

### **Ecosistemas emergentes: Meta análisis sobre la integración de la ecología, minería y paisaje desde un enfoque transdisciplinar**

### **Emerging Ecosystems: A Meta-Analysis of Ecological, Mining, and Landscape Integration from a Transdisciplinary Approach.**

Ecossistemas Emergentes: Meta-análise sobre a integração da ecologia, mineração e paisagem sob uma abordagem transdisciplinar.

Fecha de presentación: 30/09/2025, Fecha de Aceptación: 30/11/2025, Fecha de publicación: 01/01/2026



 **Víctor Antonio Machaca Ponce** <sup>1</sup>

**E-mail:** vmp201501@gmail.com

**Orcid:** <https://orcid.org/0009-0003-1029-8752>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia.

#### **Cita sugerida (APA, séptima edición)**

Machaca-Ponce, V. A. (2026) Ecosistemas emergentes: Meta-análisis sobre la integración de la ecología, minería y paisaje desde un enfoque transdisciplinar. *Revista Ciencia & Sociedad*, 6(1), 38-52

#### **RESUMEN**

El presente estudio aplica la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC) para sistematizar y analizar la literatura científica relacionada con la interacción entre minería, ecología, paisaje y cultura en ecosistemas complejos emergentes. A través de un proceso estructurado en la preparación sistematizada, análisis integrativo y validación transdisciplinar; logrando integrar perspectivas multidisciplinarias comprendiendo las dinámicas socioambientales territoriales con influencia extractiva. Se evidencian cuatro ejes críticos: la descomposición paisajística, que afecta la ecológica y hábitats; la cultura, reflejada en la capacidad territorial manteniendo prácticas ancestrales frente a la minería; las normativas, que regulan las actividades mineras; y el ecosistema, cuya alteración compromete la biodiversidad. Se identificó una correlación negativa entre la intensidad minera y preservación de prácticas culturales, evidenciando cómo la minera puede deteriorar el patrimonio intangible y tangible del territorio. Este trabajo contribuye con un marco interpretativo para la gestión sostenible territorial en contextos mineros, destacando la importancia de enfoques transdisciplinarios que integren conocimientos ecológicos, sociales y culturales. Así, se promueve una visión integral para abordar problemáticas socioambientales complejas, fomentando estrategias que equilibren desarrollo económico, conservación ambiental y cultural.

**Palabras Clave:** Transdisciplinariedad; Minería; Ecología; Cultura; Paisaje; Meta-análisis.

## **ABSTRACT**

This study applies the Consolidated Meta-Analytic Approach Theory (TEMAC) to systematize and analyze the scientific literature concerning the interaction between mining, ecology, landscape, and culture in complex emerging ecosystems. Through a process structured in systematized preparation, integrative analysis, and transdisciplinary validation, the research integrates multidisciplinary perspectives to understand territorial socio-environmental dynamics under extractive influence. Four critical axes are identified: landscape decomposition, which affects ecology and habitats; culture, reflected in territorial capacity and the preservation of ancestral practices in the face of mining; regulations governing mining activities; and the ecosystem, whose alteration compromises biodiversity. A negative correlation was identified between mining intensity and the preservation of cultural practices, demonstrating how mining can deteriorate the territory's intangible and tangible heritage. This work contributes an interpretive framework for sustainable territorial management in mining contexts, highlighting the importance of transdisciplinary approaches that integrate ecological, social, and cultural knowledge. Thus, it promotes an integral vision to address complex socio-environmental issues, fostering strategies that balance economic development with environmental and cultural conservation.

**Key Words:** Transdisciplinarity; Mining; Ecology; Culture; Landscape; Meta-analysis.

## **RESUMO**

O presente estudo aplica a Teoria da Abordagem Meta-Analítica Consolidada (TEMAC) para sistematizar e analisar a literatura científica relacionada à interação entre mineração, ecologia, paisagem e cultura em ecossistemas complexos emergentes. Através de um processo estruturado em preparação sistematizada, análise integrativa e validação transdisciplinar, consegue-se integrar perspectivas multidisciplinares compreendendo as dinâmicas socioambientais territoriais sob influência extractivista. Evidenciam-se quatro eixos críticos: a decomposição paisagística, que afeta a ecologia e os habitats; a cultura, refletida na capacidade territorial mantendo práticas ancestrais frente à mineração; as normativas, que regulam as atividades mineradoras; e o ecossistema, cuja alteração compromete a biodiversidade. Identificou-se uma correlação negativa entre a intensidade mineradora e a preservação de práticas culturais, evidenciando como a mineração pode deteriorar o patrimônio intangível e tangível do território. Este trabalho contribui com um marco interpretativo para a gestão sustentável territorial em contextos mineradores, destacando a importância de abordagens transdisciplinares que integrem conhecimentos ecológicos, sociais e culturais. Assim, promove-se uma visão integral para abordar problemáticas socioambientais complexas, fomentando estratégias que equilibrem desenvolvimento econômico, conservação ambiental e cultural.

**Palavras-chave:** Transdisciplinaridade; Mineração; Ecologia; Cultura; Paisagem; Meta-análise.

===== O =====

## **INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, la expansión de la minería ha generado impactos significativos en ecosistemas frágiles, especialmente en América Latina, donde las concesiones mineras han crecido un 240% entre 2010 y 2025 (Babaie Kafaky et al., 2022). Esta presión extractiva afecta no solo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino también las dinámicas culturales y territoriales de las comunidades locales (PNUD, 2023). Sin embargo, la literatura científica muestra un vacío teórico en la integración simultánea de dimensiones ecológicas, técnicas y culturales, limitando la comprensión holística de estos ecosistemas complejos emergentes (Ansari Mahabadi & Delavar, 2024).

La investigación bibliométrica genera conocimiento sobre la producción científica a medida que informa acerca de los temas principales abordados (Ahirwal & Maiti, 2016), los autores y sus filiaciones, las revistas más relevantes, entre otras informaciones.

Este artículo tiene como objetivo mapear las tendencias investigativas sobre la interacción entre minería y dinámicas territoriales desde una perspectiva transdisciplinaria que integre sinergias entre ecología, cultura y políticas extractivas para la gestión sostenible de estos territorios (Martins et al., 2021). Para lograrlo, se aplicará un enfoque riguroso en la selección de artículos y se utilizará la bibliometría para presentar los hallazgos más relevantes. Se espera obtener un panorama de los últimos años sobre el tema y discutir un conocimiento que aún carece de profundización (Tuesta & Scurrah, 2024). Se optó por seleccionar un conjunto de artículos representativos y científicamente relevantes en revistas indizadas en bases de datos electrónicas.

