Minería Andina y Reservas de la Biósfera en Fronteras Internacionales de Bolivia, Chile y Perú

Bianca De Marchi Moyano[1], Fabián Wladimir Pérez Lozoya[2]

RESUMEN

Este artículo analiza las relaciones entre las Reservas impulsadas por el programa Hombre y Biosfera de UNESCO y las actividades mineras en regiones fronterizas andinas de Chile, Bolivia y Perú. A partir de una estrategia metodológica mixta, que combina análisis multitemporal de imágenes satelitales (2004-2014-2024), entrevistas y revisión documental, se identifican tres tipos de articulación entre minería y conservación (en zonas de transición) de dos Reservas de la Biósfera: Alto Andina-Lauca y Apolobamba. Estos son: 1) colindancia casual (Pucamarca, frontera Perú), 2) yuxtaposición planificada (Salar de Surire, Chile) y 3) yuxtaposición invasiva (río y lago Suchez, Bolivia-Perú). Los hallazgos muestran que, aunque la minería se sitúe fuera de los límites estrictos de las reservas, genera impactos ambientales en zonas de transición y evidencia cómo la zonificación no considera los límites internacionales como categorías significativas. El análisis se apoya en la geografía crítica para interpretar la coexistencia conflictiva entre extractivismo y conservación en territorios geopolíticamente periféricos. Se plantea la necesidad de repensar el rol de estas reservas en contextos mineros, abriendo el debate sobre si deben funcionar como espacios de restauración ecosistémica más que como laboratorios de conservación sostenible.

Palabras clave: regiones de frontera; reservas de la biósfera; minería; Chile; Bolivia; Perú.

[1] Doctora en Urbanismo y Planificación Territorial (Universisté Catholique de Louvain). Profesora asistente en el Departamento de Geografía de la Universidad de Concepción, ORCID: 0000-0002-6248-9046, E-mail: biancadmm@yahoo.es

[2] Magister en Investigación de la Sociedad Civil (Universidad de Santiago de Chile). Geógrafo en Dirección de extensión y servicios de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ORCID: 0009-0007-7733-2360, E-mail: fabianperezlozoya@gmail.com

Este artículo tiene el objetivo de identificar algunos tipos de relación entre las medidas de conservación de la biodiversidad, aplicadas a través de Reservas de la Biósfera, y el desarrollo de operaciones mineras en regiones limítrofes de la cordillera de Los Andes, que comprenden territorios de Bolivia, Chile y Perú. Se busca indagar algunas asociaciones entre tres categorías: fronteras internacionales, actividades extractivistas mineras y áreas protegidas naturales, específicamente las que se vinculan con el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MaB, por sus siglas en inglés). Con ese fin, se identifican tres tipos diferentes, cuya descripción no pretende ser representativa ni exhaustiva sino dar cuenta de relaciones diversas localizadas en Los Andes centrales. Así, el texto tributa principalmente a dos campos de debate: el de la conservación de la naturaleza tensionada por el extractivismo[3] y el de la protección de la biodiversidad en regiones fronterizas internacionales,[4] poniéndolos en diálogo desde algunos casos empíricos.

Las Reservas de la Biósfera (RB) son un tipo de áreas protegidas que impulsa la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) desde la década de 1970 a través de MaB.[5] Forman parte de un conjunto de iniciativas multilaterales de conservación que, desde mediados de siglo XX, buscan promover unidades de protección en todos los países que conforman el sistema de Naciones Unidas a través de diferentes figuras (Patrimonio Natural de la Humanidad, Geoparques o Sitios RAMSAR) y, además, mediante los lineamientos de categorías conservacionistas desarrolladas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) hacia los regímenes de áreas protegidas de los países.[6] Sin embargo, dentro de ese universo discursivo globalizado sobre el

[3] Daniela Margarita Maestre-Másmela y María Cecilia Roa-García, "Las Zonas de Reserva Campesina (ZRC) Alrededor de Parques Nacionales Naturales (PNN) en Colombia: Entre el conservacionismo y el Extractivismo", *Historia Ambiental, Latinoamericana y Caribeña* 13, núm. 1 (2023): 213–45, https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i1.p213-245 213; Oscar Campanini Gonzales, "El extractivismo en Bolivia: efectos derrame e impactos en las áreas nacionales protegidas", *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*, núm. 130 (abril de 2022): 73–95, https://doi.org/10.24241/rcai.2022.130.1.73; Hugo Romero-Toledo, "Extractivismo en Chile: la producción del territorio minero y las luchas del pueblo aimara en el Norte Grande.", *Colombia Internacional*, núm. 98 (2019): 3–30, https://doi.org/10.7440. colombiaint98.2019.01; Gabriela Klier y Guillermo Folguera, "¿Caras de una misma moneda? Conservación de la biodiversidad y extractivismo en América Latina", *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, núm. 22 (septiembre de 2017): 182–204, https://doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2704.

[4] Rebeca Steiman, "Áreas protegidas em zona de fronteira.", *ParaOnde!?* 5, núm. especial (2011): 101–21, https://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/view/24463/14115; Jiajia Liu et al., "Transboundary Frontiers: An Emerging Priority for Biodiversity Conservation", *Trends in Ecology & Evolution* 35, núm. 8 (2020): 679–90, https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.004.

[5] Natarajan Ishwaran et al., "Concept and Practice: The Case of UNESCO Biosphere Reserves", *International Journal of Environment and Sustainable Development* 7, núm. 2 (2008): 118, https://doi.org/10.1504/IJESD.2008.018358; Chu Van Cuong et al., "Biosphere Reserves: Attributes for Success", *Journal of Environmental Management* 188 (marzo de 2017): 9–17, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.069.

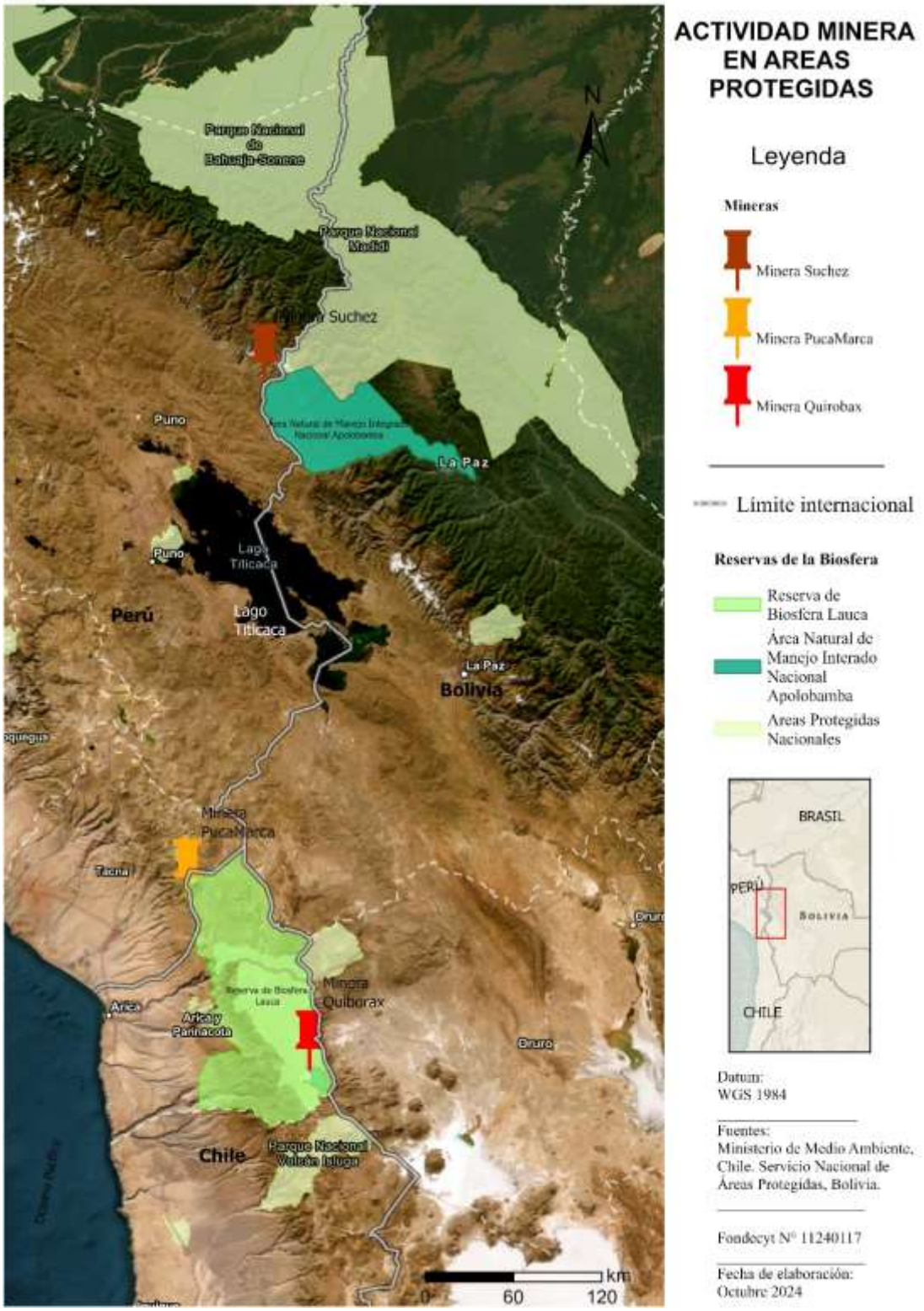
[6] Nigel Dudley, *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories* (IUCN, 2008), https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.PAPS.2.en.

cuidado de la biodiversidad terrestre y marina *in situ*, las RB destacan por haberse concebido como una red de laboratorios vivos para la investigación y la educación a favor del desarrollo sostenible.[7] A eso se suma su intención actual por proponer modelos transfronterizos de gobernanza y protección ambiental.[8] Consideramos, entonces, que los ejemplos a exponer pueden alimentar esta discusión desde la complejidad de los países andinos y de sus fronteras.

Los tres tipos que examinamos se encuentran asociados a dos RB: la primera se denomina Lauca y se halla al borde de Chile con Bolivia y Perú; mientras la segunda, llamada Apolobamba, se localiza en la frontera de Bolivia con Perú (ver Figura 1). Ambas forman parte de mosaicos de conservación fronterizos que, al menos morfológicamente, podrían facilitar la conectividad de los ecosistemas protegidos.[9] Dos de estos tipos de relación se vinculan a la reserva chilena Lauca: una en el Salar de Surire y otra en Pucamarca. El otro tipo está en la reserva boliviana Apolobamba, sobre el río y el lago fronterizos Suchez. Cabe señalar que el proyecto donde se inscribe esta problemática enfatizó la comprensión de las áreas protegidas de frontera en los sistemas nacionales de los tres países. En ese sentido, dado que Perú no cuenta con unidades de conservación altoandinas en las regiones fronterizas estudiadas, los datos empíricos se tomaron principalmente en Chile y en Bolivia. El análisis se realizó con una estrategia metodológica mixta, que estudió los cambios multitemporales significativos en el entorno de las actividades extractivas mineras, a lo largo de las últimas dos décadas, pero también se recuperó narrativas sociales, locales e institucionales a través de entrevistas, visitas de terreno y revisión documental, para contextualizar los cambios ambientales observados.

