



ANEXO 1 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Obtención de carbonato de Litio a partir de lepidolita por proceso hidrometalúrgico para su transformación industrial

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Geología, Minas y Metalurgia	Metalurgia Extractiva	Ciencia y Tecnología

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input type="radio"/>
<u>Multidisciplinario</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	SARMIENTO SARMIENTO, ANTONIO WALTER
Escuela Profesional	INGENIERIA METALÚRGICA
Celular	989419629
Correo Electrónico	awsarmiento@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	CCOA HUANCA, FAVIOLA
Escuela Profesional	INGENIERIA METALÚRGICA
Celular	979059539
Correo Electrónico	fcco@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	MAQUERA GIL, JULIO ALBERTO
Escuela Profesional	INGENIERIA METALÚRGICA
Celular	951923169
Correo Electrónico	jmaquera@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	GALLEGOS PASCO, PEDRO ALVARO EDWIN
Escuela Profesional	INGENIERIA METALÚRGICA
Celular	951828180
Correo Electrónico	paegallegos@unap.edu.pe



Apellidos y Nombres	MAMANI CANQUI, ALFREDO
Escuela Profesional	INGENIERIA METALÚRGICA
Celular	996608966
Correo Electrónico	amamani@unap.edu.pe

I. Título

Obtención de carbonato de Litio a partir de lepidolita por proceso hidrometalúrgico para su transformación industrial

II. Resumen del Proyecto de Tesis

Actualmente, con los requisitos cada vez más estrictos de emisiones de carbono y el rápido desarrollo de la nueva industria energética, la posición estratégica del Litio se ha elevado sin precedentes, y es que ante el descubrimiento del Litio en la región de Puno del depósito Falchani, se tiene la necesidad de encontrar un método adecuado que logre altas extracciones de Litio y evaluar su comportamiento metalúrgico; debido a que en la minería peruana actualmente no se cuenta con una adecuada tecnología de procesamiento de extracción. En esta investigación se plantea como objetivo obtener carbonato de Litio a partir de lepidolita por proceso hidrometalúrgico para su transformación industrial. La metodología aplicada será: Experimental, prospectivo, longitudinal y analítico, iniciando con la activación mecánica del concentrado de mineral molido hasta $-500\mu\text{m}$, luego se realizará digestión ácida con ácido sulfúrico (98%) en horno precalentado durante 15 min a una temperatura de 130°C , utilizando una relación adecuada de masa ácido/concentrado, normalmente de 0,96 g de $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{g}$ de concentrado, pero en algunas pruebas se variará esta relación; las muestras digeridas serán lixiviadas con agua desmineralizada en un agitador orbital termostático a 100 rpm. La temperatura de lixiviación, la relación líquida/sólido (L/S) y el tiempo de lixiviación se variarán según un diseño experimental 2^k . Tras el procedimiento de lixiviación, las muestras se filtrarán y la fracción sólida retenida en el filtro se secará en un horno a 50°C con circulación de aire y se almacenará para su análisis. El proceso de extracción de litio se llevará a cabo mediante la cristalización de alumbre seguida de neutralización/precipitación de impurezas y precipitación de carbonatos. Después de realizar todos los pasos, el carbonato de Litio se producirá finalmente por calentamiento a unos 80°C .

Finalmente consideramos fundamental conocer la relevancia productiva que este recurso tendrá para nuestra región de Puno en el mediano plazo, especialmente en un contexto de gran competencia productiva y económica a nivel internacional, aspectos que trascienden por mucho el supuesto interés por una transición energética que busque bienestar social y ambiental.

III. Palabras claves (Keywords)



Caracterización, lepidolita, Litio, hidrometalúrgica y recuperación.