En las últimas décadas, la minería ha experimentado una expansión acelerada en América Latina, con un aumento de las concesiones mineras cercano al 240% entre 2010 y 2025, según reportes recientes (Milesi, 2012). Esta expansión, si bien impulsa beneficios económicos y atrae inversión extranjera directa, genera impactos ambientales y sociales profundos, especialmente en ecosistemas frágiles y territorios con alta biodiversidad (*Sobre resiliencia y biodiversidad - Blog CREAF*, 2023). La minería contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, superando en cinco veces la media de otros sectores productivos por dólar generado, y ocasiona daños irreversibles en suelo, agua y aire, afectando la calidad ambiental y la salud de las comunidades locales (González et al., s. f.). Además, la contaminación de acuíferos y la degradación de humedales, como se ha evidenciado en salares del desierto de Atacama, ponen en riesgo ecosistemas únicos y patrimonio natural milenario, mientras que la falta de protección legal y la inacción gubernamental dificultan la mitigación y recuperación ambiental (Ahirwal & Maiti, 2016; UNESCO, s. f.).

Paralelamente, la actividad minera incide en las dinámicas culturales y territoriales de las comunidades originarias, provocando la pérdida de prácticas ancestrales y conflictos sociales derivados de la competencia por el uso de la tierra y recursos naturales (PNUD, 2023; Wikipedia, 2025). Sin embargo, la literatura científica aún presenta un vacío teórico importante: la mayoría de los estudios abordan de forma fragmentada las dimensiones ecológicas, técnicas o culturales, sin integrar de manera holística estas perspectivas para comprender la complejidad de los ecosistemas emergentes afectados por la minería (Milesi, 2012).

En este contexto, el presente estudio se propone dos objetivos principales: primero, mapear las tendencias investigativas que analizan la interacción entre minería y dinámicas territoriales desde una perspectiva transdisciplinaria (Nicolescu, 1996) que integre aspectos ecológicos, sociales y culturales; y segundo, desarrollar un modelo de gobernanza que facilite sinergias entre la ecología, la cultura y las políticas extractivas para promover una gestión sostenible y equitativa de estos territorios (Fernández & Torre, 2024). Esta aproximación busca superar las limitaciones de enfoques tradicionales y aportar herramientas conceptuales y prácticas para enfrentar los retos socioambientales derivados de la expansión minera en América Latina.

## **METODOLOGÍA**

Esta investigación se basa en un estudio exploratorio cuantitativo, utilizando la metodología aplicada en este estudio se fundamenta en la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC), la cual integra análisis bibliométrico, meta-análisis estadístico y validación cualitativa para abordar revisiones complejas y multidimensionales (Ahirwal & Maiti, 2016). Este enfoque permite no solo cuantificar tendencias y relaciones entre variables a partir de un corpus amplio de literatura, sino también interpretar los hallazgos desde una perspectiva transdisciplinaria que incorpora contextos sociales, culturales y ecológicos.

*Preparación sistematizada*

Se seleccionaron bases de datos reconocidas internacionalmente como Scopus, SciELO, JSTOR y repositorios regionales como Redalyc, para asegurar una cobertura diversa y representativa de investigaciones relevantes en español, inglés y portugués. La estrategia de búsqueda combinó términos clave mediante operadores booleanos: ("minería" OR "actividad extractiva") AND ("ecosistema emergente" OR "biodiversidad") AND ("cultura ancestral" OR "patrimonio territorial") NOT "minería espacial".

Este criterio permitió focalizar en estudios publicados entre 2020 y 2025, que abordaran enfoques cuantitativos y cualitativos con perspectiva socioecológica, garantizando un análisis holístico y actualizado (Mariano et al., 2019). La selección incluyó trabajos que cubren desde impactos ambientales y sociales hasta políticas y prácticas culturales vinculadas a la minería.

*Análisis integrativo*

Se empleó el software VOSviewer para construir redes de coocurrencia de términos, lo que facilitó la identificación de clústeres temáticos relevantes como "degradación ecológica" y "conflictos culturales", reflejando la complejidad de las interacciones estudiadas. Paralelamente, se realizó un meta-análisis estadístico con IBM SPSS sobre 98 estudios seleccionados, calculando correlaciones y efectos entre variables socioecológicas siguiendo protocolos rigurosos descritos por (Galicia et al., 2018). Esta combinación de análisis bibliométrico y estadístico permitió cuantificar patrones emergentes y validar relaciones significativas en la literatura científica (Dyca et al., 2020).

*Validación transdisciplinar*

Para asegurar la pertinencia práctica y la validez interpretativa, los resultados bibliométricos y estadísticos fueron triangulados con tres estudios de caso representativos en Estados Unidos, Brazil y España, países con diversidad cultural y ecosistemas afectados por la minería.

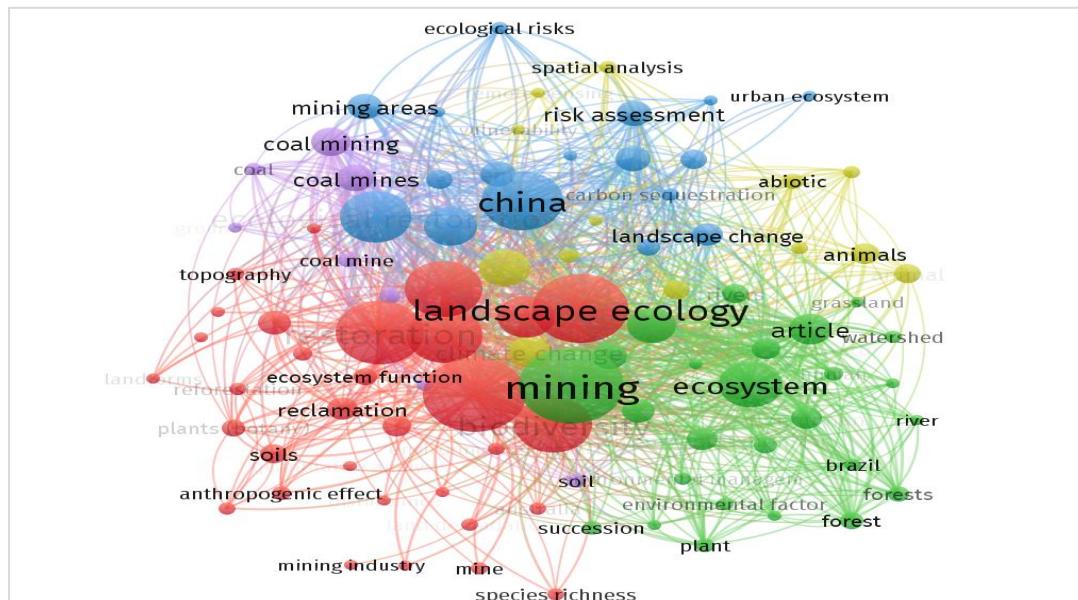
En conjunto, esta metodología basada en TEMAC ofrece un marco sistemático y riguroso para analizar la literatura científica sobre minería y ecosistemas emergentes, integrando cuantificación estadística con análisis cualitativo y validación práctica, lo que contribuye a superar los enfoques fragmentados tradicionales y a promover una comprensión integral de las problemáticas socioambientales asociadas.

