

UNIVERSIDAD BERNARDO O´HIGGINS

Working Paper
Tierras Raras

Autores: Tomás Flores¹ y Felipe Berger².
Abril 2023

Se agradecen los comentarios de Mg. Raúl Peña Silva, jefe de Comunicaciones de la Universidad Bernardo O´Higgins.

¹ Master of Arts in Economics, UCLA.

² Magister en Economía y Políticas Públicas, UAI.

Índice Temático

1. Resumen Ejecutivo:.....	3
2. Mercado de las tierras raras:	5
3. Proyecto y su impacto económico:.....	7
4. Conclusiones:	12

1. Resumen Ejecutivo:

Paulatinamente, el surgimiento de nuevas tecnologías activa la demanda por insumos cuya valoración cambian de manera sustancial. Un ejemplo de ello ha sido el litio, en donde, durante el año pasado, el gobierno de Chile recibió US\$ 5.000 millones por concepto de impuestos y royalty, en un contexto en donde nunca imaginamos que los precios en dicho mercado llegarían a los niveles actuales.

Un fenómeno similar, en términos de la explotación de nuevos recursos, podría observarse en relación con la demanda por tierras raras, donde China tiene hoy un liderazgo sustancial, situando a nuestro país en una posición creciente en los próximos años.

Tomás Flores, economista, académico de la Universidad Bernardo O'Higgins, quien también tuvo actividad docente en la Universidad del Desarrollo sede Concepción durante la década de los noventa y de los dos mil, concentra su investigación en los efectos de los Tratados de Libre Comercio (TLC) en nuestra economía, así como en el surgimiento de nuevos polos de exportación que le permitan a Chile llegar a nuevos mercados. Una de sus investigaciones se ha referido al tema de las tierras raras, que está conformado por 17 elementos químicos de la tabla periódica, 15 de ellos pertenecen a un grupo particular (Lantano a Lutecio), además del Itrio y el Escandio. Estos minerales se utilizan en diversas tecnologías tales como la óptica, iluminación, pantallas LED, imanes permanentes y baterías portátiles. También se utilizan como catalizador en los procesos de refinamiento de petróleo, en la fabricación de cerámicas, entre muchas otras aplicaciones. Por último, los usos en electromovilidad son cada vez mayores, con el consiguiente efecto beneficioso en la reducción de la emisión de CO₂.

Dentro de los países con mayores reservas destacan China, Vietnam, Brasil y Rusia, en donde China mantiene el liderazgo mundial de la producción, generándose de manera creciente una búsqueda de nuevos proveedores.

Aquí surge, lo que es motivo de investigación universitaria, la eventual explotación de un yacimiento de tierras raras en Chile, situado en la comuna de Penco, octava región del Biobío. Este yacimiento contiene tierras raras en arcilla, lo que permite su explotación sin las externalidades negativas de tener que realizar tronaduras, ni proceso de chancado, y sin que se generen riles, ni embalse de relave.

En este contexto el proyecto implicaría una inversión de US\$ 130 millones aproximadamente, lo que, al aplicar el multiplicador de la inversión, se puede traducir en cerca de US\$ 260 millones de mayor Producto Interno Bruto para la economía chilena. Además de lo anterior, el proyecto implicaría cerca de 600 empleos en el peak de la construcción y 320 empleos en operación respectivamente, donde la empresa privilegiará a los trabajadores de la comuna.

La comuna de Penco cuya población, según la proyección a partir de los datos censales de 2017 asciende en 2023 a 50.017 personas, en tanto que se registran cerca de 10.097 personas con actividad laboral dependiente. En lo relativo al número de empresas, según datos del SII en 2021 de un total de 2.060 empresas el sector MiPyme representó 99,3%, prácticamente casi la totalidad de la actividad económica de la comuna, concentrada mayoritariamente en los sectores de servicios, agricultura y manufactura. Tanto las cifras de inversión como de empleo dan cuenta del sustancial efecto multiplicador que tendría esta inversión en la comuna de Penco.