[7] Van Cuong et al., "Biosphere Reserves"; Maureen G. Reed, "The Contributions of UNESCO Man and Biosphere Programme and Biosphere Reserves to the Practice of Sustainability Science", *Sustainability Science* 14, núm. 3 (2019): 809–21, https://doi.org/10.1007/s11625-018-0603-0.
[8] UNESCO, "Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB)", 2024, https://www.unesco.org/es/mab.
[9] Timothy Hodgetts, "Connectivity as a Multiple: In, with and as 'Nature'", *Area* 50, núm. 1 (2018): 83–90, https://doi.org/10.1111/area.12353.

Figura 1. Mapa de localización de los tipos analizados



Fuente: elaboración propia

Desde este material empírico, y con una posición teórica apoyada en la geografía crítica, proponemos dividir el artículo en 7 secciones. La primera describe el trabajo metodológico y las características generales de las dos reservas andinas: Lauca (Chile) y Apolobamba (Bolivia). La segunda sección muestra el abordaje teórico, tanto de las áreas protegidas concebidas en el MaB como de su revisión a partir de la geografía crítica. Las siguientes tres secciones analizan los tipos identificados: 1) colindancia casual (Pucamarca, Perú), 2) yuxtaposición planificada (Salar de Surire, Chile) y 3) yuxtaposición invasiva (río y lago Suchez, Bolivia-Perú). La sexta sección aborda las comparaciones, las continuidades y particularidades entre los tres tipos. Finalmente, la última sección sintetiza los principales aportes del estudio.

METODOLOGÍA Y CASOS DE ESTUDIO

El análisis socioespacial que proponemos corresponde a un proyecto de investigación que se desarrolla sobre dos mosaicos de Áreas Protegidas (AP) fronterizas desde mayo 2024 y que concluirá en 2026. El primer mosaico está compuesto por el Área de Desarrollo Indígena (ADI) y RB Alto Andina-Lauca en Chile y el Parque Nacional Sajama en Bolivia; mientras el segundo se compone con la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional (PN) Bahuaja-Sonene en Perú, el PN y Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Madidi, la RB y Territorio Indígena Pilón Laja y el ANMI y RB Apolobamba en Bolivia (Figura 1). De ese conjunto, este artículo se enfoca en las AP que son parte de la red de reservas de la biósfera y que están en la región andina, por lo que no se abordan las cuestiones amazónicas asociadas al norte del segundo polígono entre Bolivia y Perú. En ese marco, se ha desarrollado una revisión de material documental: publicaciones sobre el MaB, notas de prensa, planes de manejo y zonificación de las dos reservas, principalmente. Además, se han realizado entrevistas semiestructuradas con actores estatales y locales, así como visitas de terreno entre mayo y diciembre de 2024.

Complementariamente, hemos aplicado un análisis multitemporal de imágenes satelitales, todas ellas de julio (periodo seco) de los años 2004, 2014 y 2024, descargadas desde las plataformas Earth Explorer y EO Browser Sentinel Hu,[10] con imágenes de los

[10] US Department of the interior, “USAG Science for a changing world”, 2025, https://earthexplorer.usgs.gov/.

satélites de Landsat 7, 8 y Sentinel 2. Las imágenes de 2004, por sus errores radiométricos, fueron corregidas a través de la herramienta "análisis ráster" del programa QGIS. Luego, se compusieron las bandas espectrales en el programa ArcGIS Pro y se establecieron los valores Rojo Verde Azul (RGB por sus siglas en inglés) para obtener imágenes de color natural. Todas ellas se procesaron con índices de humedad, de vegetación y de edificación para reconocer los cambios y afectaciones experimentadas en el suelo, alrededor de las operaciones mineras estudiadas. El análisis que presentamos selecciona el procesamiento que expresa resultados más significativos en términos tasa de crecimiento del área minera en cada tipo, a partir de su medición con polígonos vectoriales.

La selección de estos índices se justificó tanto por las características de las actividades mineras como por los antecedentes históricos y sociales de su establecimiento. Cabe señalar que las dos RB andinas analizadas fueron declaradas como tales a fines de la década de 1970 e inicios de 1980, pero las medidas estatales para su conservación tienen mayor antigüedad. La RB Alto Andina-Lauca se crea en 1981 a partir del Parque Nacional Lauca, la Reserva de las Vicuñas y el Monumento Nacional Salar de Surire (que luego sería también sitio RAMSAR). Cabe destacar que, de las unidades de conservación que estudiamos en este texto, el Parque Nacional Lauca es el de mayor antigüedad, pues fue creado en 1965 como Reserva Forestal con 520.000 ha, en 1970 fue reducido y en 1983 fragmentado para facilitar, justamente, la instalación de la operación minera que analizamos en el Salar de Surire. Ahora bien, en 2021 esta unidad se amplió alcanzando todo el ADI Alto Andina de adscripción étnica aymara, por lo que actualmente cuenta con una extensión de 1.026.567 ha. Este crecimiento reciente pone en evidencia la intención de favorecer espacios de conservación a partir de los territorios indígenas,[11] acción coherente con las nociones de gobernanza local favorecida por el MaB desde fines del siglo XX, como se verá más adelante.

En el caso de Apolobamba, las primeras medidas de protección datan de 1972, cuando la zona andina es declarada como Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla con 240.000 ha. En ese momento, la unidad de protección se dedicaba al cuidado de la

[11] Bianca De Marchi Moyano, "La protección socioambiental en la frontera boliviano-chilena", *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 27, núm. 3 (2023), https://doi.org/10.1344/sn2023.27.41751.

vicuña como especie amenazada. Luego, fue reconocida como RB en 1977 y, finalmente, para el año 2000 se ampliaría a una superficie de 483.744 ha, como ANMI y dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. A partir de esta extensión no sólo quedó como unidad de protección altoandina, sino que además afecta las pendientes que descienden hacia la Amazonía, ocupando un rango altitudinal entre 6.000 y 800 msnm, con una amplia diversidad paisajística y ecosistémica. Sin embargo, las zonas que nos interesa analizar son las regiones montañosas y altiplánicas que se hallan sobre los 4.000 msnm, próximas a las fronteras y vinculadas a operaciones mineras. Se trata de un territorio reconocido para el pueblo indígena Marka Cololo Copacabana Antaquilla. Al igual que en el caso chileno, sus habitantes son principalmente aymaras.

ABORDAJE TEÓRICO

Las AP son unidades geográficas declaradas por los Estados-nación ante los organismos multilaterales, principalmente la IUCN y la UNESCO, con objetivos de protección de la biodiversidad local, para garantizar su pervivencia y la de los servicios ecosistémicos que brindan en el largo plazo.[12] Suponen un control del uso del suelo para evitar la degradación de paisaje, la pérdida de especies y para mantener la continuidad de su dinámica ecosistémica. Frecuentemente enfrentan problemáticas y desafíos asociados a las fronteras, pues muchas AP están y son fronterizas.[13] Por eso, la narrativa ambiental multilateral trata de favorecer su expansión y gestión coordinada transfronteriza.[14] Esta narrativa, por un lado, puede considerarse una dimensión ambiental del discurso de disolución de fronteras y de favorecimiento de flujos globalizados entre los países.[15] Pero por otro lado, también implica procesos de *rebordering*,[16] ya que cada Estado-nación tiende a reafirmar -a través de las AP- sus

[12] Bianca De Marchi Moyano et al., "Áreas protegidas (Sudamérica, siglos XX-XXI)", en *Diccionario del agro iberoamericano*, ed. José Muzlera y Alejandra Salmón (Teseopress, 2020), https://doi.org/10.55778/ts878866925.
[13] Lorna Stefanick, "Transboundary Conservation: Security, Civil Society and Cross-Border Collaboration", *Journal of Borderlands Studies* 24, núm. 2 (2009): 15–37, https://doi.org/10.1080/08865655.2009.9695725; Steiman, "Áreas protegidas em zona de fronteira."; Liu et al., "Transboundary Frontiers".
[14] Vanessa Hull et al., "Evaluating the Efficacy of Zoning Designations for Protected Area Management", *Biological Conservation* 144, núm. 12 (2011): 3028–37, https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.007; Ana Filipa Ferreira et al., "Biosphere Reserves' Management Effectiveness—A Systematic Literature Review and a Research Agenda", *Sustainability* 12, núm. 14 (2020): 5497, https://doi.org/10.3390/su12145497.
[15] Anssi Paasi, "Border Studies Reanimated: Going beyond the Territorial/Relational Divide", *Environment and Planning A: Economy and Space* 44, núm. 10 (2012): 2303–9, https://doi.org/10.1068/a45282; John A. Agnew, *Hidden geopolitics: governance in a globalized world* (Rowman & Littlefield, 2023).
[16] Emmanuel Brunet-Jailly, "Special Section: Borders, Borderlands and Theory: An Introduction", *Geopolitics* 16, núm. 1 (2011): 1–6, https://doi.org/10.1080/14650045.2010.493765.

prioridades económicas, lógicas de control del territorio, de clasificación y cuidado de lo que considera como su biodiversidad.[17]

Las RB son una forma de AP creada por UNESCO entre 1971 y 76, como apuesta multilateral expresada en el *Man and Biosphere Programme*. Se asocian a la emergencia de las Ciencias de la Conservación o de la Sustentabilidad, principalmente occidentales y a su mirada tanto ecologista como moralista asociada a la biodiversidad.[18] En ese marco, las RB se conciben como laboratorios para el monitoreo de la conservación global de la biodiversidad, pero además -luego de 1995- pasan a preocuparse centralmente por el desarrollo sostenible, la articulación de escalas de gobernanza y la participación de actores locales.[19] Purwanto *et al.*[20] establecen tres momentos en su aplicación global: su primer diseño hasta inicios de la década de 1980; luego su reajuste para incorporar nociones y posibilidades de desarrollo sostenible hacia fines de siglo XX; y finalmente en el siglo XXI experimentan su mayor ampliación y se suman a los intentos de incorporar la gestión local y transfronteriza. Para el año 2024 abarca una red de 759 reservas en el mundo en 136 países y 25 de ellas se consideran transfronterizas.[21] En ese contexto temporal, es importante señalar que las dos RB que analizamos fueron declaradas por Chile y Bolivia en la primera etapa de desarrollo del MaB.