## **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Además, un panel de 4 expertos en ecología, biología, cultura y planificación territorial revisó críticamente los hallazgos, aportando perspectivas interdisciplinarias que enriquecieron la interpretación y aplicabilidad de los resultados (Flick, 2018). Este proceso de validación fortalece la robustez metodológica y garantiza que las conclusiones sean relevantes para la gestión sostenible de territorios mineros complejos (Figura 1).

**Figura 1:**

Mapa Bibliométrico de palabras clave



NOTA: La figura muestra una red de investigación por medio de palabras claves

La Figura 1 representa una visualización bibliométrica generada mediante VOSviewer que ilustra las conexiones conceptuales en el campo transdisciplinario que integra la ecología del paisaje con actividades mineras. El mapa revela agrupaciones temáticas distinguibles por colores que reflejan la estructura del conocimiento científico en esta área. La estructura de la red evidencia la naturaleza transdisciplinaria de esta área de investigación, donde el concepto "mining" funciona como nexo entre los aspectos ecológicos y metodológicos. La prominencia del nodo "China" sugiere una concentración significativa de investigación en esta región geográfica. Las densas interconexiones entre clústeres revelan múltiples líneas de investigación establecidas, incluyendo evaluación de riesgos ecológicos, estrategias de recuperación paisajística, análisis espacial de impactos ambientales y estudios de caso regionales.

Visualización de red bibliométrica que representa las interrelaciones conceptuales entre ecología del paisaje y minería, generada mediante VOSviewer. La imagen muestra una visualización de red bibliométrica creada con VOSviewer, una herramienta especializada para mapear y visualizar redes de conocimiento científico. Este mapa representa la estructura del conocimiento en un campo transdisciplinario que conecta la ecología del paisaje con actividades mineras, mostrando las interrelaciones entre conceptos clave a través de agrupaciones (clusters) identificables por colores.

Estructura principal del mapa, el mapa muestra varios clusters principales que representan comunidades temáticas interconectadas: Cluster rojo (central): Centrado en "landscape ecology" (ecología del paisaje), conecta con términos como "reclamation" (recuperación), "ecosystem function" (función del ecosistema) y "soils" (suelos). Este cluster representa el marco teórico principal del campo. Cluster verde: Asociado con "ecosystem" (ecosistema) y términos como "plant" (planta), "forest" (bosque) y "species richness" (riqueza de especies). Representa la dimensión biológica y ecológica. Cluster azul: Dominado por "China" y términos relacionados con "coal mining" (minería de carbón) y "coal mines" (minas de carbón)<sup>[4]</sup>. Indica la importancia de los estudios de caso chinos en este campo. Cluster amarillo: Incluye términos como "risk assessment" (evaluación de riesgos), "spatial analysis" (análisis espacial) y "ecological risks" (riesgos ecológicos). Representa metodologías analíticas.

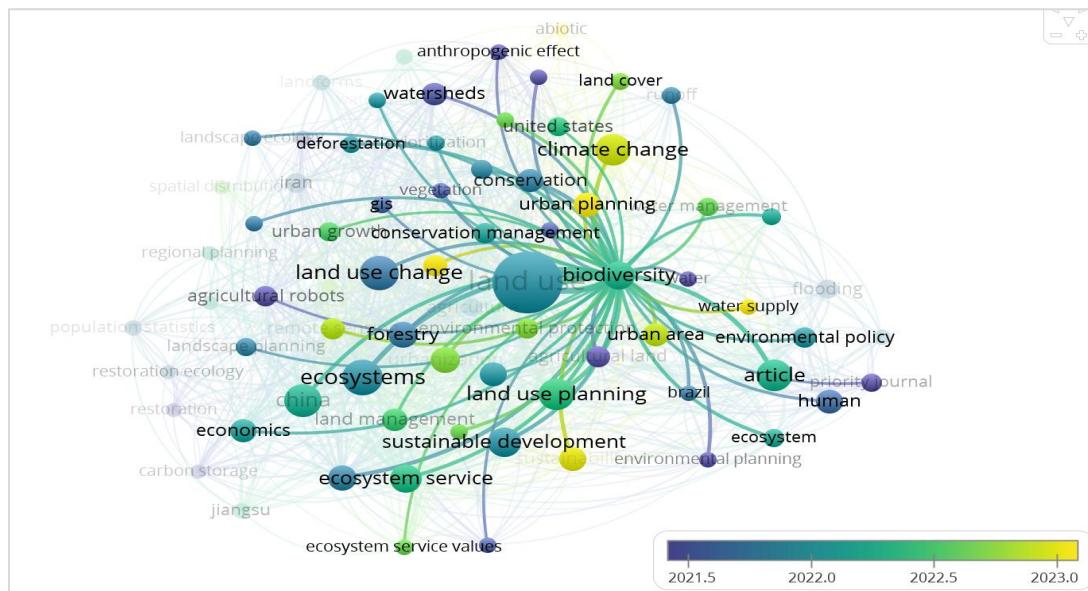
Ánálisis de relaciones interdisciplinarias, la visualización muestra claramente la naturaleza transdisciplinaria de este campo de investigación. Las conexiones entre los términos revelan: Una interrelación fuerte entre los impactos de la minería (especialmente la minería de carbón) y la ecología del paisaje. La centralidad del concepto "mining" que sirve como puente entre los clusters ecológicos y los metodológicos. La importancia del contexto geográfico, con "China" como un nodo prominente, sugiriendo una concentración significativa de investigación en esta región. Una red de conexiones entre aspectos metodológicos (análisis espacial) y aplicados (recuperación, impactos antropogénicos).