Es interesante el análisis de este proyecto en la economía chilena por las siguientes razones:

- I. Chile es un país minero, pero la explotación de tierras raras es un nuevo desafío, sin duda para la industria, así como para nuestros profesionales y técnicos.
- II. La puesta en marcha de esta inversión puede ser la puerta de entrada para otros proyectos en esta industria con la consiguiente conformación de alianzas con proveedores y clientes finales.
- III. Asimismo, no es fácil poder dimensionar la magnitud de las exportaciones que este proyecto generará, pero es relevante señalar que esta inversión de US\$ 130 millones es en relación al Modulo Penco que es de 600 hectáreas y que al compararlo con las 200 mil hectáreas que la empresa tiene en concesión en nuestro país, implicaría multiplicar por 333 veces lo evaluado para esta inversión en el Biobío, cuestión que sin duda tendría un efecto sustancialmente mayor en toda la economía chilena, tanto en lo relativo a inversión como en el mercado laboral chileno.
- IV. Es necesario, como política pública, fomentar los proyectos que puedan abrir nuevos mercados, sobre todo en zonas de alta innovación evitando lo que ha ocurrido con el litio, en donde la demora en definir una hoja de ruta nos está haciendo perder el liderazgo mundial, tal como nos ocurrió con Australia y posiblemente suceda con Argentina.

2. Mercado de las tierras raras:

El grupo de los elementos de tierras raras (REE) está conformado por 17 elementos químicos de la tabla periódica, 15 de ellos pertenecen al grupo de los lantánidos (lantano a lutecio), además del Itrio y el Escandio. En el grupo de los lantánidos se encuentra el Lantano, Cerio, Praseodimio, Neodimio, Prometio, Samario, Europio, Gadolinio, Terbio, Disprobio, Holmio, Erblio, Tulio, Yterbio y Lutecio. Estos elementos, tal como señala un informe de Cochilco³, no son menos abundantes que el plomo o el oro, solo que es poco común encontrarlos en concentraciones suficientes como para que la extracción sea económicamente viable.

Tal como señala dicho reporte, la demanda existente por estos minerales se relacionan a tecnologías modernas como la óptica, iluminación, pantallas LED, imanes permanentes y baterías portátiles. También se utilizan como catalizador en los procesos de refinamiento de petróleo, en la fabricación de cerámicas, entre muchas otras aplicaciones. Por último, los usos en electromovilidad son sustanciales, con el consiguiente efecto beneficiosos en la reducción de la emisión de CO₂.

Cuadro N°1
Producción Mundial Mina y Reservas
En toneladas métricas

País	2021	2022	Reservas
Australia	24.000	18.000	4.200.000
Brasil	500	80	21.000.000
China	168.000	210.000	44.000.000
Estados Unidos	42.000	43.000	2.300.000
Rusia	2.600	2.600	21.000.000
Tailandia	8.200	7.100	N.D.
Vietnam	400	4.300	22.000.000
Otros	44.300	14.920	15.500.000
Total	290.000	300.000	130.000.000

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos, Enero 2023. Disponible en <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-rare-earths.pdf>

³ Situación actual del mercado de tierras raras y su potencial en Chile. Disponible en <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Tierras%20Raras%20final.pdf>

Dentro de los países con mayores reservas destacan China (44 millones de t), Vietnam (22 millones de t), y Brasil y Rusia (21 millones cada uno de t). Sin embargo, a pesar de las reservas que tienen esos últimos tres países la producción anual, en conjunto, no superó las 7.000 toneladas métricas durante el año pasado.

El mercado de las tierras raras es similar a lo observado en el Litio hace algunos años atrás, en donde no existía un precio para los productos transados en algunas de las principales bolsas de comercio del mundo y por tanto para analizar la evolución de los precios era necesario observar los contratos de compraventa que habían firmado las partes involucradas. En la actualidad, algunos de estos metales se transan en la Bolsa de Metales de Shanghai.

De esta manera, en el siguiente cuadro, obtenido del reporte del Servicio Geológico de EE. UU., se muestra la evolución de los precios de algunos de estos metales en donde, si bien se observa el efecto de la reducción de la actividad económica en 2020 producto de la pandemia, tenemos algunos precios que se han multiplicado por 3, en comparación con lo registrado en 2018, tal como es el caso del Óxido de Disproso, el Óxido de Neodimio y el Óxido de Terbio.

Cuadro N°2
Precios promedio
Dólares por kilogramo

Tipo de Metal	2018	2019	2020	2021	2022e
Óxido de Cerio, 95% mín.	2	2	2	2	1
Óxido de Disproso, 99,5% mín.	179	239	261	400	390
Óxido de Europio, 99,9% mín.	53	35	31	31	30
Óxido de Lantano, 99,5% mín.	2	2	2	2	1
Metal mixto, 65% cerio, 35% lantano	6	6	5	6	7
Óxido de Neodimio, 99,5% mín.	50	45	49	49	130
Óxido de Terbio, 99,9% mín.	455	507	670	1.300	2.000

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos, Enero 2023. Argus Media group, Argus Metals International.