En Latinoamérica, el análisis sobre las AP identifica que sus principales desafíos se han dado en torno a su superposición con territorios indígenas y a las dinámicas de participación en la gobernanza de la conservación.[22] Algunos estudios internacionales sobre las RB ponen en evidencia cuestiones similares, pero además identifican las problemáticas vinculadas a la heterogeneidad entre los países que declaran las Reservas, según sus capacidades institucionales de gestión y prioridades políticas.[23] En

[17] Martin Dallimer y Niels Strange, "Why Socio-Political Borders and Boundaries Matter in Conservation", *Trends in Ecology & Evolution* 30, núm. 3 (2015): 132–39, https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.12.004.
[18] Gabriela Klier, "La naturaleza que se conserva: Una aproximación al concepto de biodiversidad", *Apuntes de investigación del CECYP*, núm. 27 (2016): 206–17, https://apuntescecyp.com.ar/index.php/apuntes/article/view/577/481; Reed, "The Contributions of UNESCO Man and Biosphere Programme and Biosphere Reserves to the Practice of Sustainability Science".
[19] Van Cuong et al., "Biosphere Reserves"; Susanne Stoll-Kleeman y Tim O'Riordan, "The Challenges of the Anthropocene for Biosphere Reserves", *PARKS* 23, núm. 1 (2017): 89–100, https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.PARKS-23-1SS-K.en; Ferreira et al., "Biosphere Reserves' Management Effectiveness—A Systematic Literature Review and a Research Agenda".
[20] Y. Purwanto et al., "Biosphere Reserve Concept Implementation for Creating Sustainability", *Journal of Tropical Ethnobiology* 3, núm. 1 (2020): 43–56, https://doi.org/10.46359/jte.v3i1.7.
[21] UNESCO, "Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB)".
[22] Oscar Alberto Maldonado Ibarra et al., "Áreas naturales protegidas y participación social en América Latina: problemas y estrategias para lograr la integración comunitaria", *Región y sociedad* 32 (2020): 1–24, https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1277.
[23] Van Cuong et al., "Biosphere Reserves".

ese sentido, el estudio que proponemos permite observar las articulaciones y estrategias estatales contrastantes entre Bolivia y Chile al momento de aplicar los lineamientos de desarrollo sostenible y de zonificación indicados por el MaB en regiones de frontera. Estas indicaciones globales para las RB suponen:

> ...un enfoque de zonificación, en el que el sitio de la reserva de la biósfera se divida en tres zonas diferentes con funciones y roles específicos. 1) La zona núcleo: es el área de conservación y debe contar con una protección legal robusta y de largo plazo para preservar la biodiversidad, vigilar los ecosistemas inalterados o realizar investigaciones no intrusivas y otras actividades "pasivas" como educación, capacitación y servicios ecosistémicos. 2) La zona de amortiguamiento: es el área que rodea o colinda con la zona núcleo y que se determina para proporcionar protección contra los impactos negativos de las actividades humanas. Y 3) la zona de transición: que suele ser la parte más extensa de la reserva de la biósfera en la que se desarrolla la cooperación con las comunidades locales. Se establece de la mano de la zona de amortiguamiento y es un lugar para elaborar modelos de desarrollo sostenible y aplicar una gestión adecuada de los recursos naturales. [Traducción propia] [24]

En este marco, consideramos clave asumir como abordaje teórico a la geografía crítica, que comprende estos contextos a partir de su articulación con las escalas de interpretación del sistema-mundo capitalista y desde una perspectiva geopolítica[25]. "No se trata de preguntarnos únicamente qué le hace el capitalismo a la geografía, sino también qué puede hacer la geografía por el capitalismo. Así, además de la cuestión esencialmente geográfica, la teoría crítica del desarrollo desigual también plantea una pregunta política: ¿cómo la configuración geográfica del paisaje contribuye a la supervivencia del capitalismo?".[26] La localización de los fenómenos no es secundaria: el dónde es central para los tipos de relación que observamos,[27] particularmente cuando estudiamos espacialidades doblemente periféricas: que están lejos de las centralidades urbanas capitalinas, en los bordes de los Estados-nación y que se consideran destinadas tanto a la protección de los recursos naturales como a la extracción de materias primas,

[24] Purwanto et al., "Biosphere Reserve Concept Implementation for Creating Sustainability", 43.
[25] David Harvey, "The Geopolitics of Capitalism", en *Social Relations and Spatial Structures*, ed. Derek Gregory y John Urry (Macmillan Education UK, 1985), https://doi.org/10.1007/978-1-349-27935-7; Sofia Zaragocin Carvajal et al., "Presentación del dossier. Hacia una reapropiación de la geografía crítica en América Latina", *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, núm. 61 (mayo de 2018): 11–32, https://doi.org/10.17141/iconos.61.2018.3020.
[26] Neil Smith, *Desarrollo desigual. Naturaleza, capital y la producción del espacio* (Traficantes de sueños, 2020), p. 19.
[27] Lawrence D. Berg et al., "Introduction: Placing Critical Geographies", en *Placing Critical Geographies: Historical Geographies of Critical Geography*, 1a ed. (Routledge, 2021), https://doi.org/10.4324/9781315600635.

con las paradojas socioambientales que eso implica. En estos espacios el rol de los gobiernos nacionales de los países estudiados es clave, ya sea por el favorecimiento del extractivismo[28], en este caso minero, o por la flexibilización (y a veces negligencia) en la aplicación de las medidas de conservación sobre las áreas protegidas.

TIPO 1: COLINDANCIA CASUAL (PUCAMARCA, PERÚ)

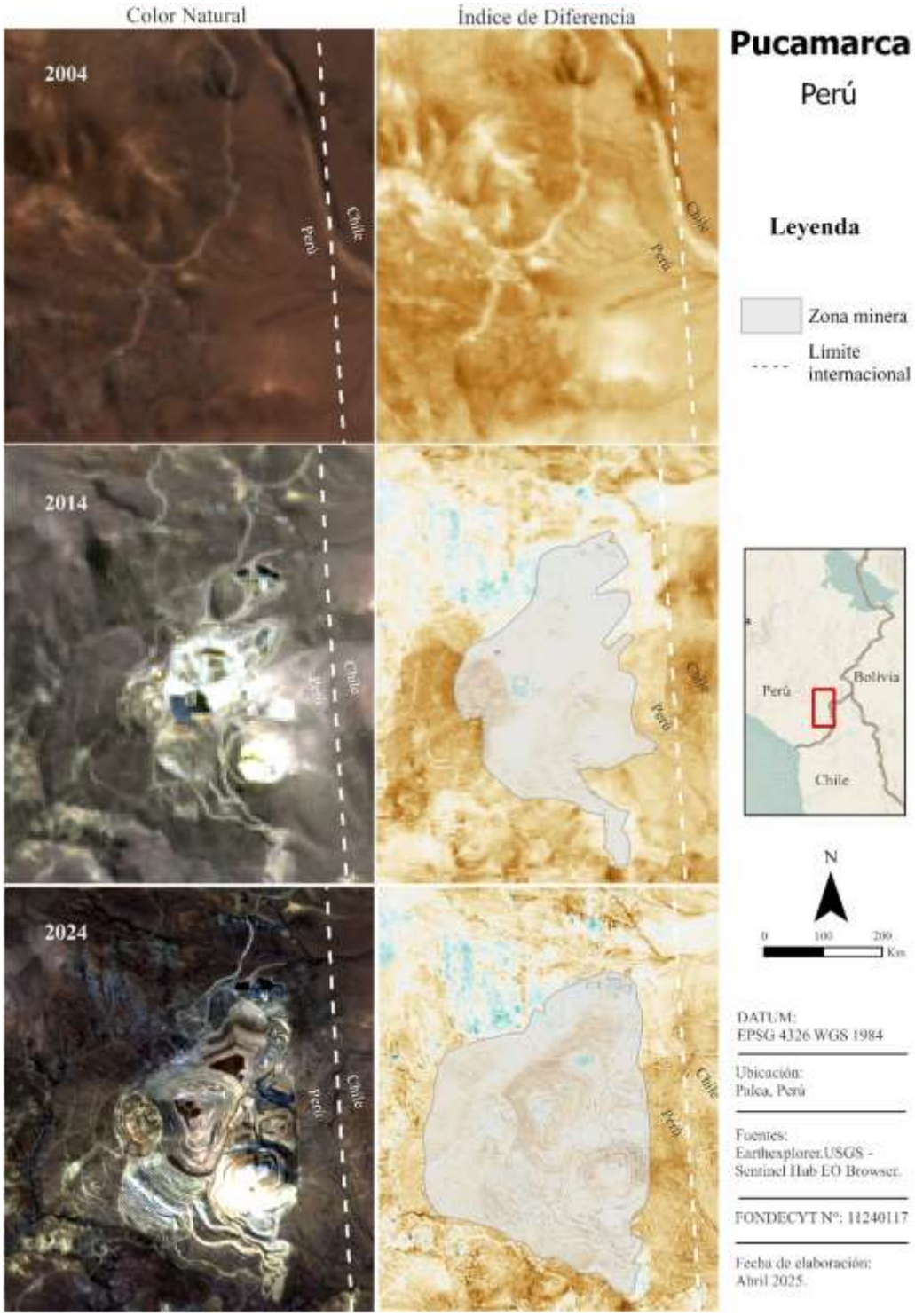
En la frontera de Perú con Chile, al límite de la provincia Tacna (distrito Palca), se localiza la operación minera de Pucamarca, que extrae oro de un tajo denominado Checocollo y Morrenas. Se trata de una actividad que empezó su explotación oficial en 2010 e instaló todas sus capacidades extractivistas desde 2012. [29] La empresa a cargo es Minsur S.A., un consorcio constituido a fines de la década de 1970 y subsidiaria de Breca Minería S.A.C., que en la actualidad se identifica como una iniciativa "peruana que promueve una gestión sostenible y busca impactar en el bienestar de nuestros grupos de interés y en el desarrollo del país".[30] El discurso nacionalista minero de esta empresa no deja de ser llamativo dada la localización de Pucamarca, a pocos metros del borde chileno. Hasta esa zona llega la RB de Alto Andina-Lauca desde 2021, cuando incorporó bajo su resguardo a toda el ADI.

La protección de la biodiversidad de la RB Lauca no ha tenido ninguna relación con este emprendimiento minero, el cual continúa en operación hasta la fecha en que se redacta este artículo. La Figura 2 muestra el resultado del Índice de Diferencia Normalizada Edificada (NDBI, por sus siglas en inglés), obtenido mediante una combinación de bandas satelitales, que permite estimar las zonas construidas o en proceso de construcción, en contraste con las áreas naturales o desnudas. Esta herramienta facilita la identificación del desarrollo de la actividad minera desde su inicio en 2005 con labores de prospección, su expansión hasta 2014 con la consolidación del tajo de extracción, y la posterior diversificación de intervenciones

[28] Bianca De Marchi Moyano, "Extractivismo y Fronteras. Una Propuesta de Organización Interpretativa", *Revista de Geografía Norte Grande*, núm. 93 (enero de 2026): 1–21, https://doi.org/10.4067/s0718-34022026000100111.
[29] Ministerio de Energías y Minas, *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto minero PUCAMARCA*, 977-2009-MEM-AAM/WAL/JCV/EAF/MES/MPC/JRST/ACS/ADA (Ministerio de Energías y Minas del Perú, 2009), 1–24, https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7675576/6501139-rd-n-256-2009-mem-aam.pdf?v=1740405815; Portal Minero, "Proyecto minero Pucamarca en Tacna generará más de S-. 60 millones de canon minero", Portal Minero, 2010, https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=6660763.
[30] MINSUR, "Quiénes somos", 2024, https://www.minsur.com/quienes-somos.

complementarias, con la construcción de pozas de lixiviación, áreas de acumulación de desmonte, canalizaciones para la circulación del agua y perforación de pozos, entre otras.