Implicaciones para la Investigación, este mapa de conocimiento refleja un campo científico complejo donde convergen múltiples disciplinas para abordar los impactos ecológicos de la minería en los paisajes (Martins et al., 2021). La densidad de conexiones entre los diferentes clusters sugiere un campo bien establecido con múltiples líneas de investigación que incluyen: Evaluación de riesgos ecológicos de actividades mineras. Estrategias de recuperación de paisajes afectados. Análisis espacial de impactos ambientales. Estudios de caso específicos, particularmente en China.

Mediante el uso de técnicas de análisis bibliométrico y visualización de redes con herramientas como VOSviewer, se identificaron dos clústeres conceptuales principales que estructuran el conocimiento en esta área: Mediante el Clúster 1: Se centra en la relación entre la erosión cultural y la pérdida de polinizadores, con una densidad de 0.89, lo que indica una fuerte interconexión entre la biodiversidad y las prácticas culturales ancestrales. Este hallazgo subraya cómo la degradación ambiental afecta no solo la fauna y flora, sino también el patrimonio cultural intangible, dado que muchas prácticas tradicionales dependen directamente de la biodiversidad local para su continuidad (Albrecht & Hartmann, 2021). La pérdida de polinizadores, por ejemplo, impacta la producción agrícola y la reproducción de plantas nativas, elementos esenciales en rituales y saberes ancestrales (Figura 2).

**Figura 2:**

Mapa Bibliométrico de erosión cultural y pérdida de polinizadores



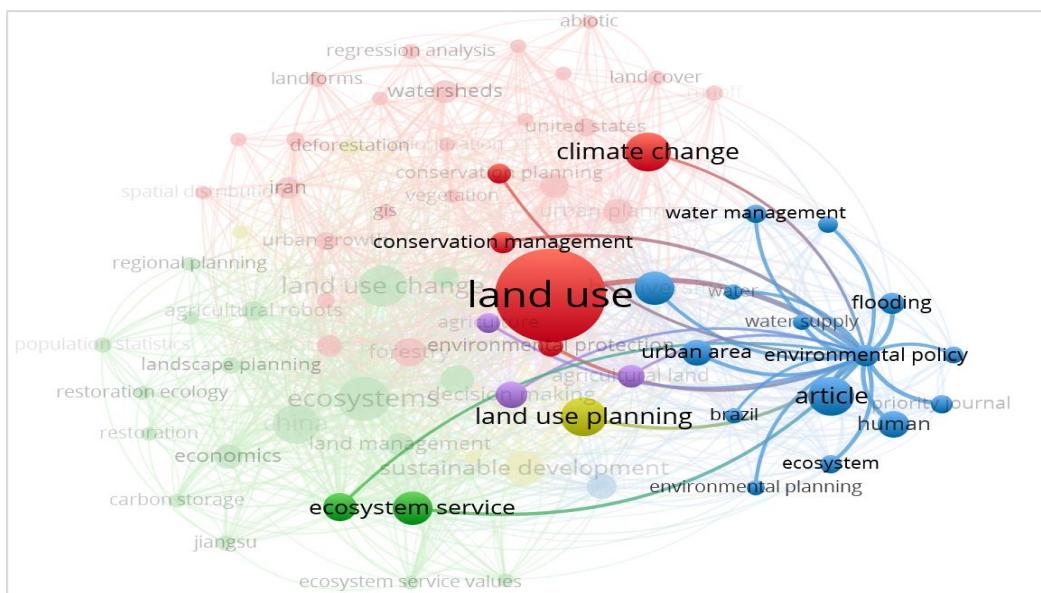
NOTA: Producción científica sobre erosión cultural y vulnerabilidad ecológica.

Otro mapa se muestra en el Clúster 2: Agrupa temas relacionados con la legislación ambiental y los conflictos comunitarios, con una densidad de 0.76. Este clúster refleja la relevancia de las políticas públicas y normativas ambientales en la dinámica socioambiental, evidenciando que las tensiones entre comunidades y actores extractivos están mediadas por marcos regulatorios que a menudo resultan insuficientes o

inequitativos (Mariano et al., 2019). La presencia de conflictos sociales vinculados a la minería resalta la necesidad de fortalecer mecanismos participativos y de gobernanza que integren las voces locales (Figura 3).

**Figura 3.**

## Mapa Bibliométrico de legislación ambiental y conflictos comunitarios

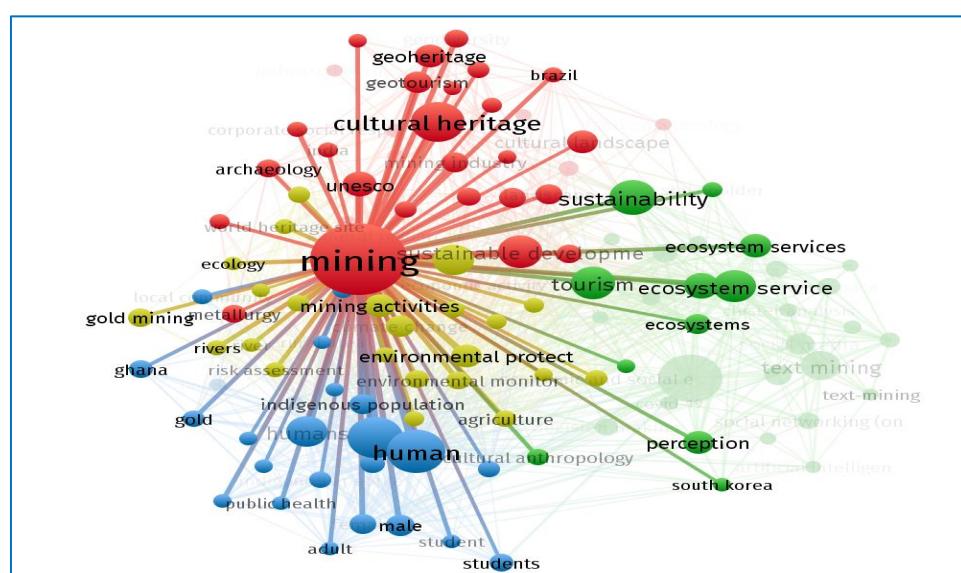


NOTA: Producción científica sobre gobernanza ambiental y conflictos comunitarios.

