



PROPUESTAS DE GESTIÓN ECONÓMICA Y SOCIALMENTE VIABLES PARA LA VALORIZACIÓN DE RELAVES MINEROS EN PASCO BAJO PRINCIPIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR – 2024

Osmer Ignacio Blanco Campos
Teofanes Salas Orihuela
Elvis Jesús Paredes López
Clinder Aquino Robles



NOVO MUNDO

Osmer Ignacio Blanco Campos

Correo: oblancoc@undac.edu.pe

Perfil: Doctor en Ciencias de la Educación, Maestro en Planificación y Proyectos de Desarrollo, Ingeniero Metalurgista.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9000-6409>

Afiliación: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Teofanes Salas Orihuela

Correo: tsalaso@undac.edu.pe

Perfil: Maestro en Gestión Ambiental, Ingeniero Metalurgista.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3182-7489>

Afiliación: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Elvis Jesús Paredes López

Correo: eparedesl@undac.edu.pe

Perfil: Maestro en Docencia en el Nivel Superior, Ingeniero de Minas, Ingeniero de Sistemas y Computación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1777-5235>

Afiliación: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Clinder Aquino Robles

Correo: clinderaquino@gmail.com

Perfil: Ingeniero metalurgista con Maestría en Ingeniería Metalúrgica.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4573-5620>

Afiliación: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

PROPUESTAS DE GESTIÓN ECONÓMICA Y
SOCIALMENTE VIABLES PARA LA VALORIZACIÓN
DE RELAVES MINEROS EN PASCO BAJO PRINCIPIOS
DE ECONOMÍA CIRCULAR - 2024

Osmer Ignacio Blanco Campos

Teofanes Salas Orihuela

Elvis Jesús Paredes López

Clinder Aquino Robles

Todas nuestras publicaciones son sometidas a revisión doble-ciego de pares externos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación cuenta con licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN: 978-9942-694-14-0

© Osmer Ignacio Blanco Campos

© Teofanes Salas Orihuela

© Elvis Jesús Paredes López

© Clinder Aquino Robles

2025

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18422543>

© Editorial Novo Mundo

Guayaquil, Ecuador.

www.editorialnovomundo.com

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.

Diseño de carátula y composición: Editorial Novo Mundo

Edición electrónica: Editorial Novo Mundo

Editado en Ecuador/ *Published in Ecuador*

PROPUESTAS DE GESTIÓN ECONÓMICA Y
SOCIALMENTE VIABLES PARA LA VALORIZACIÓN
DE RELAVES MINEROS EN PASCO BAJO PRINCIPIOS
DE ECONOMÍA CIRCULAR - 2024

Osmer Ignacio Blanco Campos

Teofanes Salas Orihuela

Elvis Jesús Paredes López

Clinder Aquino Robles

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

EL NUDO DE PASCO: RELAVES, CONFLICTIVIDAD Y EL IMPERATIVO DEL VALOR COMPARTIDO	15
1.1 Geografía de un Pasivo: Los Relaves en Pasco.....	15
1.2 El Círculo Vicioso de la Desconfianza: Anatomía del Conflicto Socioambiental.....	20
1.3 Más Allá de la RSE: El Valor Compartido como Nuevo Paradigma	26
1.4 Aplicación Preliminar del Marco de VC al Manejo de Relaves en Pasco.....	31

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LOS ACTORES Y SUS INTERESES: HACIA UNA CONVERGENCIA ESTRATÉGICA.....	37
2.1 El Estado: Entre la Regulación y la Ausencia	37
2.2 La Empresa Minera: Del Cumplimiento a la Estrategia.....	40
2.3 La Comunidad: Heterogeneidad, Demandas y Capacidades.....	43
2.4 Matriz de Intereses y Puntos de Fricción/Convergencia.....	45

CAPÍTULO III

DE PASIVO A ACTIVO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y MODELOS DE NEGOCIO PARA LA VALORIZACIÓN DE RELAVES	51
3.1 El Potencial Oculto: Tecnologías para el Reprocesamiento y Remediación	51
3.2 Modelos de Negocio de Economía Circular Aplicados a los Relaves.....	55
3.3 Análisis Costo-Beneficio Extendido: Cuantificando el Valor Social y Ambiental	59

CAPÍTULO IV

GOBERNANZA PARA EL VALOR COMPARTIDO: MECANISMOS DE ARTICULACIÓN Y PARTICIPACIÓN EFECTIVA	65
4.1 Principios de una Gobernanza Multi-Actor.....	65
4.2 Diseño de una Plataforma de Diálogo y Gestión Permanente.....	68
4.3 Protocolos de Participación Comunitaria Vinculante.....	70
4.4 Mecanismos de Transparencia y Rendición de Cuentas.....	72