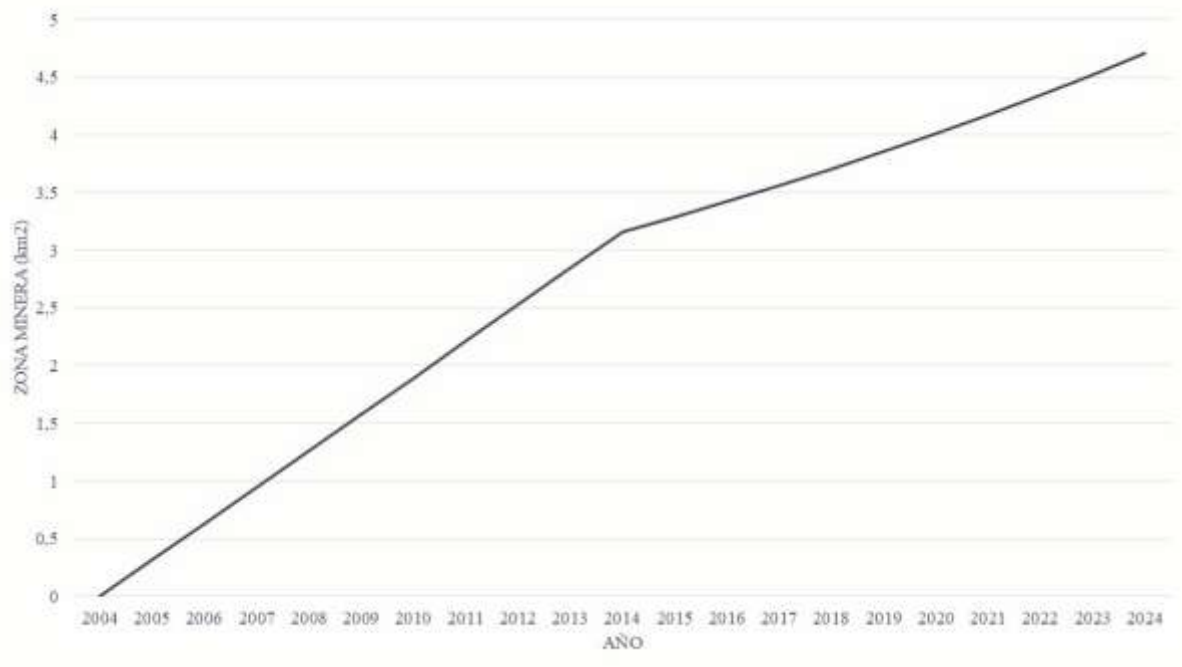
Figura 2. Imágenes satelitales, en color natural y tratada con NDBI, en Pucamarca (2004-2014-2024)



Fuente: elaboración propia

De este modo, la tasa de crecimiento observada en la Figura 3 evidencia un aumento más pronunciado durante la primera década, correspondiente al desarrollo del tajo de extracción. Es importante señalar que, debido al tipo de explotación minera, las transformaciones del paisaje no se limitan a la superficie, sino que afectan principalmente al subsuelo, generando una profunda alteración de la topografía, las pendientes y la estructura del terreno. De hecho, comunidades indígenas –principalmente en Visviri (Chile)– han denunciado que el uso de aguas subterráneas por parte de la empresa habría afectado varios bofedales utilizados para el pastoreo de su ganado camélido. Igualmente, los comunarios peruanos se "quejaron de haber sufrido los impactos directos de las [actividades de explotación minera] al inicio del proyecto, como fue la presencia de partículas de polvo",[31] aspecto que también se halla en los relatos recuperados de habitantes chilenos.

Figura 3. Tasa de crecimiento del área minera en Pucamarca



Fuente: elaboración propia

[31] "Actividades mineras con impactos transfronterizos: el caso de la Mina Pucamarca en la región fronteriza entre el Perú y Chile en el marco de los Instrumentos de Gestión Ambiental y el derecho ambiental internacional" (Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022), 35.

Otros cuestionamientos a la operación señalan que algunas cabeceras de cuenca, asociadas a uso potable en Perú, desde las localidades próximas de Vilavilani y Palca, podrían estar afectadas.[32] Cabe subrayar que la región urbana de Tacna tiene fuentes de agua alimentadas desde esta zona montañosa. Sin embargo, estas denuncias se habrían negociado y aplacado parcialmente a partir de la creación de fuentes de empleo en Pucamarca para parte de los comunarios peruanos. Aun así, se ha reportado que "algunos beneficios que brinda la empresa minera solo favorecen a algunos comuneros. Por ejemplo, solo brinda oportunidad laboral a 30 comuneros y el proyecto de filtros del agua realizado el año pasado benefició a 80. Ellos son 300 y esto los divide, los lleva a conflictos internos"[33].

En Chile, no sólo existe una preocupación por la afectación a los bofedales de las comunidades locales vecinas dentro de la RB Lauca, sino también respecto a la posible contaminación en la cuenca del río Lluta, que alimenta las actividades agrícolas en la región de Arica y Parinacota.[34] Pese a que estos reclamos mantienen vigencia hasta 2025, la actividad de Pucamarca no ha cesado ni ha previsto alguna medida transfronteriza de compensación. Incluso, luego de haber cumplido su ciclo de explotación previsto por 10 años, la empresa MINSUR ha logrado que las instancias gubernamentales peruanas extiendan su funcionamiento hasta 2025, mientras que "la actividad de lixiviación secundaria puede tomar hasta tres años de operación (2026 al 2028)".[35]

Llama la atención que, tanto en las narrativas locales como en las de alcance nacional, la colindancia con una RB chilena no parece un argumento importante; es más: está totalmente ausente. Ninguno de los reclamos registrados en Chile (y menos aún en Perú) hace referencia al hecho de que se trata de un área sujeta a medidas de conservación desde 2021. Ahora bien, el espacio colindante a la operación peruana está

[32] César A. De las Casas D., "Actividades mineras con impactos transfronterizos: el caso de la Mina Pucamarca en la región fronteriza entre el Perú y Chile en el marco de los Instrumentos de Gestión Ambiental y el derecho ambiental internacional" (Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022).
[33] Victor Humberto Santillan Leiba, "Más allá del conflicto: análisis de los procesos de diálogo, con enfoque intercultural, para la gestión de crisis y el empoderamiento de la ciudadanía en un contexto de minería. Caso: las comunidades originarias Vilavilani, Palca y Ataspaca y su vínculo con la unidad minera Pucamarca de Minsur en el periodo 2022-2023" (Licenciatura en Comunicación para el Desarrollo, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2025), p. 108.
[34] Vicente Browne R., "Qué hay detrás del proyecto minero peruano cerca de la frontera que inquieta al Gobierno y a parlamentarios", Ex-ante, 2025, https://www.ex-ante.cl/que-hay-detras-del-proyecto-minero-peruano-cerca-de-la-frontera-que-inquieta-al-gobierno-y-a-parlamentarios/.
[35] Eva Cruz, "Senace aprobó la tercera Modificación del EIA detallado de la mina Pucamarca", Rumbo minero, 2024, https://www.rumbominero.com/peru/tercera-modificacion-del-eia-detallado-mina-pucamarca/.

clasificado como zona de transición según el plan de manejo del AP, por lo que admitiría actividades de desarrollo sostenible compatibles con la preservación en las zonas de amortiguamiento y, sobre todo, en el núcleo. Así, la ausencia de debate en torno a estas medidas de conservación de la biodiversidad en territorio chileno, incluso cuando estas podrían estar siendo afectadas, constituye un aspecto particularmente sobresaliente para nuestro análisis.

TIPO 2: YUXTAPOSICIÓN PLANIFICADA (SURIRE, CHILE)

En el Salar de Surire proponemos un análisis de la actividad minera de Quiborax[36], empresa creada con capitales principalmente chilenos (de las familias Fosk, Frenkel, Maragaño, Fux y Kaplún). En la zona, la operación minera contó con la autorización para extraer ulexita en el Salar de Surire mediante dos decretos supremos: el 116 de 1978 y el 12 de 1989 emitidos durante la dictadura de Augusto Pinochet en Chile.[37] La explotación dentro del salar se estableció con la restricción de no afectar la flora y fauna, aplicando una exigencia de mantener tres kilómetros entre la zona de explotación y las de anidación de flamencos de tres especies, así como de 700 metros de las lagunas naturales del humedal. También se fijó una profundidad máxima de extracción de 30 centímetros en la superficie del salar para la extracción de la ulexita. La idea de estas restricciones fue mantener los sitios protegidos, como Monumento Nacional, sitio RAMSAR y, más recientemente, como parte de la RB Alto Andina-Lauca.

Ahora bien, en 2024, a partir de una acción del Tribunal Ambiental de Chile, se dictaminó que las actividades mineras de esta empresa estaban sobrepasando el marco normativo y que sus operaciones debían cesar en el sitio.[38] Sin embargo, posteriormente se otorgó "la autorización excepcional para realizar actividades de nivelación en las áreas intervenidas durante el 2024, además del retiro y transporte de ulexita acopiado en el salar hasta noviembre de 2025 [... y la autorización de mantener

[36] Quiborax, "Lo que hacemos", Quiborax, 2024, http://www.quiborax.com/.
[37] Decreto Supremo N° 116 (1978). https://imgs.mongabay.com/wp-content/uploads/sites/25/2024/03/05153307/3-Decreto-116-1978-Surire.pdf; Decreto 12 (1989). https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=94616.
[38] "La fórmula de minera Quiborax para saltarse las reglas en el Salar de Surire", CIPER, 2024, https://www.ciperchile.cl/2024/03/06/la-formula-de-minera-quiborax-para-saltarse-las-reglas-en-el-salar-de-surire/.

el] régimen de explotación propuesto por Quiborax en septiembre de 2024".[39] Esta flexibilización de las medidas se debió tanto al compromiso de la empresa por cumplir "estrictas condiciones ambientales"[40] como a la protesta de los trabajadores vinculados a la operación (muchos de ellos habitantes de la zona) expresada en el bloqueo de la ruta 11, que conecta el puerto de Arica con el interior de Bolivia. Esta medida de presión se dio en un contexto de crisis de provisión de carburantes del país vecino, lo que la hizo particularmente relevante en la relación transfronteriza.[41]

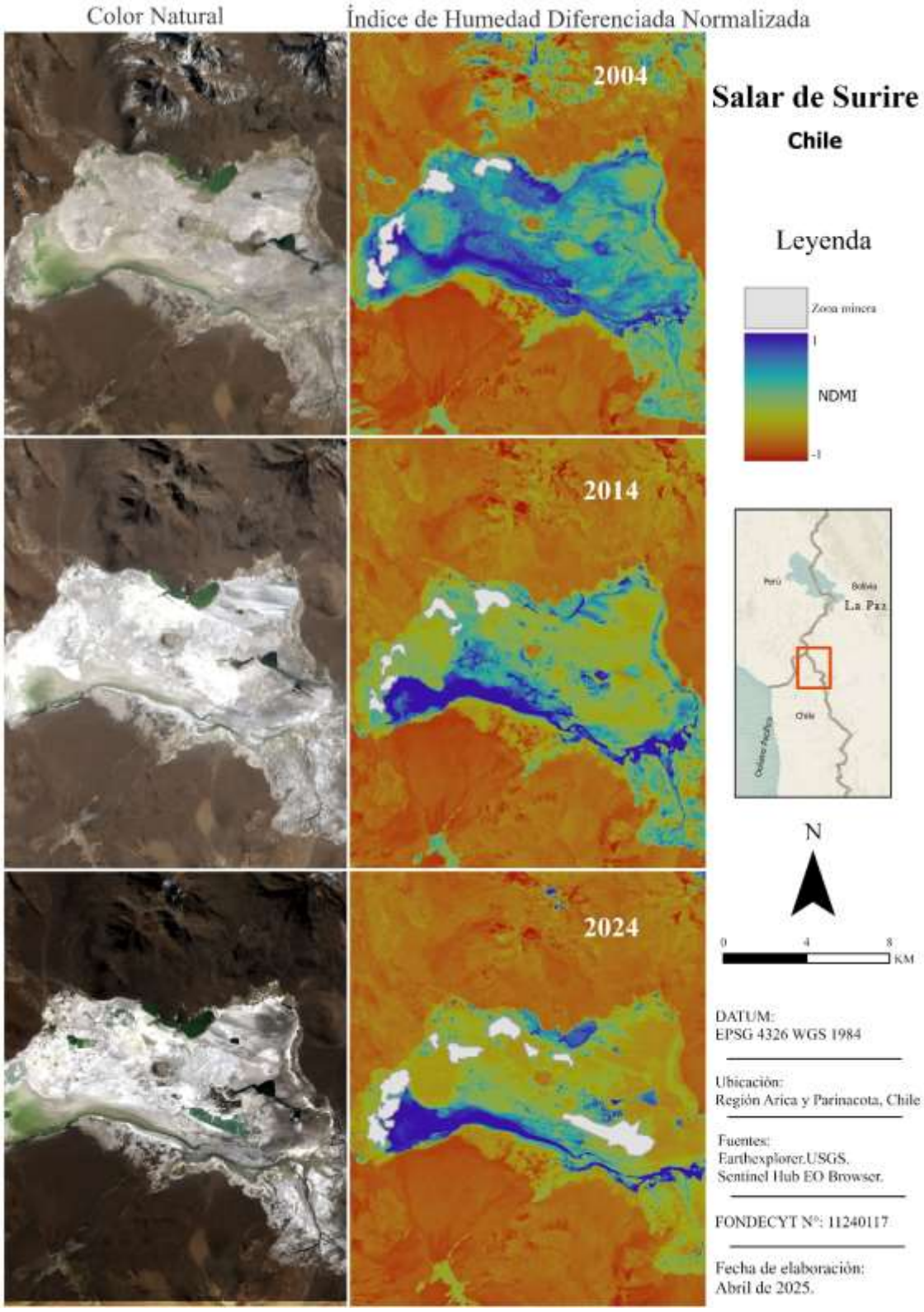
Para comprender el avance histórico de esta operación minera en el salar, el análisis multitemporal se realizó con el índice Humedad Diferenciada Normalizada (NDMI, por sus siglas en inglés) que utiliza las bandas infrarroja cercana e infrarroja de onda corta para distinguir la acumulación natural o artificial de humedad. Los resultados se expresan en la Figura 4, donde se puede reconocer la modificación del área ocupada por los cuerpos hídricos antrópicos y los humedales sobre la superficie del salar. Respecto a estos cuerpos naturales, se aprecia una reducción en su superficie en los últimos 20 años. En contraste, aquéllos artificiales, que corresponden a piscinas excavadas con la maquinaria minera, evidencian la expansión de la producción en el salar en los últimos 10 años.