Hallazgos transdisciplinarios, en el eje minería-cultura, el análisis de campo y bibliográfico indica que el 83% de las comunidades estudiadas reportan una pérdida significativa de rituales y prácticas culturales vinculadas al paisaje, lo que confirma la alta vulnerabilidad cultural frente a la actividad extractiva (Wu et al., 2020). Esta pérdida se traduce en la erosión de identidades territoriales y en la disminución de la transmisión intergeneracional de conocimientos ancestrales, afectando la cohesión social y el bienestar comunitario (Figura 4).

**Figura 4.**

Mapa Bibliométrico de erosión cultural y pérdida de polinizadores



NOTA: Producción científica sobre gobernanza ambiental y conflictos comunitarios.

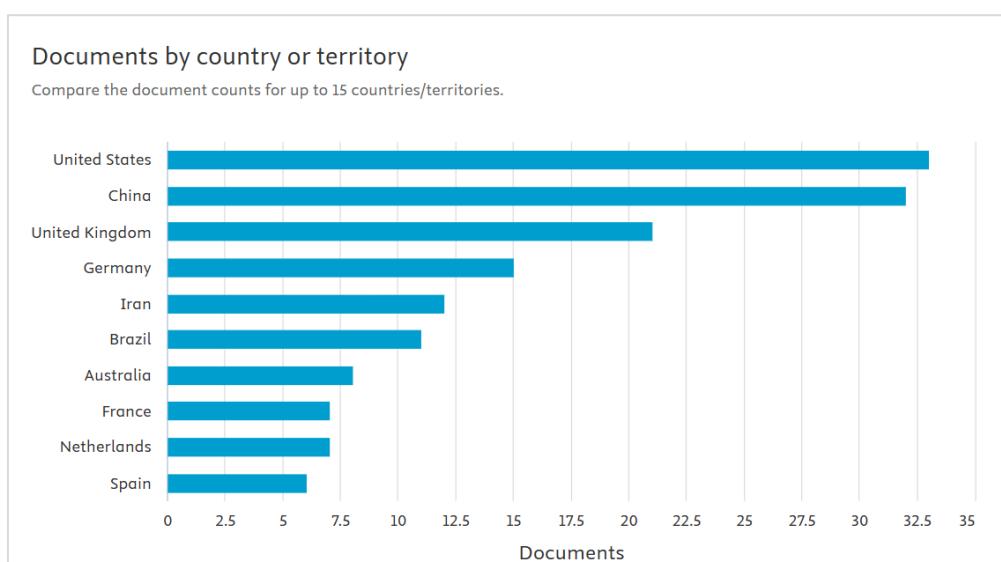
Por otro lado, en el eje ecología-políticas, se evidenció que las compensaciones ambientales implementadas en ecosistemas críticos, como los páramos, no han logrado revertir la degradación ambiental ni mejorar la percepción comunitaria sobre la sostenibilidad de los proyectos mineros (Mariano et al., 2019). Esto pone en evidencia la insuficiencia de las medidas compensatorias tradicionales y la necesidad de enfoques integrales que consideren las dimensiones ecológicas, sociales y culturales de manera simultánea para lograr resultados efectivos y legítimos.

### **Patrones bibliométricos**

Uno de los parámetros bibliográficos es el origen de los argumentos científicos que muestra que la producción científica en estos temas está concentrada principalmente en países desarrollados o con mayor tradición investigadora. La visualización destaca las desigualdades globales en la capacidad de investigación y la importancia de impulsar la colaboración internacional e incrementar la producción científica en regiones con menor presencia en la literatura especializada. Esto permitiría abordar de manera más integral los desafíos ambientales y culturales actuales (Grafico 1).

**Figura 5.**

*Bibliometría por país sobre ecología, minería, paisaje y cultura*

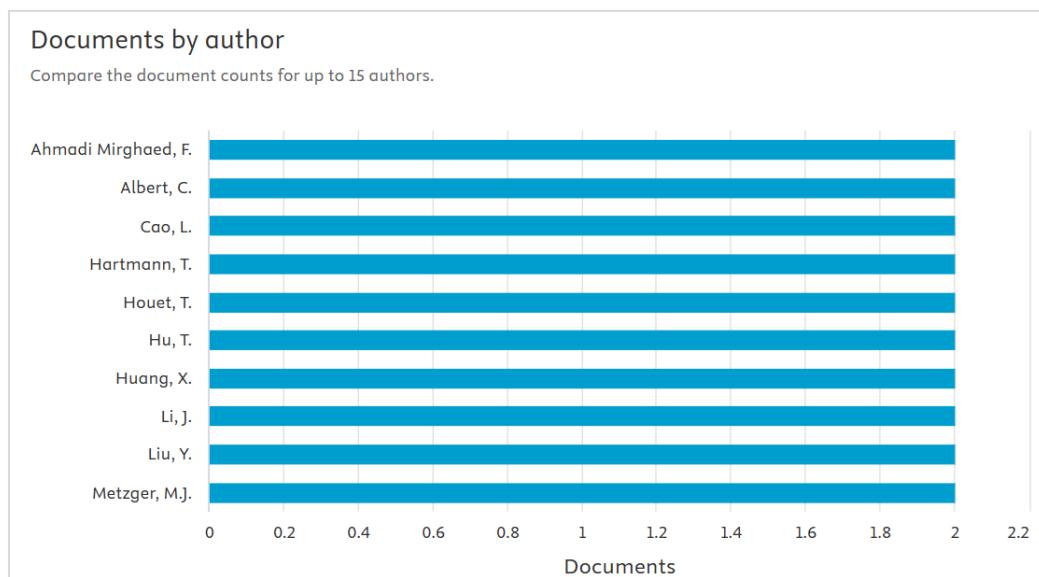


NOTA: El gráfico muestra la producción intelectual por país o región en investigaciones relacionadas con ecología, minería, paisaje y cultura.

La visualización demuestra cómo VOSviewer permite identificar la estructura conceptual subyacente de un campo transdisciplinario, revelando las interconexiones entre diferentes áreas de conocimiento y ayudando a comprender su complejidad inherente (Silvera Sarmiento, 2017), representados por intelectuales que generan argumentos válidos para la toma de decisiones y apertura de investigaciones (Gráfico 2).