CAPÍTULO V

INSTRUMENTOS PARA LA ACCIÓN: PROPUESTAS DOCUMENTALES PARA LA CO-CREACIÓN DE VALOR EN PASCO.....	77
5.1 Propuesta de Convenio Marco de Colaboración Tripartita	77
5.2 Modelo de Contrato de Asociación para Proyectos de Valorización.....	79
5.3 Guía de Política Pública: Lineamientos para el Gobierno Regional y Nacional	82

5.4 Hoja de Ruta para la Implementación: Un Plan Paso a Paso
para 2024-2030..... 85

REFLEXIONES FINALES..... 91

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1

*Características Técnicas de Relaves en Operaciones Mineras
Seleccionadas de Pasco17*

Tabla 2

*Anatomía del Conflicto Socioambiental en el Contexto Minero
de Pasco25*

Tabla 3

*Diferenciación Conceptual entre RSE Tradicional y Valor
Compartido (VC).....29*

Tabla 4

*Hipótesis Estratégicas del Valor Compartido Aplicadas al Manejo
de Relaves en Pasco.....34*

Tabla 5

Matriz de Intereses, Fricciones y Convergencias Estratégicas.....48

Tabla 6

*Panorama de Tecnologías para la Valorización y Remediación
de Relave54*

Tabla 7

*Comparación de Modelos de Negocio de Economía Circular
para Relaves58*

Tabla 8
*Análisis Costo-Beneficio Extendido: Escenario de Inacción
vs. Intervención de Valor Compartido 62*

Tabla 9
*Hoja de Ruta para la Implementación del Modelo de Valor
Compartido en Pasco (2024-2030)89*

INTRODUCCIÓN

En el corazón de los Andes peruanos, la región de Pasco se erige como un potente y doloroso símbolo de la paradoja extractiva que ha marcado la historia de América Latina. Territorio de una riqueza mineral legendaria, que durante siglos ha contribuido de manera sustancial al erario nacional, es simultáneamente un paisaje herido por las profundas cicatrices de la minería, donde vastos depósitos de relaves como el de Quiulacocha testimonian una promesa de progreso convertida en un pasivo ambiental y una crisis de salud pública (Boukli & Kotsakis, 2023).

Esta dualidad ha engendrado una fractura social igualmente profunda, un círculo vicioso de desconfianza entre las comunidades locales, las empresas operadoras y un Estado cuya presencia ha sido a menudo percibida como ambivalente o ausente (Stemmler, 2022). Décadas de conflictos, protestas y mesas de diálogo fallidas constatan el agotamiento de los paradigmas tradicionales, donde la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es frecuentemente vista como un paliativo insuficiente y la regulación estatal, como un andamiaje legal que no logra permear la realidad del territorio (Ortega et al., 2020). La persistencia de este nudo gordiano evidencia la necesidad urgente de un enfoque radicalmente distinto, uno que no se limite a gestionar el daño o a compensar las pérdidas, sino que sea capaz de transformar la raíz misma del problema.

Frente a este panorama de estancamiento, esta obra sostiene una tesis central y transformadora: la crisis socioambiental de los relaves en Pasco puede ser reconvertida en un catalizador para el desarrollo regional sostenible si, y solo si, es reenfocada a través del lente estratégico del

Valor Compartido (VC), un paradigma que alinea intrínsecamente el éxito empresarial con el progreso social, y se operacionaliza mediante una arquitectura de gobernanza tripartita, formalizada en instrumentos documentales concretos (POST, 2022; Amankwah et al., 2021).

Este libro se aparta deliberadamente de los análisis que se detienen en el diagnóstico del conflicto para proponer un camino proactivo y constructivo. Argumenta que los relaves, hoy vistos como un residuo peligroso y un costo de cierre, albergan un potencial oculto para generar valor económico a través de la recuperación de minerales y la creación de nuevos materiales; valor social, mediante la generación de empleo calificado y la mejora de la salud pública; y valor ambiental, con la restauración de ecosistemas degradados (Circular Economy Leaders Group, 2024). La materialización de esta triple ganancia, sin embargo, no es una consecuencia automática de la innovación tecnológica, sino el resultado de un nuevo contrato social entre los actores.

La relevancia de esta propuesta trasciende las fronteras de Pasco y se inscribe en los debates globales más apremiantes de nuestro tiempo. En un mundo que avanza hacia una transición energética que demandará un volumen sin precedentes de metales y minerales, la presión sobre los territorios mineros se intensificará (Munoz, 2025). Asegurar que esta transición sea justa y sostenible exige repensar el ciclo de vida de la minería, adoptando los principios de la economía circular y la gobernanza inclusiva.