[39] "Tribunal Ambiental le da un poco de oxígeno a Quiborax", El Morro de Arica, 2025, https://elmorrodearica.cl/tribunal-ambiental-le-da-un-poco-de-oxigeno-a-quiborax/#:~:text=La%20medida%20cautelar%20dictada%20por%20el%20Primer,la%20empresa%20operar%2C%20pero%20baja%20estrictas%20restricciones.

[40] "Autorizan explotación parcial a Quiborax fuera del área protegida del salar Surire", Mundo minería, 2025, https://mundomineria.cl/2025/05/27/2059/.

[41] ERBOL, "Más de 12 millones de litros de combustible varados en Chile obligan a reducir la provisión en Bolivia", Periódico Digital ERBOL, 2024, https://erbol.com.bo/econom%C3%ADa/m%C3%A1s-de-12-millones-de-litros-de-combustible-varados-en-chile-obligan-reducir-la-provisi%C3%B3n.

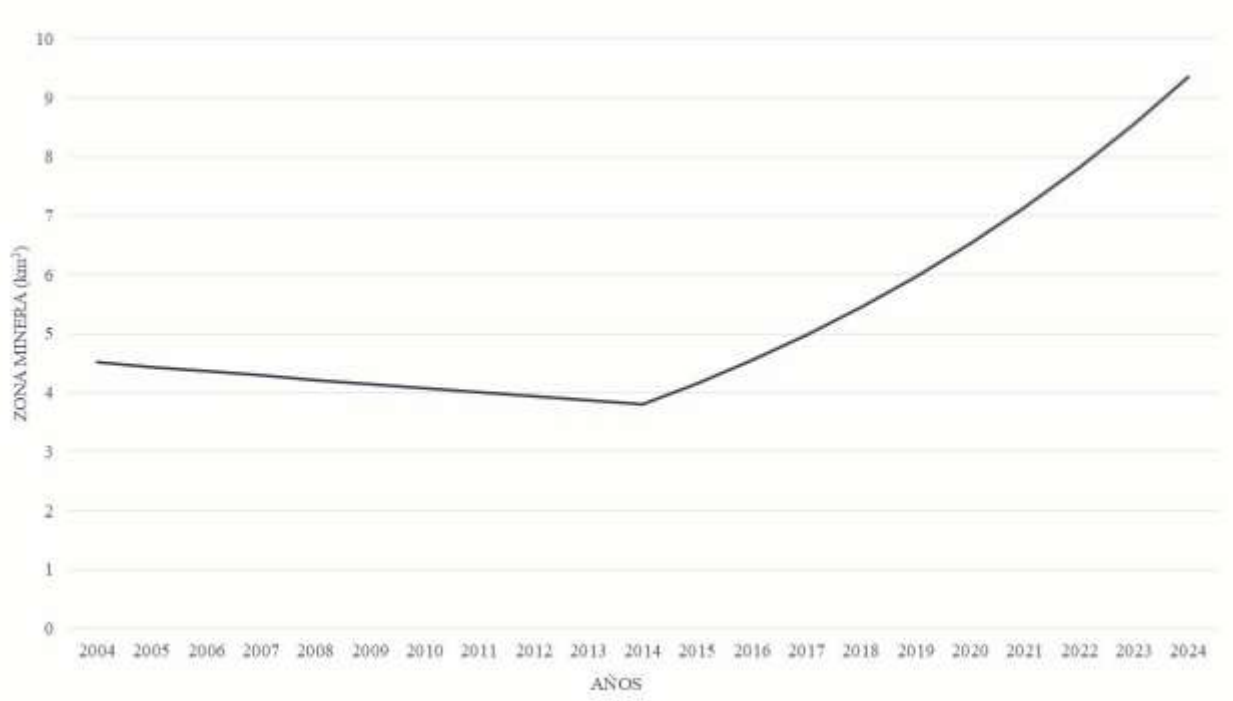
Figura 4. Imágenes satelitales, en color natural y tratada con NDMI, del Salar de Surire



Fuente: elaboración propia

La Figura 5 trata de aproximar una cuantificación de la superficie ocupada por las actividades de Quiborax y mostrar el crecimiento de acumulaciones artificiales de agua, sobre todo entre 2014 y 2024. En ese sentido, aunque la operación no es exigente en términos de uso de agua para el procesamiento del material *in situ* -a diferencia de otras actividades mineras- sí implica la modificación de las acumulaciones hídricas naturales del humedal y, por lo tanto, de la biodiversidad asociada. A este efecto se suman, según las narrativas locales, efectos asociados al polvo que afecta terrenos y ganado en torno al camino de tierra por donde circulan los camiones que portan el material desde el salar hasta su zona de acopio, a través del AP.

Figura 5: Tasa de crecimiento del área minera en el Salar de Surire



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, aunque existen registros de denuncias de algunos habitantes sobre los efectos de las actividades mineras, también se ha tenido contacto con dirigentes locales que defienden el mantenimiento de esta operación extractivista. De hecho, señalan que se trataría de una forma de explotación que daría continuidad a las actividades extractivas ancestrales de la población sobre el salar. La empresa las habría

formalizado y tecnificado, garantizando puestos de trabajo para los familiares y vecinos de la comunidad. Así se explica el respaldo local que está dispuesto a aprovechar su proximidad con el circuito comercial transfronterizo entre Bolivia y Chile para sostener estas actividades ante la amenaza de su cierre.

Cabe recordar que la declaratoria de protección se realizó previendo un polígono que facilitó la concesión e instalación de la empresa minera a finales de la década de 1970. Por ello, se argumenta que las actividades de Quiborax en el salar de Surire se habrían desarrollado sin sobrepasar los límites del Monumento Nacional y del sitio RAMSAR. En esa misma línea, la zonificación de la RB reconoce específicamente el sector concesionado a Quiborax, que se encuentra rodeado por áreas de amortiguamiento en el salar y que ha sido clasificado como zona de transición. De este modo, aunque forma parte de la RB Lauca, admite actividades económicas y de desarrollo. Si bien existen controversias que han cuestionado la presencia de operaciones mineras en las AP de Chile,[42] estas se consideran claramente contradictorias para la figura de Parque Nacional, pero no necesariamente en otras categorías de protección. Así, aunque la explotación minera parece opuesta a las nociones de desarrollo sostenible promovidas por el programa MaB, se presenta como una opción que persiste y convive con la RB.

TIPO 3: YUXTAPOSICIÓN INVASIVA (SUCHEZ, BOLIVIA-PERÚ)

En la frontera boliviano-peruana, al noreste de la RB Apolobamba, se encuentran cientos de operaciones mineras, tanto en la laguna de Suchez como hacia el sur, aguas abajo, en la cuenca del río fronterizo con el mismo nombre. Se trata actividades que explotan oro aluvional, con la técnica conocida como *shute*: "un sistema de explotación combinado entre lo artesanal e industrial heredado del Perú [...], consta de una caseta de lavado de grandes cantidades de tierra, fruto del desmonte que es el momento donde se utiliza maquinaria pesada [...:] retro excavadoras o palas, bombas de agua y mangueras".[43] Así, entre movimiento de tierra, de agua y de amalgama con

[42] Comisión de Minería y Energía de la Cámara de Diputados, *Labores mineras en Parques Nacionales* (Biblioteca del Congreso de Chile, 2016), 1–8, https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23255/2/Miner%C3%ADa%20en%20Parques%20Nacionales.pdf.
[43] Arturo Revollo y Oscar Campanini, *La minería del oro: amenaza ambiental y de soberanía*, Petropress (CEDIB, 2014), 6, https://www.cedib.org/wp-content/uploads/2015/03/amenaza-ambiental-y-de-soberania.pdf.