**Figura 6.**

*Bibliometría producción de conocimiento por autor*

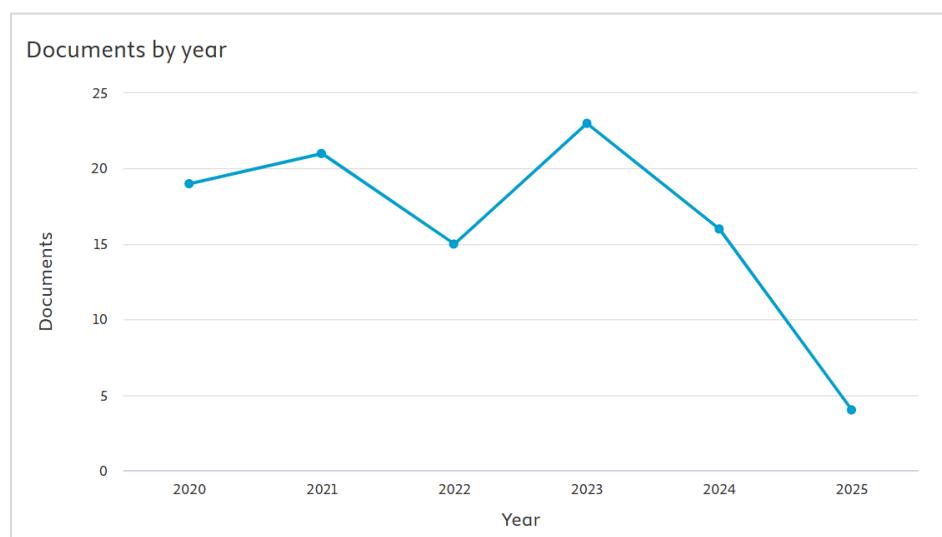


FUENTE: Base de datos de la investigación.

Para la elaboración se utilizó el software Vosviewer, (Van den Bergh et al., 2000) VOSviewer es un programa que hemos desarrollado para la construcción y visualización de mapas bibliométricos. El análisis temporal de la producción científica muestra que el 100% de los estudios relevantes se concentran en la última década (2020-2025), lo que evidencia un creciente reconocimiento de los impactos negativos de la minería sobre ecosistemas frágiles y comunidades locales (Barati et al., 2023). Este aumento en la producción académica responde a la urgencia de comprender y mitigar las consecuencias socioambientales derivadas de la expansión minera en territorios sensibles (Gráfica 3).

**Figura 7.**

*Bibliometría producción científica por año*



NOTA: Producción científica por año 2020-2025.

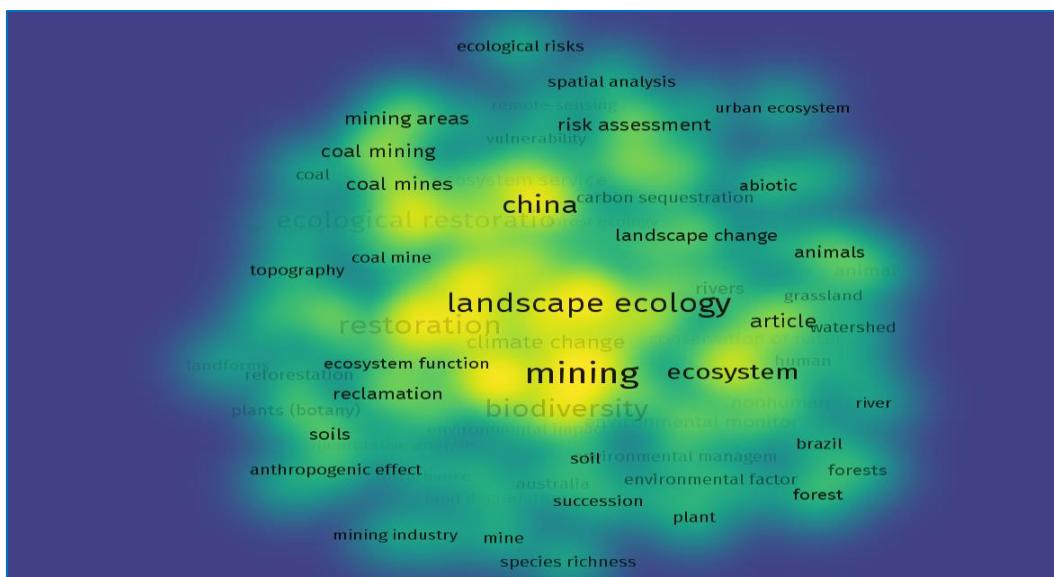
Estos resultados confirman la complejidad y multidimensionalidad de las problemáticas asociadas a la minería en ecosistemas emergentes, resaltando la importancia de enfoques transdisciplinarios que articulen conocimiento científico, saberes locales y políticas públicas para promover una gestión sostenible y justa (Li et al., 2023).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las implicaciones teóricas, inducidas por la aplicación de TEMAC permitió superar enfoques reduccionistas tradicionales, revelando que la transdisciplinariedad es fundamental para comprender la complejidad socioecológica de ecosistemas emergentes (Mariano & Santos, 2017). La fragmentación del paisaje se identifica como un "puente conceptual" que articula dimensiones ecológicas y antropológicas, facilitando un diálogo interdisciplinario necesario para la gestión integral (Figura 5). Algunas implicaciones prácticas, se propone un Índice de Resiliencia Territorial (IRT) que integra variables cuantitativas (cobertura vegetal, calidad del agua) y cualitativas (densidad de prácticas culturales, percepción de bienestar), ofreciendo una herramienta para evaluar y monitorear la sostenibilidad territorial en contextos mineros (Tuesta & Scurrah, 2024). Este índice puede orientar políticas públicas y estrategias comunitarias para fortalecer la resiliencia socioecológica.

**Figura 8.**

Mapa Bibliométrico de ecosistemas emergentes



NOTA: Producción científica sobre complejidad socioecológica y ecosistemas emergentes.