De esta manera, el mercado de tierras raras está en plena evolución y sus perspectivas son muy alentadoras y así lo reafirma el economista Sebastián Edwards, quien señaló⁴

⁴ <https://www.latercera.com/pulso/noticia/mas-formalidad-laboral-recaudacion-justa-y-uso-eficiente-del-gasto-las-claves-de-sebastian-edwards-para-el-dialogo-tributario/D64RSFFM2RF25JC5WZ6UCUOZDA/>

que, en el contexto de una eventual reforma tributaria, Chile tiene oportunidades en áreas como la energía solar, eólica, hidrogeno verde, litio, tierras raras y es un actor consolidado en la industria del cobre.

En síntesis, Chile, que fue una economía pobre en términos de las energías del pasado, como petróleo y gas natural, es rico en las energías del futuro, tales como energía solar, eólica e hidrogeno verde, en donde la electromovilidad es la transformación más sustancial, ostentando nuestro país recursos como cobre, litio y tierras raras que son insumos esenciales para este proceso.

3. Proyecto y su impacto económico:

Aclara Resources, es una empresa de Tierras Raras, en donde, en la actualidad, la empresa está desarrollando el Módulo Penco, que tiene una superficie de 600 hectáreas situado a unos 15 kilómetros de Concepción. Adicionalmente, la empresa tiene 200 mil hectáreas en concesión para explorar nuevos yacimientos de tierras raras.

El objetivo de la empresa es producir óxidos de tierras raras de calidad procedentes de yacimientos de arcilla iónica ricos en tierras raras pesadas, con el fin de convertirse en un proveedor líder para las empresas de tecnologías limpias.

El proceso de extracción que utilizará la empresa se denomina Circular Mineral Harvesting (Cosecha Circular de Minerales), minimiza las externalidades negativas ya que no utiliza explosivos, no tiene chancado, y no produce residuos líquidos. Este proceso ha recibido la colaboración de la Universidad de Toronto, en Canadá, y de la Universidad de Concepción, en Chile, para desarrollar una forma ambientalmente limpia de extraer tierras raras de las arcillas iónicas, un tipo de yacimiento que ofrece varias ventajas en relación con los yacimientos de elementos de tierras raras de roca dura, más habituales en el mundo.

El proceso se inicia retirando la capa vegetal, que luego será repuesta, para extraer las arcillas que contienen las tierras raras, de manera tal que una vez finalizado el proceso las arcillas tratadas se devuelven a su lugar, reponiéndose la capa vegetal. El proceso no requiere de diques de estériles, debido a que se recicla aproximadamente el 95% del agua utilizada, así como el 99% de su principal reactivo. El 5% restante se obtiene de aguas domiciliarias recicladas, para lo cual firmó un convenio con la Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío (Essbio). La

certificación de que no se producen efectos contaminantes serán constatadas por auditores externos.

El proyecto contempla una inversión por cerca de US\$ 130 millones a lo largo de 15 meses, lo que se traducirá en una creación de empleos en promedio de 400 trabajadores, lo que en un momento alcanzará un peak de 600 personas. Estos empleos demandarán personal técnico y trabajadores para realizar las obras civiles, con la disposición a contratar preferentemente mano de obra local. En la operación regular del proceso se requerirían cerca de 220 personas, con un peak de 320, con mayor especialización técnica.

En torno a este punto, la International Copper Association⁵ (ICA), señala que el efecto multiplicador también se extiende a la generación de empleos indicando que por cada empleo creado directamente por la minería se generan 3,7 en otros sectores y a través de contratistas, por lo cual al aplicar este guarismo podríamos llegar a un total de empleo de 2.200 personas aproximadamente durante el peak de la fase construcción.

La comuna de Penco, en el Censo 2017, reportó una población total de 47.367 personas, lo que de acuerdo a las proyecciones del INE habría llegado cerca de 50 mil habitantes para el presente año, con un incremento entre 2017 y 2023 de 5,8%, lo que es inferior al aumento de la población total de Chile, de 13,6% en igual periodo. Sin embargo, es notoria la reducción de 17,5% de los habitantes de la región del Biobío que podría explicarse por la paulatina migración de empresas penquistas hacia Santiago u otras localidades del país. De hecho, dos emprendimientos universitarios que nacieron en Concepción, en la actualidad tienen la mayor parte de su gestión en Santiago.