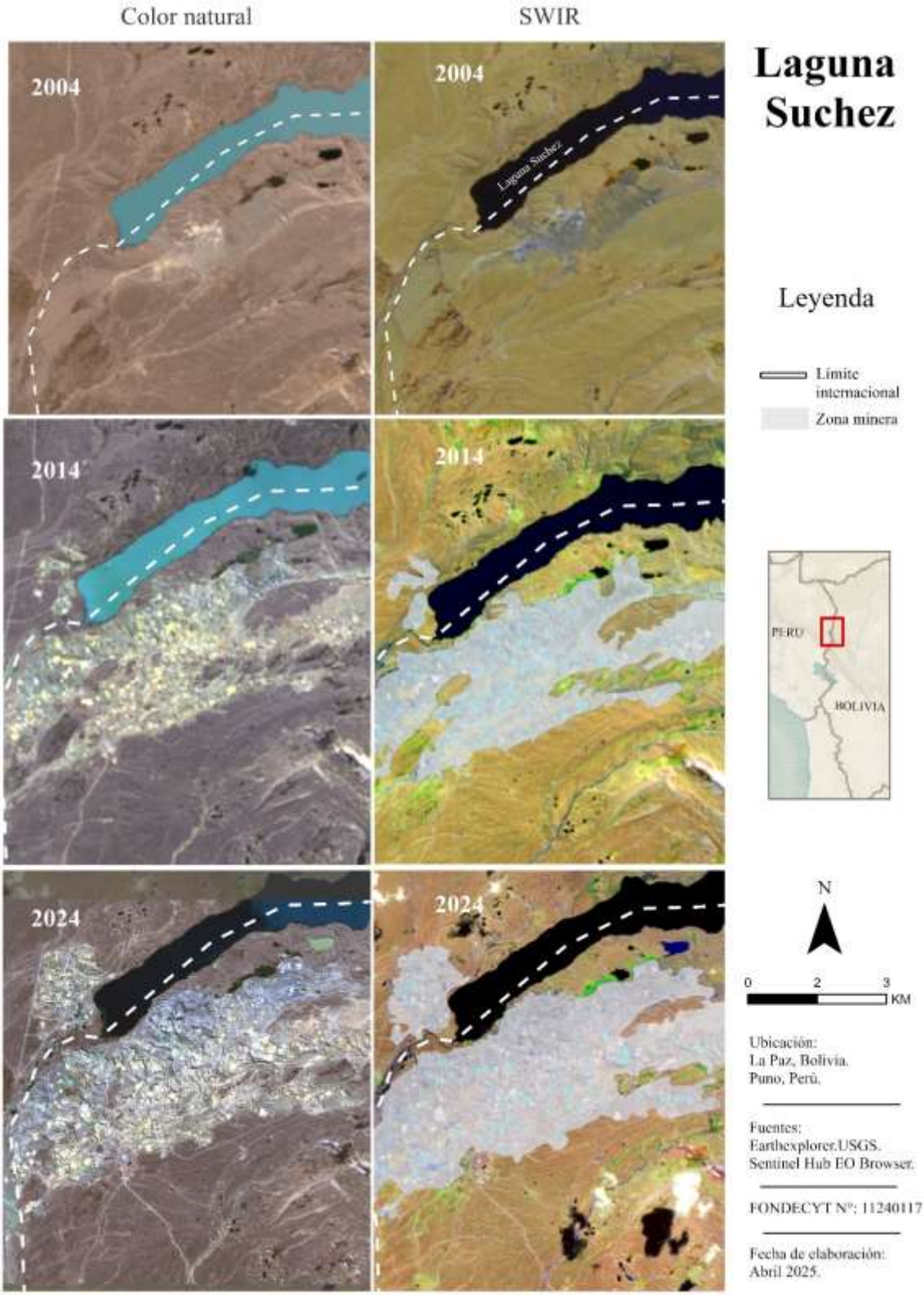
mercurio, se ha denunciado contaminación, aérea y por infiltración poco planificada cuyos efectos afectarían la parte superior de la cuenca.[44]

Una comisión binacional, organizada en 2010,[45] identificaba cerca de 100 instalaciones de este tipo en la zona. Estarían lideradas por la denominada minería pequeña en Perú o cooperativista en Bolivia. De hecho, en ese momento se sugería que, a los dos lados de la frontera, existía predominio de operaciones que estaban dentro de concesiones legales o que estaban en trámites para regularizar sus operaciones. Esta actividad tendría antecedentes históricos, como registran los documentos asociados a la conservación: "Si bien el potencial aurífero del ANMI Apolobamba ha sido explotado desde tiempos precolombinos, la actividad realmente empezó a cobrar importancia a partir de 1985, con el cierre masivo de empresas y operaciones mineras estatales".[46] Justamente a fines del siglo XX habrían existido un intento de explotación liderado por una empresa transnacional en el lado boliviano, que pocos años después sería reemplazada por cooperativas locales.[47] Como muestra la Figura 6, las operaciones fueron muy exitosas en Bolivia y se expandieron rápidamente, sobre todo entre 2004 y 2014.

La Figura 6 es resultado de una composición RGB llamada SWIR (Infrarrojo de Onda Corta, por sus siglas en inglés) que permite estimar fácilmente la cantidad de agua presente en las plantas y en el suelo. Así, da cuenta de la vegetación en tonos verdes, del suelo y las zonas urbanizadas en diversos tonos de marrón y, sobre todo, del agua en negro. De esta manera, es posible estimar una expansión de un área minera con cerca de 30 km^2 alcanzada en dos décadas con creación de pozas (de agua y de sedimentación) y movimientos de tierra asociados a la explotación aurífera en la laguna Suchez. De hecho, como se ve en la Figura 7, la leve desaceleración de la tasa de crecimiento en la segunda década estudiada, posiblemente se debe a un agotamiento de los yacimientos. Según se nos ha indicado en terreno, actualmente se trabaja también sobre los relaves que todavía permiten una extracción suficiente de metal.

[44] Bethy Andy Mamani Villalba et al., "Evaluación Ecotoxicológica mediante bioensayo con Daphnia Pulex en sedimentos del Río Suches, Cojata frontera Perú – Bolivia, 2019", *Fides Et Ratio* 22 (2021): 191–215.
[45] Comisión Binacional de Minería, *Actualización del inventario y situación técnico-legal de los derechos y operaciones mineras en la Cuenca Binacional del río Suches (Perú – Bolivia)* (Lima-La Paz, 2010).
[46] Stéphane Pauquet, *Diagnóstico del área de manejo integrado Apolobamba*, Serie Perfiles de Parques (ParksWatch-Bolivia, 2005), p. 36.
[47] Thomas Graham, "In a Bolivian protected area torn up for gold, focus is on limiting damage", https://news.mongabay.com/, *Mongabay*, 2023, https://news.mongabay.com/2023/05/in-a-bolivian-protected-area-torn-up-for-gold-focus-is-on-limiting-damage/.

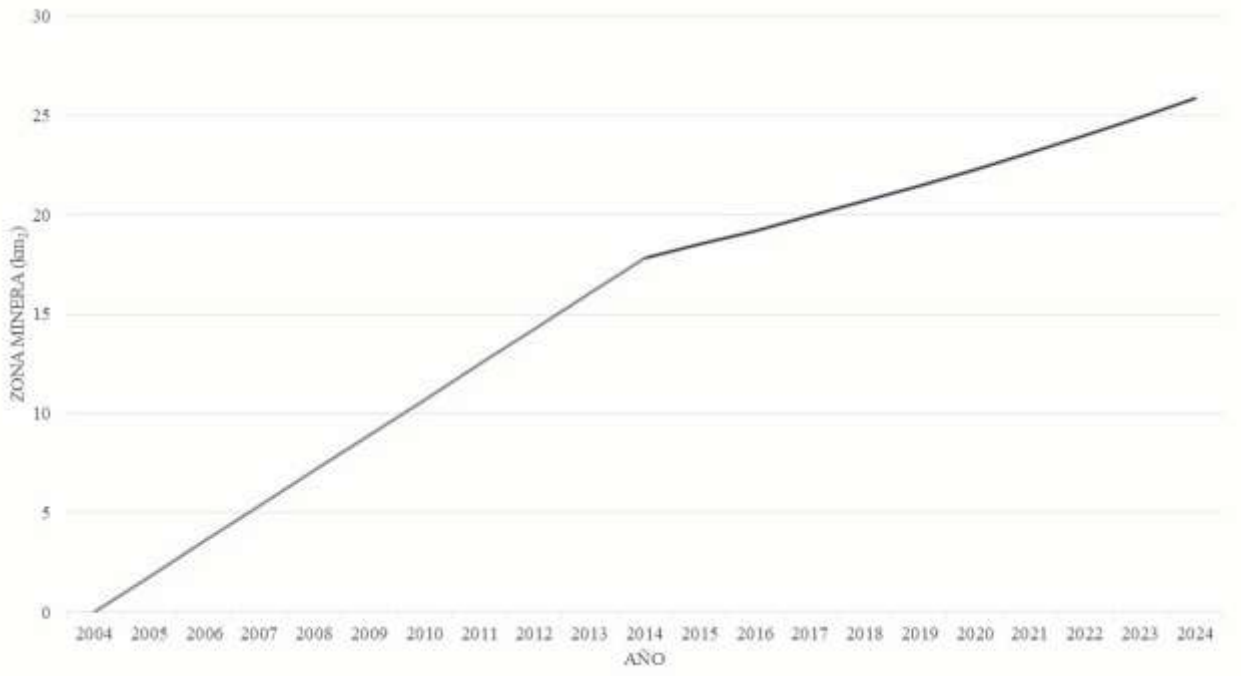
Figura 6: Imágenes satelitales, en color natural y composición RGB SWIR, del lago y río Suchez



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Tasa de crecimiento del área minera en el lago Suchez

Figura 6: Imágenes satelitales, en color natural y composición RGB SWIR, del lago y río Suchez



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, la extensión -más amplia en Bolivia que en Perú- se habría debido a un mayor control de productos clave, como el mercurio desde el Estado peruano.[48] De hecho, en todo el ANMI y RB Apolobamba existiría una sobreposición tensa entre concesiones mineras y medidas de protección, como se expresa en su Plan de Manejo 2016-2025: "según datos otorgados por la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera – AJAM, reporta que en el ANMIN Apolobamba existen 132 concesiones mineras consolidadas, de las cuales 119 cuentan con autorizaciones y/o contratos por cuadrícula y 13 por pertenencia, asimismo existen 131 solicitudes o peticiones de concesiones".[49] A esto se habrían sumado algunas tensiones transfronterizas por actividades de peruanos en Bolivia asociados a la actividad minera[50] . Entrevistas de

[48] Tania Ángela Terán Mita, "Evaluación de los efectos ambientales de la minería aurífera a pequeña escala en el ANMIN-Apolobamba (Bolivia)" (Universidad Politécnica de Cartagena, 2021), https://doi.org/10.31428/10317/10419.
[49] SERNAP, "Plan de manejo. Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (2016-2025)", Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Servicio Nacional de Áreas Protegidas, 2016, p. 252.
[50] Revollo y Campanini, *La minería del oro: amenaza ambiental y de soberanía*.

terreno en Puno nos confirman que estas preocupaciones siguen presentes en las autoridades gubernamentales locales.

Las problemáticas por esta superposición territorial también se relacionan con los derechos colectivos otorgados a los pueblos indígenas en Bolivia. La Marka Cololo Copacabana Antaquilla tiene derechos de propiedad colectiva que están formalmente reconocidos y sus actividades económicas se dividen principalmente entre la minería y la ganadería camélida. La información recogida en terreno nos permite apuntar que todos los asociados de las cooperativas mineras de la región son comunarios de este territorio indígena, aunque subcontratan trabajadores mineros de otras localidades, tanto nacionales como peruanos. Así, estas actividades en cierta medida podrían considerarse como "minería con participación comunal", ya que hace "referencia a la gestión, el acceso, la utilización y la distribución de los recursos del "subsuelo" en la comunidad y que constituyen nuevas formas de apropiación y reivindicación del territorio".[51]

En ese contexto, las relaciones con las medidas de conservación del RB resultan particulares. En el pueblo de Suchez existe un campamento de guardaparques cuyo rol principal sería evitar que las actividades de las cooperativas mineras sobrepasen las concesiones otorgadas legalmente (o en proceso de formalizarse) y que las pozas de sedimento no presenten un riesgo de derrame. Ahora bien, en términos de zonificación, el ANMI y RB Apolobamba toma como referencia el sistema nacional de áreas protegidas de Bolivia. En consecuencia, aplica una zonificación con más categorías que la sugeridas por el MaB. Implica zonas: de protección estricta, de uso moderado, de recuperación natural, de aprovechamiento de los recursos naturales o uso intensivo extractivo, de uso intensivo no extractivo, de uso extensivo consuntivo, de interés histórico cultural, de amortiguación y de usos especiales.[52] En esta amplia clasificación, respecto a los lineamientos del MaB, las actividades mineras fronterizas que observamos están en las zonas de amortiguación o de uso extensivo extractivo.