En este contexto, la presente investigación ofrece una contribución única y pragmática. Su valor diferencial no reside únicamente en su análisis interdisciplinario, sino en su vocación de ser una “caja de herramientas” para la acción. El núcleo de la obra es la elaboración de “propuestas documentales” —modelos de convenios, contratos y guías de política— diseñadas para ser adaptadas y utilizadas por los tomadores de decisiones, los directivos de empresas y los líderes comunitarios. Se busca así cerrar

la brecha entre el “qué se debe hacer” y el “con qué se puede hacer”, proporcionando los instrumentos necesarios para pasar de la retórica del diálogo a la práctica de la co-creación.

Para desarrollar esta tesis de manera sistemática y rigurosa, el libro se ha estructurado en cinco capítulos que construyen un argumento progresivo.

- **El Capítulo 1** establece el escenario, realizando un diagnóstico multidimensional del problema de los relaves y la conflictividad en Pasco, para luego presentar el marco conceptual del Valor Compartido como la lente teórica que guiará todo el análisis.
- **El Capítulo 2**, a continuación, realiza una “radiografía” profunda de los tres actores clave —Estado, empresa y comunidad—, analizando sus roles, capacidades e intereses actuales, y culmina con una matriz que mapea los puntos de fricción y las potenciales convergencias estratégicas.
- **El Capítulo 3** constituye el corazón técnico y económico de la propuesta, demostrando la viabilidad de transformar los relaves de pasivo a activo a través de la exploración de tecnologías de punta, el diseño de modelos de negocio de economía circular y un análisis costo-beneficio extendido que cuantifica el valor social y ambiental.
- **El Capítulo 4**, sobre esta base, diseña la arquitectura de gobernanza, proponiendo los principios, la plataforma institucional y los protocolos de participación vinculante necesarios para una articulación efectiva entre los actores.
- **El Capítulo 5**, finalmente, traduce toda la propuesta en instrumentos para la acción, presentando los borradores del Convenio Marco de Colaboración, el Contrato de Asociación para proyectos específicos, una guía de política pública y una hoja de ruta detallada para su implementación en el horizonte 2024-2030. Este recorrido lógico busca guiar al lector desde la comprensión profunda del problema hasta la visualización de una solución integral, práctica y esperanzadora.

CAPÍTULO I

EL NUDO DE PASCO: RELAVES, CONFLICTIVIDAD Y EL IMPERATIVO DEL VALOR COMPARTIDO

1.1 Geografía de un Pasivo: Los Relaves en Pasco

La región de Pasco, enclavada en los Andes centrales del Perú, representa un palimpsesto geográfico donde la riqueza mineral del subsuelo se ha traducido, en superficie, en una topografía profundamente alterada por la herencia de la minería extractiva. Más allá de los tajos abiertos y los socavones, la manifestación más perdurable y ambientalmente significativa de esta actividad centenaria es la vasta extensión de depósitos de relaves. Estos no constituyen meramente un residuo inerte, sino que conforman tecnosoles complejos y geoquímicamente activos que redefinen el paisaje, interactúan con los ciclos hidrológicos y atmosféricos, y encarnan un riesgo latente para los ecosistemas y las poblaciones circundantes. Comprender la magnitud de este pasivo ambiental exige un mapeo riguroso que trascienda el simple inventario para adentrarse en la caracterización volumétrica, la composición fisicoquímica y el potencial de peligrosidad de estas estructuras. La geografía de los relaves en Pasco no es una cartografía del pasado, sino el diagnóstico de una condición presente

y activa, cuyas implicaciones determinan la viabilidad de cualquier futuro sostenible para la región. Este análisis fáctico, centrado exclusivamente en la dimensión material y ambiental del problema, sienta la base empírica indispensable sobre la cual se construirán posteriormente los análisis de los actores sociales y las propuestas de valor.

Partiendo de esta premisa, la escala del desafío se evidencia en los volúmenes de producción diaria de las operaciones mineras activas, que alimentan continuamente la acumulación de estos materiales. Unidades mineras emblemáticas en la región, como El Porvenir y Paragsha, generan caudales de 6,000 y 8,000 toneladas métricas por día (mtpd) de relaves, respectivamente (Cacciuttolo & Marinovic, 2023). Estas cifras ilustran una acumulación incesante que, históricamente, ha resultado en la conformación de gigantescos depósitos como el de Quiulacocha, un pasivo ambiental que se ha convertido en un ícono de los impactos de la minería. La caracterización de estos volúmenes es crucial, pues la masa y la extensión de un depósito de relaves son directamente proporcionales a su huella ecológica y a la complejidad de cualquier eventual plan de remediación. La gestión de estos flujos masivos ha evolucionado, transitando desde métodos de disposición convencionales hacia tecnologías más sofisticadas como el relleno en pasta (*paste backfill*) o el filtrado, soluciones que buscan mitigar los riesgos desde el origen del proceso. Por ejemplo, en la mina Chungar, también en Pasco, se procesan 4,200 mtpd de relaves que son filtrados hasta alcanzar un 16 % de humedad, una estrategia diseñada para maximizar la estabilidad y minimizar la huella hídrica del almacenamiento (Cacciuttolo & Pérez, 2022). Sin embargo, estas soluciones modernas coexisten con legados históricos de disposición que no contaron con dichos controles, creando un mosaico de depósitos con perfiles de riesgo muy heterogéneos.