IV. Justificación del proyecto

El descubrimiento de un yacimiento de Litio en Falchani, provincia de Carabaya y departamento de Puno, mineral que se encuentra en rocas volcánicas asociada con minerales de uranio que son altamente refractarios, indican que el Litio está cubierto por silicatos y aluminatos; la minera canadiense Plateau Energy Metals estima un recurso de 4,7 millones de toneladas de Litio, sin embargo, en la minería peruana actualmente no se cuenta con un procesamiento de extracción competitivo para la recuperación de este recurso, despertando así las expectativas de distintos actores sociales, políticos y económicos frente a la posibilidad de desarrollar un proyecto minero-metalúrgico que no solo genere las rentas y beneficios económicos usuales en este tipo de industria, sino que podría colocar al Perú en el mapa de los cambios y adelantos que se observan en el campo de la alta tecnología. Según Vilca (2020) indica que la extracción de Litio y la producción de sus derivados básicos como carbonato de Litio (Li_2CO_3), hidróxido de Litio (LiOH) y cloruro de Litio (LiCl), se han incrementado con rapidez durante los últimos años debido principalmente a sus aplicaciones energéticas, siendo el más importante a nivel de la oferta de derivados el carbonato de Litio, utilizado en la fabricación de baterías y entre otros usos. En cuanto a la tecnología de extracción, purificación y obtención de carbonato de Litio a partir de un mineral de lepidolita aún no se tiene estudios desarrollados, por lo que amerita realizar y diseñar nuevos procesos hidrometalúrgicos teniendo en consideración la caracterización del mineral y determinando los parámetros de lixiviación, purificación y precipitación del carbonato de Litio bajo las condiciones ambientales del altiplano para su futura explotación y su industrialización que significaría un hito en el desarrollo de la industria minero-metalúrgica del Perú.

V. Antecedentes del proyecto

El Litio, también es llamado “el oro blanco del siglo XXI”, es el más ligero y uno de los metales más preciosos de la tabla periódica, se espera que aumente la demanda de litio exponencialmente en la próxima década, ya que este material se utiliza para fabricar baterías para diferentes dispositivos, como vehículos eléctricos (VE), teléfonos inteligentes, computadoras portátiles y dispositivos electrónicos (Nacif & Lacabana, 2016); por tanto el Litio clave para la transición hacia una sociedad global descarbonizada demuestra que también existe la necesidad de producir no solo Li_2CO_3 de salares sino otras fuentes de litio, como pegmatitas, salmueras geotérmicas y agua de mar (Schenker et al., 2022).

En el Perú los mayores valores de litio, se encuentran en las tobas lapilli del Mbo. Sapanuta-Formación Quenamari, con valores en los bordes de la caldera entre 223 a 665 ppm, mientras en su núcleo de la caldera de 2815 y 3070 ppm Li; además en el Mbo. Chacacuniza (inferior) posee valores de 158 y 342 ppm; y en la Fm. Picotani de 135 y 219 ppm; además, la concentración de Litio entre 2815 a 3070 ppm y Rubidio entre 1150 a 1207 ppm, infrayace a brechas volcánicas con valores de Litio en 303 ppm, Cesio en 1024 ppm y Berilo en 99,3 ppm. En las concesiones de Ocacasa 4 y Falchani, MACUSANI YELLOW CAKE, reportan valores promedio entre 3000 a 3400 ppm de Litio, con tendencia promedio ascendente en dirección N-NO (norte a noroeste) (Torre et al., 2021).

Torre et al., (2019) en la caracterización que realizan sobre ocurrencias de minerales de Litio en la Cordillera Oriental y el Altiplano - Puno y Cusco, exponen como indicios un nuevo

impulso estratégico de recursos energéticos e industrias tecnológicas, detallando que en la zona de Corani (Puno), afloran rocas volcánicas tipo tobas de lapilli con altos contenidos de Litio entre 2815 a 3070 ppm, cuya presencia se relaciona a los minerales de micas de Litio, denominado lepidolita, como constituyentes inmersos en agregados granoblásticos de cloritas y silicatos, perteneciente al miembro Sapanuta de la formación Quenamari.

Respecto a los procesos de extracción de Li a partir de roca dura cobra importancia debido a la mayor demanda de este metal para abastecer el creciente mercado de baterías y para ello se han propuesto diferentes procesos de extracción de Li de lepidolita por ejemplo, que pueden dividirse en métodos ácidos (LIU et al., 2019; Vieceli et al., 2017; Guo et al., 2016) y alcalinos (Yan et al., 2012).

Vieceli et al., (2018) desarrolla un estudio de obtención de litio a partir de lepidolita para evaluar los principales factores que afectan la etapa de lixiviación y las operaciones de purificación posteriores para la recuperación de litio a partir de un concentrado de lepidolita, el cual fue procesado por activación mecánica y digestión con ácido sulfúrico. Los resultados demostraron que sólo la temperatura presentó un efecto significativo sobre la extracción de litio. La temperatura de lixiviación de 50°C pareció ser la mejor, obteniendo extracciones de litio superiores al 90%.