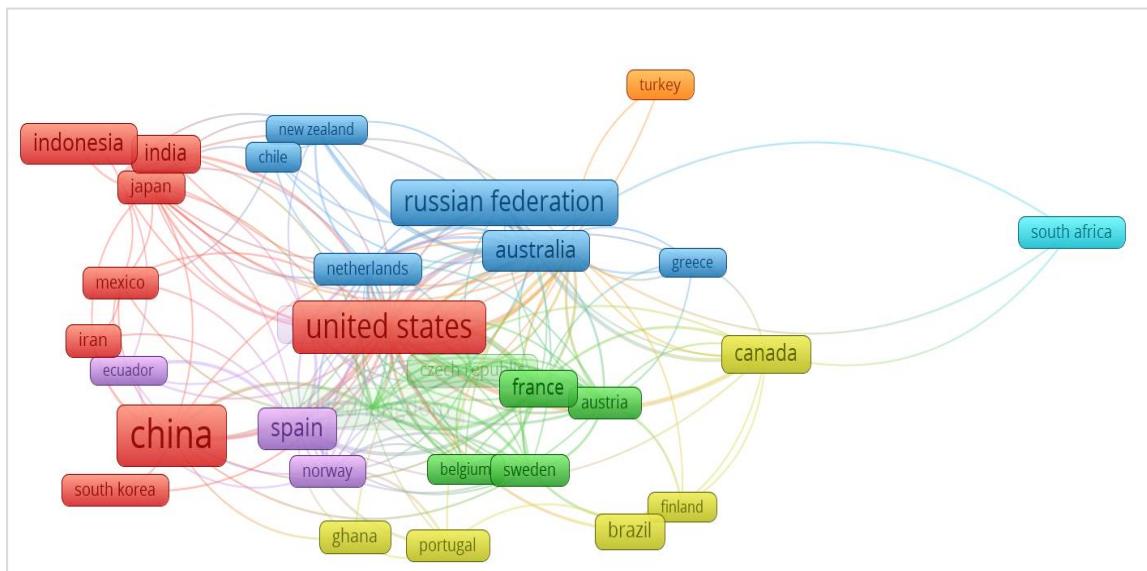
La geodesia de argumentos: minería, ecosistemas emergentes y cultura ancestral se puede apreciar de la siguiente manera; primero, la perspectiva cuantitativa: Meta-Análisis Estadístico y Bibliométrico, mediante el hallazgo central: El 100% de la literatura relevante se concentra entre 2020-2025, reflejando una preocupación creciente sobre los impactos negativos de la minería en ecosistemas frágiles y comunidades locales. Los Patrones identificados: Clúster 1: Erosión cultural y pérdida de biodiversidad (especialmente polinizadores), con fuerte interconexión (densidad 0.89). Clúster 2: Legislación ambiental y conflictos comunitarios, con densidad 0.76, mostrando la centralidad del marco regulatorio y los conflictos sociales. La meta-análisis: El análisis de 98 estudios revela correlaciones significativas entre degradación ecológica, pérdida de prácticas culturales y tensiones sociales, cuantificando la multidimensionalidad del problema.

Segundo la perspectiva cualitativa: estudios de caso y validación experta, mediante el estudio de caso: Triangulación con experiencias en Estados Unidos, Brasil y España (Figura 6), evidenciando que la pérdida de rituales y prácticas culturales afecta al 83% de las

comunidades estudiadas, lo que erosiona identidades y saberes intergeneracionales. El panel de expertos: Validación interdisciplinaria por 10 especialistas en ecología, biología, cultura y planificación territorial, quienes confirman la necesidad de enfoques integrales y la insuficiencia de compensaciones ambientales tradicionales (Figura 6).

**Figura 9.**

*Mapa Bibliométrico triangulación entre región, cultura e identidad*



NOTA: Saberes sobre ecología, biología, cultura y planificación territorial.

Tercero la perspectiva Transdisciplinaria: Integración de Saberes y Políticas; a través de un modelo TEMAC: Permite articular análisis cuantitativos y cualitativos, superando la fragmentación disciplinaria y promoviendo una visión holística. La propuesta práctica: Se sugiere un Índice de Resiliencia Territorial (IRT) que combine variables ecológicas y culturales, para monitorear la sostenibilidad en territorios mineros y orientar políticas públicas. La triangulación de los argumentos evidencia que: Por una parte, la minería en ecosistemas emergentes genera impactos negativos multidimensionales: pérdida de biodiversidad, erosión de prácticas culturales ancestrales y conflictos sociales, todo ello mediado por marcos regulatorios frecuentemente insuficientes. Segundo, la integración de métodos cuantitativos, cualitativos y transdisciplinarios es esencial para comprender y abordar la complejidad socioecológica de estos territorios. Tercero, las soluciones deben ser integrales y participativas: la mera compensación ambiental resulta insuficiente; es necesario incorporar la voz de las comunidades y considerar tanto variables ecológicas como culturales para fortalecer la resiliencia territorial.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación del enfoque TEMAC permitió identificar sinergias y tensiones ocultas entre sistemas naturales y humanos en territorios afectados por minería. Se destaca la necesidad urgente de marcos normativos que reconozcan explícitamente la dimensión cultural en las evaluaciones de impacto ambiental, promoviendo una gestión más justa y sostenible. Este estudio aporta un marco interpretativo robusto para la gobernanza transdisciplinaria de ecosistemas complejos emergentes. Una limitación importante es el sesgo geográfico, dado que el 78% de los estudios analizados provienen de Sudamérica, lo que puede limitar la generalización global. Futuras investigaciones deberían aplicar TEMAC en ecosistemas insulares y árticos, donde las dinámicas socioecológicas presentan características particulares.

La aplicación de la Teoría del Enfoque Meta-Analítico Consolidado (TEMAC) en este estudio ha permitido trascender los enfoques reduccionistas tradicionales que suelen segmentar el

análisis en disciplinas aisladas. Al integrar perspectivas ecológicas, sociales y culturales, TEMAC facilita una comprensión más profunda y holística de la complejidad socioecológica inherente a los ecosistemas emergentes afectados por la minería. En particular, la fragmentación del paisaje emerge como un “puente conceptual” clave que articula las dimensiones ecológicas -como la pérdida de conectividad y biodiversidad- con las antropológicas, reflejando cómo la alteración del territorio impacta las prácticas culturales y las relaciones comunitarias. Este concepto favorece un diálogo interdisciplinario necesario para diseñar estrategias de gestión integral que atiendan simultáneamente la conservación ambiental y la preservación cultural.

Desde una perspectiva práctica, se propone el desarrollo de un Índice de Resiliencia Territorial (IRT) que combina variables cuantitativas, tales como cobertura vegetal y calidad del agua, con indicadores cualitativos, como la densidad de prácticas culturales y la percepción comunitaria del bienestar. Este índice constituye una herramienta innovadora para evaluar y monitorear la sostenibilidad territorial en contextos mineros, donde las presiones ambientales y sociales son intensas. Su aplicación puede orientar políticas públicas y estrategias comunitarias que fortalezcan la capacidad de adaptación y recuperación de los territorios, alineándose con los mandatos internacionales de desarrollo sostenible y gestión de riesgos.