Más allá del volumen, la peligrosidad intrínseca de estos depósitos reside en su composición geoquímica y sus propiedades físicas, las cuales determinan su comportamiento en el ambiente. Los relaves de Pasco, derivados del procesamiento de minerales polimetálicos, suelen contener

concentraciones significativas de sulfuros metálicos, principalmente pirita, y metales pesados como plomo (Pb), zinc (Zn), cobre (Cu) y cadmio (Cd) (Cacciuttolo & Marinovic, 2023). La granulometría es otro factor determinante; un alto contenido de partículas finas, a menudo por debajo de los 20 micrómetros, incrementa la superficie reactiva del material y su capacidad para retener agua, lo que a su vez eleva el riesgo de fenómenos como la licuefacción sísmica. La tecnología de relaves filtrados busca precisamente controlar estas variables, logrando una densidad seca compactada superior a 2.8 t/m³ y una permeabilidad reducida, lo que confiere una mayor estabilidad geotécnica a la estructura (Cacciuttolo & Pérez, 2022). En contraste, los métodos más antiguos de disposición en pulpa generan depósitos saturados de agua, con un alto potencial de inestabilidad y una mayor propensión a la lixiviación de contaminantes.

Tabla 1
Características Técnicas de Relaves en Operaciones Mineras Seleccionadas de Pasco

Característica	Mina		
	Chungar	El Porvenir	Paragsha
Producción (mtpd)	4,200	6,000	8,000
Tecnología de Gestión	Relaves Filtrados	Relleno Hidráulico (HF)	Relleno Hidráulico Cementado (CHF)
Humedad / Concentración	16% Humedad	Cw 60-75%	Cw 60-75%
Propiedades Físicas	Densidad seca ≥2.8 t/m ³ , Compactación 95% Proctor	Granulometría >ASTM #200	Resistencia a compresión 0.5 MPa
Riesgo Geotécnico Primario	Estabilidad sísmica (diseño H:V 2.8:1)	Riesgo de licuefacción	Estabilidad de relleno en cámaras
Riesgo Geoquímico Primario	Control de filtraciones de metales pesados	Drenaje Ácido de Roca (ARD)	ARD (mitigado en un 90 %)

Nota: Adaptado de Cacciuttolo & Pérez (2022) y Cacciuttolo & Marinovic (2023).

La Tabla 1 sintetiza las características técnicas de algunos relaves en operaciones de Pasco, evidenciando la diversidad de enfoques y materiales que coexisten en la región.

Precisamente, es la interacción de esta composición geoquímica con el oxígeno y el agua lo que desencadena el principal mecanismo de contaminación a largo plazo: el Drenaje Ácido de Roca (ARD). La oxidación de los sulfuros presentes en los relaves genera ácido sulfúrico, el cual acidifica el agua circundante y, a su vez, moviliza los metales pesados contenidos en la matriz mineral, haciéndolos biodisponibles. Este lixiviado ácido puede infiltrarse en los acuíferos subterráneos o escurrir hacia los cuerpos de agua superficiales, contaminando fuentes hídricas que son vitales para el consumo humano, la agricultura y la ganadería en la región. Estudios en la zona andina peruana han demostrado que las concentraciones de metales como el plomo y el cadmio en las aguas receptoras pueden superar con creces los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes en el país (Cacciuttolo & Marinovic, 2023). Las soluciones de ingeniería como el relleno cementado en pasta (CHF), implementado en Paragsha, buscan encapsular los relaves y limitar su exposición al oxígeno, logrando reducir la generación de ARD hasta en un 90 % (Cacciuttolo & Marinovic, 2023). Este dato, si bien representa un avance tecnológico, subraya por contraste la severidad del riesgo que presentan los depósitos más antiguos que carecen de este tipo de control, los cuales actúan como fuentes perpetuas de contaminación ácida.

Por consiguiente, el impacto ambiental de los relaves se manifiesta de manera multidimensional, afectando tanto al suelo como al agua y, por extensión, a los ecosistemas locales. La deposición directa de relaves sobre el suelo causa su esterilización física y química, impidiendo el desarrollo de vegetación y alterando permanentemente el paisaje. La erosión eólica e hídrica de las superficies de los depósitos no consolidados dispersa partículas contaminadas en los alrededores, expandiendo el área de impacto.