Guo et al., (2021) empleó una mezcla ácida de ácido sulfúrico y fluosilícico ($H_2SO_4 + H_2SiF_6$) como agente lixivante para mejorar la lixiviación de Litio a partir de lepidolita. El H_2SiF_6 se obtuvo como subproducto de la producción de ácido fluorhídrico anhidro, con el objetivo de proporcionar moléculas de HF. Descubrieron que las moléculas de HF eran el componente principal de la reacción y desempeñaban un papel clave en el fortalecimiento de la disolución de la lepidolita. Diferentes factores, incluyendo la relación de masa de mineral/ H_2SO_4/H_2SiF_6 , concentraciones de H_2SO_4 y H_2SiF_6 , investigaron las temperaturas de lixiviación (40-80 °C) y el tiempo (15-75 min). Además, emplearon un reactor tubular eficiente para mejorar este sistema de lixiviación ácida. En condiciones óptimas (mineral/ H_2SO_4/H_2SiF_6 relación de masa de 1:0,8:1,6, 80 % en peso de H_2SO_4 , 15 % en peso de H_2SiF_6 , 80 °C, 15 min), a través de la lixiviación recuperaron 97,9% de Li, 96,4% de K, 97,6% de Rb, 96,7% de Cs y 81,4% de Al (fracción másica).

Yan et al., (2012) desarrollaron una técnica novedosa para extraer litio de lepidolita, realizando la tostación previa a alta temperatura con atmósfera de vapor de agua para su defluoración. A continuación, la lepidolita defluorada fue lixiviada en un autoclave de cal y leche. Analizaron diversos parámetros, como el porcentaje de defluoración de la lepidolita, el tiempo de molienda, la temperatura, la relación cal/lepidolita defluorada y la relación líquida/sólido en la lepidolita. La eficacia de extracción del litio que lograron alcanzar es 98,9% en condiciones óptimas; así mismo indican que la pureza del carbonato de litio obtenido puede alcanzar el 99,9%.

Mulwanda et al., (2021) investigaron la lixiviación a presión de litio y otros metales valiosos de lepidolita usando NaOH y $Ca(OH)_2$. Sus resultados mostraron que la

concentración de NaOH, la temperatura y la velocidad de agitación son los parámetros de proceso más significativos. La adición de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ facilitó la lixiviación del litio y minimiza la concentración de silicato y fluoruro en el licor de lixiviación al formar fases sólidas identificadas como $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, CaF_2 y NaCaHSiO_4 , con una pérdida de alrededor del 7% de NaOH. Las eficiencias de lixiviación después de 2 h fueron 94 % Li, 98 % K, 96 % Rb y 90 % Cs en las condiciones más adecuadas (250 °C, 320 g/L NaOH, relación líquido/sólido de 10, 300 rpm velocidad de agitación, adición de cal de 0,3 g). La precipitación de Litio como Li_3P_4 mediante la adición de ácido fosfórico y la posterior conversión de Li_3PO_4 a LiOH usando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ recuperaron el 83 % del litio como LiOH, lo que permitió reciclar el resto junto con el remanente residual de NaOH para la lixiviación.

Finalmente para la obtención de carbonato de litio a partir de un electrolito rico en litio mediante lixiviación con H_2SO_4 , seguida de eliminación de impurezas y precipitación de litio con Na_2CO_3 . Tenemos a Wang et al., (2019) quienes desarrollaron un estudio de recuperación de litio a partir de electrolitos ricos en la que investigaron la preparación de carbonato de litio a partir de un electrolito rico en litio mediante lixiviación con H_2SO_4 , seguida de eliminación de impurezas y precipitación del litio con Na_2CO_3 ; alcanzando una eficiencia de lixiviación del Li de aproximadamente el 98% en 1h utilizando H_2SO_4 al 6% a 80 °C, manteniendo una relación líquido-sólido de 2:1. El Li_2SO_4 en el lixiviado resultante fue de aproximadamente el 10%. El Li_2SO_4 en la solución de lixiviación resultante se purificó secuencialmente mediante la adición de NaOH hasta un pH final de 11 y a continuación, la adición de 3 g/L de ácido etilendiaminotetraacético. Obtuvieron Li_2CO_3 de 99,5% de pureza por precipitación con adición de 290 g/L de Na_2CO_3 a 95 °C durante 50 min.

VI. Hipótesis del trabajo

Obteniendo el carbonato de Litio a partir de lepidolita por proceso hidrometalúrgico se utilizará para su transformación industrial.