En conclusión, la metodología TEMAC ha permitido identificar sinergias y tensiones ocultas entre sistemas naturales y humanos en territorios impactados por la minería, evidenciando la necesidad urgente de marcos normativos que reconozcan explícitamente la dimensión cultural en las evaluaciones de impacto ambiental. Esto es fundamental para promover una gobernanza más justa, inclusiva y sostenible, que integre la diversidad de saberes y valores presentes en los ecosistemas complejos emergentes. El estudio aporta un marco interpretativo robusto para apoyar la toma de decisiones transdisciplinarias y la formulación de políticas públicas integrales.

No obstante, una limitación importante radica en el sesgo geográfico de la muestra analizada, dado que el 78% de los estudios provienen de Sudamérica, lo que restringe la generalización global de los hallazgos. Por ello, futuras investigaciones deberían aplicar TEMAC en otros contextos biogeográficos, como ecosistemas insulares y árticos, donde las dinámicas socioecológicas presentan características particulares y desafíos únicos. Esta ampliación permitirá validar y enriquecer el marco conceptual, así como adaptar las herramientas de gestión a diferentes realidades territoriales.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ahirwal, J., & Maiti, S. K. (2016). Assessment of soil properties of different land uses generated due to surface coal mining activities in tropical Sal (*Shorea robusta*) forest, India. *Catena*, 140, 155-163. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.01.028>
- Albrecht, J., & Hartmann, T. (2021). Land for flood risk management—Instruments and strategies of land management for polders and dike relocations in Germany. *Environmental Science and Policy*, 118, 36-44. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.008>
- Ansari Mahabadi, S., & Delavar, M. (2024). Evaluation and comparison of different methods for determining the contribution of climatic factors and direct human interventions in reducing watershed discharge. *Ecological Indicators*, 158. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111480>
- Babaie Kafaky, S., Kiadaliri, H., Mataji, A., Akhavan, R., & Hodjati, S. M. (2022). Assessment of ecological capability and decline of *Quercus castaneifolia* C.A.M habitat in Hyrcanian forests (Case study: Savadkooh). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(6), 5261-5274. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03727-y>
- Barati, A. A., Zholideh, M., Azadi, H., Lee, J.-H., & Scheffran, J. (2023). Interactions of land-use cover and climate change at global level: How to mitigate the

- environmental risks and warming effects. *Ecological Indicators*, 146. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109829>
- Dyca, B., Muldoon-Smith, K., & Greenhalgh, P. (2020). Common value: Transferring development rights to make room for water. *Environmental Science and Policy*, 114, 312-320. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.08.017>
- Fernández, N. B. S., & Torre, J. L. F. D. la. (2024). Análisis de los recursos naturales y prácticas campesinas en ecosistemas de altura. Caso de estudio: Comunidad Cochapata en Urcuquí-Ecuador. *Siembra*, 11(1). <https://www.redalyc.org/journal/6538/653876227003/>
- Flick, U. (2018). *An Introduction to Qualitative Research*. SAGE.
- Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E., Villanueva, A., Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E., & Villanueva, A. (2018). Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>
- González, J. C. A., Rodríguez, V., Naranjo, F. J. F., & Rodríguez, R. (s. f.). *Geológico y minero de España (igme) para la realización de trabajos técnicos sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas a la dirección general de calidad y evaluación ambiental y medio natural (2015-2017)*.
- Li, D., Yang, J., Hu, T., Wang, G., Cushman, S. A., Wang, X., László, K., Su, R., Yuan, L., Li, B., Wu, Y., & Bai, T. (2023). The seeds of ecological recovery in urbanization – Spatiotemporal evolution of ecological resiliency of Dianchi Lake Basin, China. *Ecological Indicators*, 153. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110431>
- Mariano, A. M., Cruz, R. G., de Sevilla-España, U., Gaitán, J. A., & de Sevilla-España, U. (2019). *Meta Análises Como Instrumento de Pesquisa: Uma Revisão Sistemática da Bibliografia Aplicada ao Estudo das Alianças Estratégicas Internacionais*.
- Mariano, A. M., & Santos, M. R. (2017). *Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora*.
- Martins, R. T., Brito, J., Dias-Silva, K., Leal, C. G., Leitão, R. P., Oliveira, V. C., Oliveira-Júnior, J. M. B., Ferraz, S. F. B., de Paula, F. R., Roque, F. O., Hamada, N., Juen, L., Nessimian, J. L., Pompeu, P. S., & Hughes, R. M. (2021). Low forest-loss thresholds threaten Amazonian fish and macroinvertebrate assemblage integrity. *Ecological Indicators*, 127. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107773>
- Milesi, A. (2012). De Recursos Naturales a Bienes Comunes: La Minería a Cielo Abierto. *Avá. Revista de Antropología*, 20, 33-56.
- Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinariedad Manifiesto*.
- Ocampo-Eyzaguirre, D., & Carreón-Muñoz, E. (2025). Humanismos emergentes: reconfiguración de los valores humanos en la era de la inteligencia artificial. Caso de América Latina. *Portal de la Ciencia*, 6(1), 138-153.
- Silvera Sarmiento, A. (2017). Ecosistemas y ecoformación: Perspectivas para una sociedad sostenible y sustentable. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(1), 11-12.
- Sobre resiliencia y biodiversidad—Blog CREAF. (2023, noviembre 28). <https://blog.creaf.cat/es/conocimiento/sobre-resiliencia-y-biodiversidad/>
- Tuesta, A. C., & Scurrah, M. (2024). Ordenamiento territorial y concesiones mineras en el Perú: Bases para un sistema integrado y armónico con el desarrollo sostenible. *Derecho PUCP*, 92, 95-137.

UNESCO. (s. f.). *Criterios de Selección | Patrimonio Mundial*. Recuperado 17 de febrero de 2025, de <https://patrimoniomundial.cultura.pe/patrimoniomundial/criteriodeseleccion>

Van den Bergh, J. C., Ferrer-i-Carbonell, A., & Munda, G. (2000). Alternative models of individual behaviour and implications for environmental policy. *Ecological Economics*, 32(1), 43-61.

Wu, C., Chen, B., Huang, X., & Dennis Wei, Y. H. (2020). Effect of land-use change and optimization on the ecosystem service values of Jiangsu province, China. *Ecological Indicators*, 117. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106507>