El control de este fenómeno es uno de los objetivos de las técnicas de relaves filtrados, cuya compactación y baja humedad minimizan la generación de polvo fugitivo y la erosión superficial (Cacciuttolo & Pérez, 2022). En las zonas altas de Pasco, situadas a más de 4,100 metros sobre el nivel del mar, los ecosistemas de puna son particularmente frágiles y vulnerables a la contaminación. La alteración de la calidad del agua impacta directamente en la biota acuática y en las cadenas tróficas que dependen de ella, mientras que la deposición de metales en los suelos puede llevar a su bioacumulación en la flora local, afectando a la fauna herbívora y a las actividades ganaderas que son el sustento de muchas comunidades campesinas. La reducción de la huella terrestre de los depósitos, que puede alcanzar hasta un 55 % mediante el uso de técnicas de relleno subterráneo, es una métrica clave que refleja un intento por contener este impacto espacial directo (Cacciuttolo & Marinovic, 2023).

Derivado de estos impactos ambientales, el riesgo para la salud pública se convierte en la consecuencia más grave y directa de la geografía de los pasivos. La contaminación de las fuentes de agua para consumo humano con metales pesados neurotóxicos y carcinogénicos, como el plomo y el arsénico, representa una amenaza crónica y documentada para las poblaciones aledañas. La exposición puede ocurrir no solo a través de la ingesta de agua, sino también mediante el consumo de alimentos (cultivos y ganado) que han bioacumulado estos contaminantes.

Adicionalmente, la dispersión de material particulado por el viento constituye una vía de exposición por inhalación, afectando la salud respiratoria de las comunidades. Las soluciones de ingeniería modernas, al enfocarse en la estabilidad física (control de colapsos y filtraciones) y la contención química (reducción de ARD y polvo), son, en esencia, intervenciones de salud pública preventiva (Cacciuttolo & Pérez, 2022; Cacciuttolo & Marinovic, 2023). Sin embargo, la persistencia de depósitos históricos sin manejo adecuado mantiene activa esta exposición, creando una situación de vulnerabilidad sanitaria que ha sido fuente de profundas tensiones sociales. La caracterización técnica del problema, por lo tanto,

no es un ejercicio abstracto, sino el fundamento para cuantificar la exposición a riesgos que afectan directamente el bienestar y la vida de las personas.

En última instancia, el cuadro que emerge de este análisis técnico es el de un territorio profundamente marcado por una herencia minera que ha dejado pasivos de una escala y complejidad formidables. Los relaves en Pasco no son un problema estático, sino un sistema dinámico y riesgoso que interactúa constantemente con su entorno. La combinación de volúmenes masivos, una geoquímica reactiva y la presencia de depósitos históricos con escasos controles de ingeniería conforma un escenario de alto riesgo ambiental y sanitario. Las tecnologías de filtrado y relleno subterráneo, si bien ofrecen soluciones para las operaciones actuales y futuras, no resuelven el problema de los pasivos ya existentes, que continúan siendo focos activos de contaminación (Cacciuttolo & Pérez, 2022; Cacciuttolo & Marinovic, 2023).

Esta realidad fáctica, despojada de momento del análisis de las responsabilidades, los intereses de los actores o las posibles vías de solución, constituye el punto de partida ineludible. Es esta geografía del pasivo, con sus toneladas de material, su química tóxica y sus impactos tangibles en el agua, el suelo y la salud, la que define la urgencia y la magnitud del desafío que este libro se propone abordar, sentando las bases para explorar cómo este nudo de problemas técnicos puede ser desatado a través de un nuevo paradigma de colaboración y valor compartido.

1.2 El Círculo Vicioso de la Desconfianza: Anatomía del Conflicto Socioambiental

Si la geografía física de Pasco está definida por los pasivos ambientales, su geografía social está marcada por las cicatrices de una conflictividad endémica. El paisaje técnico-ambiental descrito previamente no existe en un vacío; es, a la vez, causa y consecuencia de una fractura profunda en las relaciones entre la comunidad, las empresas mineras y el

Estado. Este tejido social desgarrado se manifiesta en un círculo vicioso de desconfianza, donde cada acción de un actor es interpretada por los otros a través de un prisma de sospecha, anclado en una memoria histórica de agravios. Deconstruir esta dinámica exige trascender la simple crónica de protestas para analizar las causas estructurales que perpetúan el antagonismo. Este análisis, de naturaleza eminentemente socio-política, se centrará en la anatomía de estas relaciones rotas, identificando patrones de interacción fallida y las percepciones de injusticia que constituyen el principal obstáculo para cualquier solución colaborativa. Al hacerlo, se delimita estrictamente el campo de estudio al diagnóstico relacional, sin incursionar en la proposición de modelos de gobernanza, tarea reservada para capítulos posteriores.