VII. Objetivo general

Obtener carbonato de Litio a partir de lepidolita por proceso hidrometalúrgico para su transformación industrial

VIII. Objetivos específicos

- Caracterizar el mineral de Litio.
- Determinar los parámetros de lixiviación.
- Determinar los parámetros de purificación y precipitación del carbonato de Litio.

IX. Metodología de investigación

Los métodos científicos que se emplearán para alcanzar los objetivos específicos serán: Experimental, prospectivo, longitudinal y analítico, desarrollándose en las

siguientes etapas:

Método aplicado por Vieceli et al., (2018)

1. Activación mecánica y digestión ácida

Se obtiene un concentrado de lepidolita moliendo el mineral original hasta $-500 \mu\text{m}$ y mediante flotación por espuma, que permitirá obtener un producto que contiene Li ó Li_2O . Posteriormente, este concentrado de lepidolita será activado mecánicamente en un molino de discos durante 15 min y se digesterá con ácido sulfúrico (98%) en un horno precalentado, durante 15 min a una temperatura de 130°C , utilizándose una relación adecuada de masa ácido/concentrado, normalmente de 0,96 g de $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{g}$ de concentrado, pero en algunas pruebas se variará esta relación. El producto digerido obtenido se utilizará en las pruebas posteriores de lixiviación.

2. Procedimiento de lixiviación

Las muestras digeridas de 2,5 g se colocarán en frascos de vidrio cerrados y las pruebas de lixiviación se realizarán en agua desmineralizada en un agitador orbital termostático a 100 rpm. La temperatura de lixiviación, la relación líquida/sólido (L/S) y el tiempo de lixiviación se variarán según un diseño experimental 2^k .

Tras el procedimiento de lixiviación, las muestras se filtrarán (papel de filtro Whatman 52) y la fracción sólida retenida en el filtro se secará en un horno a 50°C , con circulación de aire y se almacenará para su análisis. El lixiviado se analizará por espectrometría de absorción atómica (AAS) para cuantificar el contenido de litio y estimar la extracción de litio, que se realizará relacionando la concentración de la solución con el contenido inicial de Li en el lixiviado con el contenido inicial de Li en los sólidos, teniendo en cuenta los cambios de masa ocurridos durante todas las operaciones.

3. Diseño experimental de la lixiviación

Para evaluar los factores que afectan al proceso de lixiviación se adoptará un enfoque experimental basado en un diseño de primer orden 2^k diseño factorial, con tres variables o factores del proceso ($k=3$), correspondiendo a cada uno dos niveles, respectivamente bajo y alto. Además, se realizarán cuatro corridas centrales (nC), lo que permitirá estimar la varianza del error experimental.

Los factores a estudiar serán:

- Relación líquido/sólido, L/S (x_1),
- Tiempo de lixiviación, t (x_2)
- Temperatura de lixiviación, T (x_3).

Siendo los valores de los niveles presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores y niveles respectivos en los experimentos de diseño factorial de lixiviación.

Factores	Niveles			Unidades
	Bajo (-1)	Central (0)	Alto (+1)	
Relación líquido/sólido, L/S (x_1)	2	3,5	5	L/Kg
Tiempo de lixiviación, t (x_2)	0,25	1,125	2	h
Temperatura de lixiviación, T (x_3)	20	50	80	°C

4. Procedimientos de purificación y precipitación

Según Chagnes & Swiatowska (2015) el proceso de extracción de Litio a partir de minerales implica la purificación principalmente por precipitación, que se lleva a cabo para eliminar impurezas, como Ca, Al, Mn y Fe, seguido de la concentración de litio utilizando principalmente la evaporación y por último, la cristalización, la carbonatación o la electrodiálisis para producir compuestos de Litio. En este estudio, la purificación del lixiviado se llevará a cabo mediante la cristalización de alumbre seguida de neutralización/precipitación de impurezas y precipitación de carbonatos (Figura 1). El comportamiento de los metales durante las distintas etapas de precipitación se analizará en la solución. Todos los datos de esta sección se basarán en el volumen inicial del lixiviado, incluida la concentración de los metales en la solución, que se corregirá y se referirá al volumen inicial, cuando se realiza una dilución por adición de una solución de cualquier precipitante. Este procedimiento puede ser útil para comprender mejor el comportamiento de los metales durante la precipitación, evitando una evaluación errónea cuando la concentración disminuya debido a la dilución y no a la precipitación.