[51] Yonathan Layme Choqque y Caroline Weill, "¿Minería informal o con participación comunal? Una discusión sobre conceptos, actores y la estigmatización de una actividad económica compleja", *Discursos Del Sur*, núm. 15 (2025) p. 146, https://doi.org/10.15381/dds.n15.28600.
[52] SERNAP, "Plan de manejo. Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (2016-2025)".

Esta ampliación de categorías de zonificación parece favorecer el aprovechamiento intensivo de recursos, y además, está sujeta a iniciativas de rezonificación: "reivindicando hacer prevalecer su visión productiva local, con la apertura de caminos, construcción de puentes de comunicación, producción agrícola, industria maderera y principalmente actividad minera".[53] De esta manera, no sólo la minería está permeada por los intereses de las comunidades transfronterizas, sino también las lógicas de zonificación, que diversifican y complejizan aquéllas sugeridas para las Reservas de la Biósfera.

COMPARANDO LOS TRES TIPOS

Los tipos identificados permiten problematizar las ubicaciones donde operan las actividades mineras en relación con las RB analizadas: dos de ellas superpuestas a las unidades de conservación, mientras la otra en colindancia con ésta. Sin embargo, en todos los casos su emplazamiento se asocia a una clasificación zonal específica de las RB: a las zonas de transición definidas en los planes de manejo de las áreas protegidas. Esa localización parecería atenuar las contradicciones que implica su presencia, aunque la presión sobre los recursos -principalmente hídricos- resulte evidentemente incompatible con la conservación de la biodiversidad. Cabe anotar que sus externalidades no sólo dan cuenta de afectaciones a los cursos de agua, sino al entorno, a partir de las emisiones de material particulado asociado a la explotación, al transporte del material extraído y a su requerimiento de infraestructura, como se expone en la Tabla 1.

La relación con las fronteras internacionales se hace visible principalmente a través de la movilidad laboral vinculada a la minería: por un lado, como vía de acceso a nuevas oportunidades de trabajo y, por otro, como mecanismo para asegurar su continuidad mediante el bloqueo del tránsito[54] transfronterizo, tal como muestran los casos de Surire y Suchez, respectivamente. En contraste, la operación minera en Pucamarca genera el mayor rechazo entre los pobladores de la RB, posiblemente

[53] Ibid., p. 276.
[54] Alberto Preci et al., "Route barrée, barrer la route : espaces et sociétés à l'arrêt dans les Suds", *Suds* 291 (2025): 7–22, https://doi.org/10.4000/16m47.

porque no ofrece empleo ni compensaciones a los habitantes del lado chileno de la frontera. De este modo, para las comunidades locales, las dinámicas de conservación resultan irrelevantes o incluso inoportunas, como ilustra el caso de Suchez, donde la gestión del área protegida parece supeditarse al mantenimiento de la minería aurífera. En todo caso, para las administraciones chilena y boliviana de estas AP, la frontera internacional no constituye un eje central, y los planes de manejo no contemplan esfuerzos significativos para abordar las facilidades o tensiones que se derivan de su presencia.

Tabla 1. Tasa de crecimiento del área minera en el lago Suchez

Componente	**Colindancia casual (Pucamarca)**	**Yuxtaposición planificada (Surire)**	**Yuxtaposición invasiva (Suchez)**
Operador	Empresa peruana transacionalizada	Empresa chilena transacionalizada	Minería comunal (pequeña en Perú, cooperativista en Bolivia)
Localización respecto a la zonificación MaB	Colindante a la zona de transición	En la zona de transición	Colindante y en la zona de transición (zona de aprovechamiento de RRNN)
Posibles externalidades asociadas	Polvo en producción y transporte. Perforación de pozos de agua y posible secado de bofedales. Posible contaminación de cursos de agua.	Modificación de acumulación natural de agua. Interrupción de ciclos bilógicos de reproducción de especies. Polvo por la producción y transporte.	Modificación de cursos de agua y acumulación de residuos mineros. Polvo y gases asociados a la actividad aurífera. Contaminación de la cuenca alta transfronterizas con residuos mineros.
Uso de agua	Alto	Bajo	Alto
Localización respecto al límite intencional	Colindante al limité internacional, reafirmándolo.	Alejado del límite internacional, pero capaz de aprovecharlo.	En ambos lados del límite internacional y aprovechando las ventajas de límite internacional

Fuente: Elaboración propia

La relación con las fronteras internacionales se hace visible principalmente a través de la movilidad laboral vinculada a la minería: por un lado, como vía de acceso a nuevas oportunidades de trabajo y, por otro, como mecanismo para asegurar su

continuidad mediante el bloqueo del tránsito[55] transfronterizo, tal como muestran los casos de Surire y Suchez, respectivamente. En contraste, la operación minera en Pucamarca genera el mayor rechazo entre los pobladores de la RB, posiblemente porque no ofrece empleo ni compensaciones a los habitantes del lado chileno de la frontera. De este modo, para las comunidades locales, las dinámicas de conservación resultan irrelevantes o incluso inoportunas, como ilustra el caso de Suchez, donde la gestión del área protegida parece supeditarse al mantenimiento de la minería aurífera. En todo caso, para las administraciones chilena y boliviana de estas AP, la frontera internacional no constituye un eje central, y los planes de manejo no contemplan esfuerzos significativos para abordar las facilidades o tensiones que se derivan de su presencia.

Finalmente, más allá de las categorías espaciales presentadas en la Tabla 1, es relevante destacar cómo estas se dinamizan según las temporalidades asociadas a cada actividad minera. Así, las operaciones más planificadas, como Pucamarca y Surire, parecen contar con límites normativos precisos para sus labores, aunque en ambos casos estos se negocian con las autoridades y se flexibilizan. Por su parte, la que parece ser espontánea y descontrolada, en Suchez, carece de límites generales o compartidos, salvo el agotamiento del recurso explotado, incluso de sus relaves. Cabe destacar que, en las actividades auríferas, el uso intensivo de agua y la producción de residuos permiten prever la persistencia de los efectos de la explotación minera sobre el entorno, lo que pone en especial tensión el concepto de "desarrollo sostenible" central para el MaB, como vimos en el apartado teórico del texto.

CONCLUSIONES

El análisis permitió distinguir tres tipos de relación entre minería y conservación en zonas de frontera andina: colindancia casual, yuxtaposición planificada y yuxtaposición invasiva. La colindancia casual describe una proximidad no intencional entre la operación minera de Pucamarca y la zona de transición de la RB Alto Andina-Lauca, sin interacción institucional o normativa entre ambas en la frontera

[55] Alberto Preci et al., "Route barrée, barrer la route : espaces et sociétés à l'arrêt dans les Suds", *Suds* 291 (2025): 7–22, https://doi.org/10.4000/16m47.

de Perú con Chile. La yuxtaposición planificada muestra una situación en la que la actividad minera es reconocida e incorporada desde el diseño de la zonificación de la RB en el Salar de Surire, en Chile. Finalmente, la sobreposición invasiva expone un escenario donde las actividades mineras se amplían dentro de la ANMI y RB Apolobamba, generando una ocupación sostenida e intensa, como se observa en la cuenca del lago y río Suchez, en la zona limítrofe entre Bolivia y Perú. Estos tipos permiten ver cómo las categorías: fronteras internacionales, actividades extractivistas mineras y áreas protegidas naturales se relacionan de formas diversas en la región altoandina compartida por estos países.

El estudio permite afirmar que todas las operaciones identificadas parecen generar impactos ambientales sobre la biodiversidad, incluso cuando las actividades mineras se desarrollan fuera de los límites estrictos de las reservas. Aunque se contraponen a las lógicas de preservación de la biodiversidad que convocan las RB, su presencia parece justificarse con la clasificación zonal, puesto que todas se relacionan con zonas de transición (o similares). Así, es posible subrayar que se requieren más indagaciones para comprender mejor los procesos de zonificación de estas AP y su consolidación específica asociada a la minería. De hecho, nuestro análisis permite sugerir que más bien parecen funcionar como espacios habilitados para sostener actividades extractivistas, desplazando su función para el fomento de actividades económicas adecuadas para la conservación de la biodiversidad.

Asimismo, la respuesta social ante estas actividades está mediada por las posibilidades de inserción laboral local, lo que podría explicar tanto la resistencia como el respaldo comunitario a las operaciones mineras y la movilidad (o la inmovilización) transfronteriza. En ese sentido, si en Suchez y Surire se apoya a la actividad minera es porque facilita el acceso a trabajo para las comunidades locales, mientras en Visviri, donde la población aymara chilena se siente afectada por la operación peruana de Pucamarca, no existe ninguna oferta laboral similar. Igualmente, las asimetrías de acceso al trabajo en ciertas comunidades o la distribución comunal de los beneficios parecen ser aspectos centrales para explicar las particularidades de cada tipo.

Esto no solo tensiona las concepciones de conservación *in situ*, sino que revela cómo las medidas de protección están subordinadas frecuentemente a los intereses

económicos y mediadas por las capacidades estatales contrastantes en estas regiones fronterizas, como periferias geográficas y geopolíticas. Las zonificaciones aplicadas por los Estados nación discrepan fuertemente entre sí: mientras que en Chile se observa una estructura más simple y rígida, Bolivia aplica una clasificación más compleja y adaptativa. Sin embargo, en ambos casos las fronteras nacionales no parecen ser consideradas ni como amenazas ambientales ni como oportunidades para una gestión coordinada. Paradójicamente, es el sector minero el que parece sacar mayor provecho de estas condiciones fronterizas, aplicando cierta flexibilidad institucional, articulándose a los discursos nacionalistas de soberanía limítrofe y aprovechando la distancia respecto a los centros urbanos y administrativos.

En este escenario, cabe preguntarse por la viabilidad futura de las Reservas de la Biósfera como laboratorios que conjugan conservación y desarrollo sostenible. En contextos históricamente mineros como los andinos, donde la presión extractivista es constante y muchas veces legitimada localmente, resulta urgente debatir si estas reservas deben mantener su rol como experiencias de sostenibilidad conservacionista o si más bien pueden transformarse en espacios para la restauración ecosistémica, con marcos de gobernanza más robustos y empáticos respecto a las particularidades socioambientales de estas fronteras.

AGRADECIMIENTOS

Este texto es resultado del FONDECYT Iniciación 11240117 "Tensiones en territorios de conservación y prácticas transfronterizas en áreas protegidas entre Chile-Bolivia y Perú-Bolivia", de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile. Queremos agradecer a Laura Andrea Ebenau, Rebeca Steiman y Stephanie Weiss Müller por sus lecturas y contribuciones al texto.

REFERENCIAS

Agnew, John A. *Hidden Geopolitics: Governance in a Globalized World*. Lanham: Rowman & Littlefield, 2023.

Berg, Lawrence D., Ulrich Best, Mary Gilmartin, y Henrik Gutzon Larsen. «Introduction: Placing Critical Geographies». En *Placing Critical Geographies: Historical Geographies of Critical Geography*, 1.ª ed., 1–18. Londres: Routledge, 2021. https://doi.org/10.4324/9781315600635.

Browne R., Vicente. «Qué hay detrás del proyecto minero peruano cerca de la frontera que inquieta al Gobierno y a parlamentarios». *Ex-ante*, 2025.

Brunet-Jailly, Emmanuel. «Special Section: Borders, Borderlands and Theory: An Introduction». *Geopolitics* 16, n.º 1 (2011): 1–6. https://doi.org/10.1080/14650045.2010.493765.

