$ 2,466.00	\$ 14,992.16