Las pruebas de depuración se realizarán utilizando un lixiviado preparado a partir de una cantidad adecuada de concentrado de lepidolita en condiciones optimizadas de activación mecánica, digestión ácida y lixiviación con agua.

Las operaciones de purificación por precipitación se realizarán en un reactor de vidrio de 1 L con un sistema de temperatura controlada y agitación mecánica. Se utilizarán dos aditivos, una suspensión de cal apagada (200 g/L) para el primer paso (precipitación de hidróxidos) y una solución de carbonato sódico (300 g/L) para el segundo paso (precipitación de carbonatos). ambas preparadas a partir de reactivos pro-análisis. Después de cada operación, los precipitados formados se retirarán de la solución por filtración al vacío, los sólidos se lavarán con agua y la solución se devolverá al reactor para una nueva etapa de purificación. Después de realizar todos los pasos, el carbonato de Litio se producirá finalmente por calentamiento a unos 80°C. El carbonato de Litio formado se lavará con una solución caliente saturada de Li_2CO_3 , para evitar pérdidas por disolución. Los sólidos intermedios y el producto final se caracterizarán por difracción de rayos X.

Para evaluar la eficacia del proceso de precipitación, es decir, en lo que respecta al Li, se utilizará espectrometría de absorción atómica y los cálculos se efectuarán teniendo en cuenta todos los cambios de volumen y masa ocurridos en cada

operación, es decir, los provocados por la adición de agentes precipitantes.

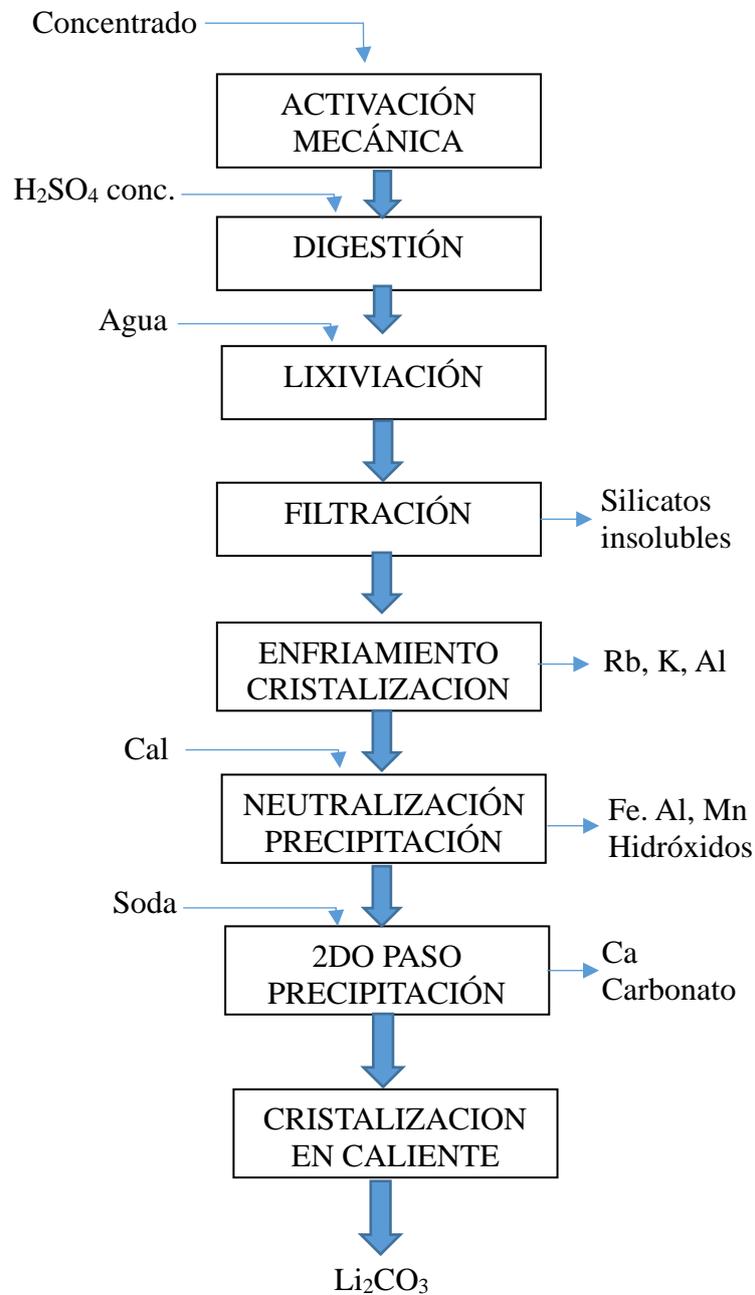


Figura 1 - Diagrama de proceso simplificado propuesto para la recuperación de Litio a partir de lepidolita