Campanini Gonzales, Oscar. «El extractivismo en Bolivia: efectos derrame e impactos en las áreas nacionales protegidas». *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*, n.º 130 (2022): 73–95. https://doi.org/10.24241/rcai.2022.130.1.73.

Chile. Congreso Nacional. Cámara de Diputados. Comisión de Minería y Energía. *Labores mineras en Parques Nacionales*. Valparaíso: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2016.

Chile. Presidencia de la República. «Decreto Supremo N.º 116 de 1978: Autoriza explotación de ulexita en el Salar de Surire». Santiago de Chile: Ministerio de Minería, 1978.

Chile. Presidencia de la República. «Decreto Supremo N.º 12 de 1989: Modifica condiciones de explotación en el Monumento Natural Salar de Surire». Santiago de Chile: Ministerio de Minería, 1989. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=94616.

CIPER Chile. «La fórmula de minera Quiborax para saltarse las reglas en el Salar de Surire». *CIPER*, 6 de marzo de 2024.

Comisión Binacional de Minería. *Actualización del inventario y situación técnico-legal de los derechos y operaciones mineras en la Cuenca Binacional del río Suches (Perú - Bolivia)*. Lima y La Paz: Comisión Binacional de Minería, 2010.

Cruz, Eva. «Senace aprobó la tercera Modificación del EIA detallado de la mina Pucamarca». *Rumbo Minero*, 2024. https://www.rumbominero.com/peru/tercera-modificacion-del-eia-detallado-mina-pucamarca/.

Dallimer, Martin, y Niels Strange. «Why Socio-Political Borders and Boundaries Matter in Conservation». *Trends in Ecology & Evolution* 30, n.º 3 (2015): 132–39. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.12.004.

De las Casas D., César A. «Actividades mineras con impactos transfronterizos: el caso de la Mina Pucamarca en la región fronteriza entre el Perú y Chile en el marco de los Instrumentos de Gestión Ambiental y el derecho ambiental internacional». Trabajo de grado de Especialidad en Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022.

De Marchi Moyano, Bianca. «La protección socioambiental en la frontera boliviano-chilena». *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 27, n.º 3 (2023). https://doi.org/10.1344/sn2023.27.41751.

De Marchi Moyano, Bianca, et al. «Áreas protegidas (Sudamérica, siglos XX-XXI)». En *Diccionario del agro iberoamericano*, editado por José Muzlera y Alejandra Salmón, 87–96. Buenos Aires: TeseoPress, 2020. https://doi.org/10.55778/ts878866925.

Dudley, Nigel, ed. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland: IUCN, 2008. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2008.PAPS.2.en.

El Morro de Arica. «Tribunal Ambiental le da un poco de oxígeno a Quiborax». *El Morro de Arica*, 2025.

ERBOL. «Más de 12 millones de litros de combustible varados en Chile obligan a reducir la provisión en Bolivia». *Periódico Digital ERBOL*, 2024.

Ferreira, Ana Filipa, Rui Ferreira dos Santos, Pedro Jordão, y Rui Pedro Julião. «Biosphere Reserves' Management Effectiveness—A Systematic Literature Review and a Research Agenda». *Sustainability* 12, n.º 14 (2020): 5497. https://doi.org/10.3390/su12145497.

Graham, Thomas. «In a Bolivian Protected Area Torn up for Gold, Focus Is on Limiting Damage». *Mongabay*, 2023.

Harvey, David. «The Geopolitics of Capitalism». En *Social Relations and Spatial Structures*, editado por Derek Gregory y John Urry, 128–63. Londres: Macmillan Education UK, 1985. https://doi.org/10.1007/978-1-349-27935-7.

Hodgetts, Timothy. «Connectivity as a Multiple: In, with and as 'Nature'». *Area* 50, n.º 1 (2018): 83–90. https://doi.org/10.1111/area.12353.

Hull, Vanessa, et al. «Evaluating the Efficacy of Zoning Designations for Protected Area Management». *Biological Conservation* 144, n.º 12 (2011): 3028–37. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.007.

Ishwaran, Natarajan, et al. «Concept and Practice: The Case of UNESCO Biosphere Reserves». *International Journal of Environment and Sustainable Development* 7, n.º 2 (2008): 118–31. https://doi.org/10.1504/IJESD.2008.018358.

Klier, Gabriela. «La naturaleza que se conserva: Una aproximación al concepto de biodiversidad». *Apuntes de Investigación del CECYP*, n.º 27 (2016): 206–17. https://apuntescecyp.com.ar/index.php/apuntes/article/view/577/481.

Klier, Gabriela, y Guillermo Folguera. «¿Caras de una misma moneda? Conservación de la biodiversidad y extractivismo en América Latina». *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, n.º 22 (2017): 182–204. https://doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2704.

Layme Choqque, Yonathan, y Caroline Weill. «¿Minería informal o con participación comunal? Una discusión sobre conceptos, actores y la estigmatización de una actividad económica compleja». *Discursos del Sur*, n.º 15 (2025): 146–72. https://doi.org/10.15381/dds.n15.28600.

Liu, Jiajia, et al. «Transboundary Frontiers: An Emerging Priority for Biodiversity Conservation». *Trends in Ecology & Evolution* 35, n.º 8 (2020): 679–90. https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.03.004.

Maestre-Másmela, Daniela Margarita, y María Cecilia Roa-García. «Las Zonas de Reserva Campesina (ZRC) Alrededor de Parques Nacionales Naturales (PNN) en Colombia: Entre el conservacionismo y el Extractivismo». *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña* 13, n.º 1 (2023): 213–45. https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i1.p213-245.

Maldonado Ibarra, Oscar Alberto, et al. «Áreas naturales protegidas y participación social en América Latina: problemas y estrategias para lograr la integración comunitaria». *Región y Sociedad* 32 (2020): 1–24. https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1277.

Mamani Villalba, Bethy Andy, et al. «Evaluación Ecotoxicológica mediante bioensayo con Daphnia Pulex en sedimentos del Río Suches, Cojata frontera Perú - Bolivia, 2019». *Fides et Ratio* 22 (2021): 191–215.

MINSUR. «Quiénes somos». Portal corporativo de Minsur S.A., 2024. https://www.minsur.com/quienes-somos.

Mundo Minería. «Autorizan explotación parcial a Quiborax fuera del área protegida del salar Surire». *Mundo Minería*, 27 de mayo de 2025. https://mundomineria.cl/2025/05/27/2059/.

Paasi, Anssi. «Border Studies Reanimated: Going Beyond the Territorial/Relational Divide». *Environment and Planning A: Economy and Space* 44, n.º 10 (2012): 2303–9. https://doi.org/10.1068/a45282.

Pauquet, Stéphane. *Diagnóstico del área de manejo integrado Apolobamba*. Serie Perfiles de Parques. La Paz: ParksWatch-Bolivia, 2005.

Perú. Ministerio de Energía y Minas. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto minero* PUCAMARCA. Informe N.º 977-2009-MEM-AAM. Lima: Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, 2009.

Portal Minero. «Proyecto minero Pucamarca en Tacna generará más de S. 60 millones de canon minero». *Portal Minero*, 2010. https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=6660763.

Purwanto, Y., et al. «Biosphere Reserve Concept Implementation for Creating Sustainability». *Journal of Tropical Ethnobiology* 3, n.º 1 (2020): 43–56. https://doi.org/10.46359/jte.v3i1.7.

Quiborax S.A. «Lo que hacemos». Portal institucional de Quiborax, 2024. http://www.quiborax.com/.

Reed, Maureen G. «The Contributions of UNESCO Man and Biosphere Programme and Biosphere Reserves to the Practice of Sustainability Science». *Sustainability Science* 14, n.º 3 (2019): 809–21. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0603-0.

Revollo, Arturo, y Oscar Campanini. *La minería del oro: amenaza ambiental y de soberanía*. Cochabamba: CEDIB, 2014.

Romero-Toledo, Hugo. «Extractivismo en Chile: la producción del territorio minero y las luchas del pueblo aimara en el Norte Grande». *Colombia Internacional*, n.º 98 (2019): 3–30.

Santillan Leiba, Victor Humberto. «Más allá del conflicto: análisis de los procesos de diálogo, con enfoque intercultural, para la gestión de crisis y el empoderamiento de la ciudadanía en un contexto de minería. Caso: las comunidades originarias Vilavilani, Palca y Ataspaca y su vínculo con la unidad minera Pucamarca de Minsur en el periodo 2022-2023». Tesis de Licenciatura en Comunicación para el Desarrollo, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2025.

SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas). *Plan de manejo. Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (2016-2025)*. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Servicio Nacional de Áreas Protegidas, 2016.

Smith, Neil. *Desarrollo desigual. Naturaleza, capital y la producción del espacio*. Madrid: Traficantes de Sueños, 2020.

Stefanick, Lorna. «Transboundary Conservation: Security, Civil Society and Cross-Border Collaboration». *Journal of Borderlands Studies* 24, n.º 2 (2009): 15–37. https://doi.org/10.1080/08865655.2009.9695725.

Steiman, Rebeca. «Áreas protegidas em zona de fronteira». *ParaOnde!?* 5, n.º especial (2011): 101–21. https://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/view/24463/14115.

Stoll-Kleeman, Susanne, y Tim O'Riordan. «The Challenges of the Anthropocene for Biosphere Reserves». *PARKS* 23, n.º 1 (2017): 89–100. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.PARKS-23-1SS-K.en.

Terán Mita, Tania Ángela. «Evaluación de los efectos ambientales de la minería aurífera a pequeña escala en el ANMIN-Apolobamba (Bolivia)». Tesis académica, Universidad Politécnica de Cartagena, 2021. https://doi.org/10.31428/10317/10419.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). «Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB)». 2024. https://www.unesco.org/es/mab.

US Department of the Interior. «USGS Science for a Changing World: EarthExplorer». Reston: USGS, 2025. https://earthexplorer.usgs.gov/.

Van Cuong, Chu, Peter Dart, y Marc Hockings. «Biosphere Reserves: Attributes for Success». *Journal of Environmental Management* 188 (2017): 9–17. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.069.

Zaragocin Carvajal, Sofia, et al. «Presentación del dossier. Hacia una reapropiación de la geografía crítica en América Latina». *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, n.º 61 (2018): 11–32. https://doi.org/10.17141/iconos.61.2018.3020.

Andean Mining and Biosphere Reserves in International Borders of Bolivia, Chile, and Peru

Abstract

This article analyzes the relationship between the reserves promoted by UNESCO's Man and the Biosphere (MaB) Programme and mining activities in the Andean border regions of Chile, Bolivia, and Peru. Drawing on a mixed-methods approach that combines multi-temporal satellite image analysis (2004-2014-2024), interviews, and literature review, the study identifies three types of interaction between mining and conservation (in transition zones) across two Biosphere Reserves: Alto Andina-Lauca and Apolobamba. These are: 1) casual contiguity (Pucamarca, Peru border), 2) planned juxtaposition (Salar de Surire, Chile), and 3) invasive juxtaposition (Suches River and Lake, Bolivia–Peru). The findings reveal that, although mining operations are located outside the core zones of the reserves, they produce environmental impacts in transition areas and show how zoning frameworks disregard international borders as meaningful categories. The analysis draws on critical geography to interpret the conflicting coexistence of extractivism and conservation in geopolitically peripheral territories. It argues for rethinking the role of these reserves in mining contexts, opening a debate on whether they should serve as spaces for ecosystem restoration rather than as laboratories for sustainable development.

Keywords: border regions; biosphere reserves; mining; Chile; Bolivia; Peru.

Recibido: 18/08/2025
Aprobado: 03/07/2026