En este contexto, la historia de los conflictos mineros en Pasco y en el Perú andino en general no es una secuencia de eventos aislados, sino la expresión de un patrón sistémico alimentado por promesas incumplidas y expectativas defraudadas. Las “licencias sociales”, a menudo otorgadas por comunidades en asambleas a cambio de compromisos de desarrollo, se convierten en focos de tensión cuando estos acuerdos son percibidos como vulnerados (Valle et al., 2023).

Este fenómeno se ve exacerbado por una asimetría de información fundamental, donde las comunidades locales carecen de acceso a datos técnicos comprensibles y verificables sobre los impactos ambientales y los planes de mitigación de las operaciones. Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), que deberían ser instrumentos de transparencia, a menudo fallan en su propósito comunicacional, con un 63 % de los conflictos socioambientales en el país vinculados a deficiencias en su accesibilidad y comprensión (Stemmler, 2022). Esta brecha informativa nutre la percepción de que las decisiones se toman a puerta cerrada, marginando a quienes sufren directamente las consecuencias. El resultado es un capital social erosionado, donde la palabra empeñada pierde su valor y la desconfianza se convierte en la moneda de cambio por defecto en cualquier interacción.

Además de estas fallas en el diálogo, el marco regulatorio y la actuación del Estado a menudo han contribuido a intensificar la conflictividad en lugar de mediarla. La debilidad institucional se manifiesta en una incapacidad crónica para hacer cumplir las normativas ambientales y fiscalizar eficazmente las operaciones mineras. Un ejemplo paradigmático es el proceso de formalización de la minería artesanal, donde a pesar de marcos legales como la Ley 27651, solo una fracción mínima de los mineros logra completar el proceso, dejando a la gran mayoría en un limbo de informalidad (Valle et al., 2023).

Esta falla estatal no solo genera conflictos entre mineros formales e informales, sino que también debilita la legitimidad del Estado como árbitro imparcial. La respuesta estatal a las protestas sociales, frecuentemente a través de la declaración de estados de emergencia y el uso de la fuerza — responsable del 65% de las muertes en conflictos mineros—, profundiza la percepción de un Estado que prioriza la continuidad de las operaciones extractivas por encima de los derechos ciudadanos, actuando más como un protector de la inversión privada que como un garante del bien común (Stemmler, 2022).

Este patrón de interacción se consolida en un ciclo reactivo que perpetúa el conflicto. La exclusión de las comunidades de los procesos de toma de decisiones centralizados provoca que la protesta social, a través de bloqueos de carreteras y otras medidas de fuerza, se convierta en el único mecanismo percibido como eficaz para hacer oír sus demandas (Stemmler, 2022). Solo después de la escalada del conflicto, a menudo con costos sociales y económicos significativos —bloqueos que superan los 50 días y pérdidas sectoriales estimadas en cientos de millones de dólares—, el Estado interviene para establecer “mesas de diálogo” (Valle et al., 2023).

Sin embargo, estas mesas son inherentemente reactivas y se establecen en un clima de alta tensión y desconfianza, lo que limita severamente su capacidad para generar acuerdos sostenibles. En lugar de ser foros para la co-creación de soluciones, a menudo se convierten en espacios para

la contención de crisis, donde se firman actas y compromisos que, con el tiempo, vuelven a ser percibidos como incumplidos, reiniciando el ciclo. En Pasco, este patrón se ha repetido en numerosas ocasiones, con 208 conflictos sociales registrados en 2022, de los cuales el 66.4% estaban vinculados a la minería (Valle et al., 2023).

Subyacente a toda esta dinámica se encuentra una profunda percepción de injusticia distributiva. A pesar de que la minería genera ingentes ingresos para el Estado a través del canon minero —que alcanzó los 1,400 millones de dólares en 2019—, las comunidades en las zonas de extracción a menudo no perciben una mejora proporcional en su calidad de vida (Stemmler, 2022). La persistencia de altos índices de pobreza, que en algunas zonas mineras andinas supera el 41.9 %, crea una disonancia cognitiva insostenible: la coexistencia de una inmensa riqueza en el subsuelo con una pobreza persistente en la superficie (Valle et al., 2023). La gestión de los fondos del canon, a menudo marcada por el clientelismo y la inversión en proyectos de corta duración y escaso impacto, exacerba esta percepción de inequidad. Las comunidades sienten que asumen la mayor parte de los costos socioambientales de la actividad extractiva —la contaminación del agua, los impactos en la salud, la pérdida de tierras—, mientras que los beneficios son capturados por el Estado central y las empresas, con una distribución local que consideran insuficiente e injusta.