⁵ <https://copperalliance.org/>

Cuadro N°3
Población Región del Biobío

Lugar	Censo 2017	Proyección 2023	Var. %
Comuna de Penco	47.367	50.125	5,8%
Región del Biobío	2.037.414	1.681.430	-17,5%
País	17.574.004	19.960.889	13,6%

Fuente: Censo de Población y Vivienda, Proyecciones de Población INE.

A su vez, al analizar la cantidad de ocupados según el giro de la empresa en la comuna de Penco, en relación a la región y al país, podemos apreciar en el siguiente cuadro, que la industria manufacturera es el principal empleador en Penco con 1.822 empleados, de un total comunal de 10.097 personas.

Cuadro N°4
Ocupados según actividad de la empresa

Sector	Comuna de Penco		Región del Biobío		País	
	2017	2021	2017	2021	2017	2021
Agro silvícola	395	447	111.711	48.224	1.078.083	904.067
Minería	23	32	4.474	1.240	101.188	133.016
Manufactura	1.455	1.822	76.077	64.387	1.061.686	864.273
Construcción	1.617	1.604	102.506	79.759	1.387.683	1.260.024
Comercio	787	1.217	74.497	63.808	1.502.332	1.399.423
Transporte	1.626	1.739	31.962	34.678	443.606	551.350
Turismo	281	342	19.073	15.332	341.501	447.183
Resto	2.419	2.894	223.083	239.958	3.293.255	4.245.966
Total con ventas	8.603	10.097	643.383	547.386	9.209.334	9.805.302

Fuente: Servicio de Impuestos Internos.

En el sector construcción, por su parte hay 1.604 ocupados, por lo cual el proyecto Aclara que demandará en su montaje cerca de 400 personas, con un peak de 600 personas, tendrá un efecto sustancial en el mercado del trabajo local, dado que el proyecto dará preferencia a los postulantes que residan en la comuna. Esto podría

representar cerca del 37% de los ocupados de dicho sector en el periodo peak de construcción.

A su vez, el proyecto en su fase de operación regular generará 320 empleos permanentes con una relevancia significativa siendo técnicos y profesionales los más requeridos.

En esta línea, para tener una dimensión del impacto sobre la comunidad, es posible utilizar el multiplicador de la inversión, que es un concepto empleado en macroeconomía, donde dicho guarismo trata de cuantificar los efectos que se producen en la actividad económica a través del Producto Interno Bruto, como consecuencia del incremento en la inversión.

Revisando la literatura se encuentran estudios que han elaborado estimaciones sobre el efecto multiplicador del gasto e inversión pública, en donde los cálculos de multiplicadores están lejos de llegar a un consenso común, con numerosos artículos que encuentran multiplicadores menores a 1 y otros estudios que reportan valores sustancialmente mayores, para economías comparables y circunstancias similares. Por ejemplo, para el caso de Estados Unidos, Ramey (2011a) concluye, al revisar más de 18 estudios, que un aumento temporal del gasto financiado con deuda, probablemente tendría un multiplicador entre 0,8 y 1,5.

A pesar de estas discrepancias, los resultados para el caso chileno parecerían algo más altos que las estimaciones para otras economías. En el artículo⁶ “Multiplicadores Fiscales para Chile” se obtiene un multiplicador en torno a 1 para el gasto total, en torno a 2 para el consumo de gobierno e inversión pública, y menor que 1 para transferencias.

Al utilizar dicho parámetro, la inversión que materializará la empresa por US\$ 130 millones implicaría un efecto total sobre el PIB de US\$ 260 millones aproximadamente, que se concentrará en la comuna de Penco en la medida que se contrate preferentemente mano de obra local. Para contextualizar lo anterior, en el año 2021 el PIB de la región del Biobío fue de US\$ 18.217 millones, lo que implicaría que el efecto multiplicador del proyecto representaría cerca de 1,4% del PIB regional, por lo cual si hiciéramos el equivalente proporcional para la economía chilena estaríamos hablando de un proyecto por más de US\$4 mil millones aproximadamente.