X. Referencias

- GUO, H., KUANG, G., LI, H., PEI, W. tao, & WANG, H. dong. (2021). Enhanced lithium leaching from lepidolite in continuous tubular reactor using H₂SO₄+H₂SiF₆ as lixiviant. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 31(7), 2165–2173. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(21\)65646-7](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(21)65646-7)
- Guo, H., Kuang, G., Yang, J. X., & Hu, S. (2016). Fundamental Research on a New Process to Remove Al³⁺ as Potassium Alum during Lithium Extraction from Lepidolite. *Metallurgical and Materials Transactions B: Process Metallurgy and Materials Processing Science*, 47(6), 3557–3564. <https://doi.org/10.1007/s11663-016-0774-y>
- LIU, J. lian, YIN, Z. lan, LI, X. hai, HU, Q. yang, & LIU, W. (2019). Recovery of valuable metals from lepidolite by atmosphere leaching and kinetics on dissolution of lithium. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 29(3), 641–649. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(19\)64974-5](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(19)64974-5)
- Mulwanda, J., Senanayake, G., Oskierski, H., Altarawneh, M., & Dlugogorski, B. Z. (2021). Leaching of lepidolite and recovery of lithium hydroxide from purified alkaline pressure leach liquor by phosphate precipitation and lime addition. *Hydrometallurgy*, 201, 105538. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105538>
- Nacif, F., & Lacabana, M. (2016). ABC del litio sudamericano. Soberanía, ambiente, tecnología e industria. In *Unq.*
- Schenker, V., Oberschelp, C., & Pfister, S. (2022). Regionalized life cycle assessment of present and future lithium production for Li-ion batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 187(August), 106611. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106611>
- Torre, J., Carpio, M., Fuentes, J., & Minaya, I. (2019). Caracterización sobre ocurrencias de minerales de Litio en la Cordillera Oriental y el Altiplano - Puno y Cusco, como indicios a un nuevo impulso estratégico de recursos energéticos e industrias tecnológicas. *Perumin*, 34, 1–17. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2371> <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2371>
- Torre, J., Carpio, M., Fuentes, J., Minaya, I., & Boulanger, E. (2021). *Áreas Prospectivas de Litio en el Perú , para impulsar la búsqueda de recursos energéticos y nuevas tecnologías.* 452–455.
- Vieceli, N., Nogueira, C. A., Pereira, M. F. C., Dias, A. P. S., Durão, F. O., Guimarães, C., & Margarido, F. (2017). Effects of mechanical activation on lithium extraction from a lepidolite ore concentrate. *Minerals Engineering*, 102, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.12.001>
- Vieceli, N., Nogueira, C. A., Pereira, M. F. C., Durão, F. O., Guimarães, C., & Margarido, F. (2018). Recovery of lithium carbonate by acid digestion and hydrometallurgical processing from mechanically activated lepidolite. *Hydrometallurgy*, 175, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.10.022>
- Wang, W., Chen, W., & Liu, H. (2019). Hydrometallurgical preparation of lithium



carbonate from lithium-rich electrolyte. *Hydrometallurgy*, 185(December 2018), 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2019.02.013>
Yan, Q., Li, X., Yin, Z., Wang, Z., Guo, H., Peng, W., & Hu, Q. (2012). A novel process for extracting lithium from lepidolite. *Hydrometallurgy*, 121–124, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2012.04.006>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Con el aumento esperado en la demanda de Litio, el desarrollo de tecnologías competitivas para la recuperación de Litio a partir de minerales como la lepidolita se está volviendo imprescindible; en tal razón los resultados contribuirán en ser una alternativa de desarrollo de nuevas tecnologías metalúrgicas emergentes para la obtención de carbonato de Litio sostenible incluso a largo plazo y sobre todo con la futura industrialización la que podrá generar un avance tecnológico en la industria electrónica, la industria automotriz y la industria espacial, favoreciendo a la población del ámbito del centro poblado de Chacaconiza del distrito de Macusani, provincia de Carabaya y departamento de Puno.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Actualmente se viene desarrollando nuevas tecnologías emergentes para la producción de compuestos de Litio, en tal razón la presente investigación causara impacto en la generación del diseño de nueva tecnología para obtener el carbonato de litio a partir del mineral de roca y su industrialización sostenible desde el punto de vista energético.