Para ilustrar estos patrones, es pertinente analizar casos emblemáticos que encapsulan la anatomía de la interacción fallida. La prolongada lucha de las comunidades afectadas por la contaminación por metales pesados en Pasco es un claro ejemplo. A pesar de la evidencia científica sobre los impactos en la salud, especialmente en niños, las respuestas estatales y empresariales han sido percibidas como lentas e inadecuadas, generando un ciclo de protestas y movilizaciones que se extiende por décadas.

Las declaratorias de emergencia sanitaria, si bien reconocen el problema, no siempre se han traducido en soluciones estructurales efectivas, alimentando la frustración y la desconfianza. Otro caso es el de los

conflictos territoriales entre comunidades y empresas por la expansión de las operaciones, donde los mecanismos de consulta previa, diseñados para garantizar el consentimiento de las comunidades, a menudo son criticados por su carácter no vinculante y su implementación deficiente, siendo vistos más como un trámite administrativo que como un genuino proceso de diálogo intercultural (Stemmler, 2022). Estos casos no son anécdotas, sino manifestaciones concretas de las fallas estructurales descritas: asimetría de información, debilidad regulatoria y una profunda inequidad distributiva.

La Tabla 2 resume las causas estructurales de la conflictividad y sus manifestaciones observables, proporcionando una anatomía sistemática del círculo vicioso de la desconfianza.

En conclusión, el principal obstáculo para transformar los pasivos ambientales de Pasco en una oportunidad de desarrollo no es de naturaleza técnica, sino fundamentalmente relacional. El legado de interacciones fallidas ha construido un muro de desconfianza que impide la colaboración necesaria para cualquier iniciativa, por bien intencionada que sea. Este análisis ha deconstruido las causas estructurales de esta desconfianza, revelando un sistema interconectado de asimetrías de información, promesas rotas, debilidad institucional y una profunda sensación de injusticia.

El círculo vicioso de la protesta y la reacción ha normalizado el conflicto como el lenguaje principal de interacción entre la comunidad, la empresa y el Estado. Comprender esta anatomía del conflicto es un prerrequisito indispensable antes de poder diseñar cualquier estrategia de articulación. Sin abordar estas fracturas relacionales y las percepciones que las sustentan, cualquier propuesta de valor compartido, por robusta que sea en su diseño técnico o económico, estará condenada al fracaso al chocar contra este muro invisible pero formidable de la desconfianza histórica.

Tabla 2

Anatomía del Conflicto Socioambiental en el Contexto Minero de Pasco

Causa Estructural	Manifestación / Patrón de Interacción Fallida	Consecuencia Relacional
Asimetrías de Información	Estudios de Impacto Ambiental (EIA) inaccesibles o incomprensibles; falta de monitoreo ambiental participativo y transparente	Percepción de ocultamiento de información; decisiones unilaterales de la empresa y el Estado
Promesas Incumplidas	Acuerdos de “licencia social” y actas de mesas de diálogo no implementados o implementados parcialmente.	Erosión total del capital social; la palabra y los acuerdos formales pierden credibilidad
Marcos Regulatorios Débiles	Incapacidad del Estado para fiscalizar y sancionar incumplimientos ambientales; procesos de formalización fallidos	Impunidad percibida; el Estado pierde legitimidad como árbitro imparcial y garante de derechos
Injusticia Distributiva	Persistencia de pobreza a pesar de los ingresos por canon minero; gestión ineficiente y clientelar de los recursos	Sentimiento de despojo y explotación; percepción de que los costos son locales y los beneficios, externos
Modelo de Diálogo Reactivo	Uso de la protesta como único mecanismo de influencia; instalación de mesas de diálogo solo post-conflicto y bajo presión	Normalización del conflicto como forma de relación; soluciones cortoplacistas y no sostenibles
Criminalización de la Protesta	Uso de la represión y declaratorias de emergencia como respuesta estatal a las movilizaciones sociales.	Victimización de los líderes comunitarios; profundización de la fractura y el antagonismo

Nota: Adaptado de Stemmler (2022) y Valle et al. (2023).