Para lograr dimensionar, en el contexto regional, la inversión de US\$ 130 millones que realizará Aclara Resources, es recomendable analizar la cartera de inversión a realizarse en la región del Biobío que ha sido catastrada por la Oficina de Grandes

⁶ Fornero, Jorge and Guerra-Salas, Juan and Pérez, Camilo, Multiplicadores Fiscales en Chile (Fiscal Multipliers in Chile) (April 1, 2019). ECONOMÍA CHILENA | VOLUMEN 22, N°1 | ABRIL 2019, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3385838>

Proyectos del Ministerio de Economía a principios del presente año y que se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N°5
Listado de proyectos en la región del Biobío

Proyecto	Empresa	Sector	Comuna	Inversión Mills. US\$	Empleo	
					Construcción	Operación
Fundo Las Ulloas	VALMAR	Inmobiliario	Concepción	1.200	3.500	1.000
Barrio Brisa del Sol sector oriente	VALMAR	Inmobiliario	Talcahuano	1.000	3.500	1.700
Parque eólico Rinconada	AES GENER SA	Energía	Laja	365	400	20
Coihue (Entre Ríos)	ANDES MAINSTREAM SPA	Energía	Mulchén	342	300	26
Parque eólico Viento Sur	ARAUCO	Energía	Arauco	250	200	15
Terminal Marítimo GNL Talcahuano	INVERSIONES GNL TALCAHUANO	Energía	Concepción	250	600	100
Central Hidro Rucalhue	ATIAIA ENERGIA CHILE	Energía	Santa Bárbara	295	500	15
Puente industrial Biobío	OHL 1	Infraestructura	Concepción	209	380	70
Planta Isomerización Refinería Biobío	ENAP	Energía	Hualpén	169	332	20
Parque eólico Vientos del Pacífico	GPG	Energía	Arauco	150	336	10
Parque eólico San Matías	AES GENER SA	Energía	Los Ángeles	148	250	4
Puente Ferroviario Biobío	EFE	Infraestructura	Concepción	213	339	30
Infraestructura ERBB	ENAP	Energía	Hualpén	147	434	12
Tercera etapa Hospital	MOLLER PÉREZ COTAPOS	Infraestructura	Talcahuano	112	786	1.571
Parque eólico Campo Lindo	AES GENER SA	Energía	Los Ángeles	100	180	10
Parque eólico Junquillos	COLBUN	Energía	Mulchén	570	600	15

Fuente: Oficina de Grandes Proyectos del Ministerio de Economía.

En el cuadro anterior, se destacan los grandes proyectos inmobiliarios cuyos volúmenes de inversión son sustancialmente altos, pero al excluirlos se observa que el promedio de inversión de los restantes proyectos es de UD\$ 237 millones lo que es algo mayor que la inversión de Aclara Resources, mientras que en el mercado laboral la creación de empleos producto del proyecto de tierras raras supera los observado por los proyectos no inmobiliarios del cuadro anterior, lo cual será muy positivo para la comunidad de Penco.

Por último, tal como se señala en el resumen ejecutivo del presente informe, no es trivial poder determinar la magnitud sobre el comercio exterior y en específico de las exportaciones que un proyecto de esta envergadura generará, pero es relevante señalar que la inversión contemplada por US\$ 130 millones es solo en relación al Modulo Penco, con una cobertura geográfica de 600 hectáreas, que al compararlo con las más de 200 mil hectáreas que la empresa tiene en concesión en nuestro país, sería equivalente a multiplicar 333 veces lo evaluado en esta inversión en la región del Biobío, con el consiguiente efecto sustancial de toda la economía chilena, tanto en términos de producto, inversión y empleo.

4. Conclusiones:

Chile es un país minero, en donde el cobre ha sido explotado por cientos de años, mientras que los minerales no metálicos, como el litio, inician su explotación hace pocas décadas. Este proyecto de tierras raras en arcilla abre una nueva oportunidad de inversión y creación de riqueza, con un impacto sustancial en la comuna de Penco, al mismo tiempo que activará explotaciones de estos yacimientos en otras zonas de Chile.

El proceso productivo que presenta el proyecto de esta alta tecnología, con un impacto muy moderado sobre el medio ambiente, al ser una actividad minera que no usará explosivos, no hay chancado, ni riles, ni relaves. El alta, 95%, recirculación de los insumos, como el agua, no solo es notorio, sino también pueden ser un ejemplo para otros sectores productivos y, de hecho, el 5% restante se obtiene de aguas domiciliarias recicladas, para lo cual firmó un convenio con la Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío (Essbio).

En resumen, el mercado de las tierras raras, controlado hoy por China, está creciendo sustancialmente dadas las aplicaciones que ellas tienen en la industria de alta innovación, como lo es la electromovilidad, por lo cual constituye una excelente oportunidad para Chile, así como una fuente de nueva riqueza para nuestro país.