ii. Impactos económicos

Siendo el Litio un recurso estratégico para el desarrollo industrial de nuestro país, la generación de nueva tecnología de extracción de Litio y la presencia de minería en el Perú, generará ingresos económicos principalmente en la región de Puno representando la energía del futuro para un desarrollo sostenible, el cual será de gran aporte para generar dividendos económicos por el consumo de productos como tablets, smartphone, ordenadores portátiles, así como en la industria automovilística.

iii. Impactos sociales

Existe incomodidad en la población, cuando se desarrollan nuevos proyectos es allí donde se aplicará el tercer factor de desarrollo sostenible que es el factor social en la que debe existir equidad entre la empresa y la comunidad, salvando ello se generará una oportunidad para mejorar la calidad de vida de pobladores accediendo a puestos de trabajo en el ámbito del proyecto.

iv. Impactos ambientales

El desarrollo del proyecto no generará impactos ambientales directos debido a que se considerará parámetros con tecnologías limpias, aplicando los principios de desarrollo sostenible



XIII. Recursos necesarios

INFRAESTRUCTURA

Laboratorios de metalurgia extractiva de la UNA-Puno, Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica.

EQUIPOS:

- Chancadora
- Molino pulverizador
- Equipo de flotación
- Estufa
- Frasco de vidrio con tapa
- Agitador magnético
- papel de filtro Whatman 52

REACTIVOS

- Ácido sulfúrico
- Cal apagada p.a.
- Carbonato de calcio p.a.

MATERIALES

- Frascos para muestras
- Papel filtro
- Materiales de vidrio (vaso de precipitados, fioles, pipetas, buretas, matraz Erlenmeyer, matraz quitazato, buretas, probetas, pH meter y otros)

TECNOLOGIAS EN USO RELACIONADOS AL PROYECTO

- Extracción de metales estratégicos
- Metalurgia del Litio

MEDIOS ECONOMICOS

- S/. 23 625.00

RECURSOS HUMANOS

- 05 Ingenieros Metalurgistas

RECURSOS MATERIALES E INSTITUCIONALES:

- Bibliotecas y laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno

XIV. Localización del proyecto

El presente estudio se desarrollará con materia prima proveniente del yacimiento Falchani, situado al Noreste del Centro Poblado de Chacaconiza del distrito de



Macusani, Provincia de Carabaya y departamento de Puno, ubicada a 4900 msnm, entre las coordenadas geográficas de 70° 40' 36" de Latitud Sur y 14° 03' 31" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Las coordenadas UTM referenciales son: Este: 319 000 m. Norte: 8 445 000 m. Zona: 19 Datum: PSAD 56.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses del 2023											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recolección y procesamiento de información	x	x	x	.								
Toma de muestra y ensayos preliminares	x	x	x									
Experimentación				x	x	x						
Análisis de resultados							x	x	x			
Elaboración de conclusiones										x	x	x
Elaboración del Informe Final										x	x	x

XVI. Presupuesto

N° Item	Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cant.	Costo total (S/.)
Materiales e insumos					
01	Frascos para muestras	Unid	10,00	50	500,00
02	Papel filtro	Caja	80,00	1	80,00
03	Bandejas de metal inoxidable	Unid	15,00	6	90,00
04	Ácido sulfúrico	L	200,00	1	100,00
05	Agua desionizada	L	20,00	5	100,00
Servicios					
01	Caracterizarán por difracción de rayos X	Unid	2500,00	2	5 000,00
02	Determinación de litio por espectrometría de absorción atómica	Unid.	150,00	100	15000,00
04	Pasajes y viáticos	Unid	500,00	4	2 000,00
05	Internet	Unid	80,00	5	400,00
Materiales de escritorio					
01	Copias	Unid	0,15	1000	150,00
02	Papel bond	Millar	25,00	2	50,00
03	Bolígrafos	Unid	2,00	12	24,00
04	Folder A4	Unid	0,50	12	6,00
05	USB	Unid	25,00	5	125,00
TOTAL					23 625,00