1.3 Más Allá de la RSE: El Valor Compartido como Nuevo Paradigma

Frente al diagnóstico de un pasivo ambiental masivo y un tejido social fracturado por la desconfianza, los enfoques convencionales de gestión empresarial y responsabilidad social demuestran ser insuficientes. Históricamente, la respuesta de la industria minera a sus externalidades negativas ha oscilado entre el cumplimiento normativo mínimo, la filantropía corporativa y estrategias de Responsabilidad Social Empresarial (RSE). Sin embargo, estas aproximaciones, a menudo concebidas como actividades periféricas al núcleo del negocio, han fracasado en abordar las causas estructurales del conflicto y en generar un desarrollo sostenible y legítimo a nivel local. La filantropía, por su naturaleza discrecional, puede ser percibida como paternalista, mientras que la RSE, con frecuencia enfocada en proyectos de inversión social desvinculados de la cadena de valor principal, corre el riesgo de ser vista como un mero ejercicio de relaciones públicas o una herramienta para mitigar la culpa corporativa. Para superar este estancamiento, se requiere un cambio de paradigma fundamental que reconfigure la relación entre el éxito empresarial y el bienestar social. Este nuevo enfoque es el Valor Compartido (VC), un marco conceptual desarrollado por Michael Porter y Mark Kramer que propone que el progreso social y el éxito económico no son objetivos contrapuestos, sino intrínsecamente sinérgicos. Esta sección se dedicará a exponer en profundidad esta teoría, diferenciándola claramente de sus predecesoras y sentando las bases conceptuales que servirán como ancla teórica para el resto del libro, sin entrar aún en su aplicación práctica específica.

En su esencia, el Valor Compartido postula que las empresas pueden generar valor económico precisamente *a través* de la creación de valor social. A diferencia de la RSE, que a menudo se centra en la redistribución de las ganancias ya obtenidas (una lógica de suma cero), el VC se enfoca en expandir el pastel total de valor económico y social de manera simultánea (Amankwah et al., 2021). La premisa fundamental es que los problemas

sociales en las comunidades donde opera una empresa —como la falta de mano de obra calificada, la infraestructura deficiente o los problemas de salud ambiental— no son solo cuestiones de interés público, sino que representan costos internalizados para el negocio, limitando su productividad y eficiencia. Abordar estas carencias no es un acto de caridad, sino una inversión estratégica en el propio ecosistema de la empresa. La distinción crucial radica, por tanto, en la intencionalidad y la integración: mientras la RSE tradicional puede financiar la construcción de una escuela como un proyecto aislado, el Valor Compartido buscaría rediseñar los procesos de contratación y capacitación de la empresa para desarrollar habilidades locales que satisfagan sus necesidades de personal, mejorando al mismo tiempo la empleabilidad y los ingresos de la comunidad. Meta-análisis comparativos sugieren que las iniciativas de VC pueden ofrecer un retorno sobre la inversión significativamente mayor (hasta 3:1) en comparación con los enfoques filantrópicos (1:1), precisamente porque están integradas en la estrategia central del negocio (Amankwah et al., 2021).

Para operacionalizar este concepto, Porter y Kramer identificaron tres niveles o vías a través de las cuales las empresas pueden crear Valor Compartido, cada uno de los cuales representa una oportunidad para la innovación y el crecimiento. Estos niveles no son mutuamente excluyentes y a menudo se refuerzan entre sí.

- 1) **El primero nivel es reconcebir productos y mercados.** Esto implica identificar y satisfacer necesidades sociales no atendidas a través del modelo de negocio principal de la empresa. En el sector minero, tradicionalmente enfocado en la producción de *commodities*, esto podría parecer un desafío. Sin embargo, el concepto puede aplicarse al redefinir el “producto” de la minería más allá del mineral primario. Los residuos, como los relaves, que históricamente han sido considerados un pasivo sin valor, pueden ser reconcebidos como una fuente de nuevos productos: metales valiosos remanentes, minerales críticos para la transición energética, o materiales para la construcción y la industria.

Al hacerlo, la empresa no solo crea una nueva línea de negocio, sino que también aborda un problema social y ambiental de primer orden, transformando un riesgo en una oportunidad. Estudios sectoriales indican que el reprocesamiento de relaves, por ejemplo, puede abrir nuevos mercados y aumentar el valor recuperado en más de un 25 % (Amankwah et al., 2021; POST, 2022).

- 2) **El segundo nivel es redefinir la productividad en la cadena de valor.** Este enfoque se centra en optimizar el uso de recursos, la logística y la gestión de proveedores, empleados y distribución de manera que se generen beneficios tanto económicos como sociales y ambientales. Las mejoras en esta área suelen tener el doble efecto de reducir costos y aumentar la resiliencia y la legitimidad de la operación. En la industria minera, esto tiene aplicaciones directas y profundas. La gestión del agua y la energía, el manejo de residuos, la salud y seguridad de los trabajadores, y el desarrollo de proveedores locales son todos eslabones de la cadena de valor donde la innovación puede crear Valor Compartido. Por ejemplo, implementar tecnologías para reducir el consumo de agua o para mitigar el Drenaje Ácido de Roca (ARD) no solo disminuye el impacto ambiental y previene conflictos con las comunidades por el uso de recursos hídricos, sino que también reduce los costos operativos y los riesgos regulatorios a largo plazo. Las mejoras tecnológicas en este ámbito pueden disminuir la generación de ARD en un 50%, un claro ejemplo de ganancia simultánea para la empresa y la sociedad (POST, 2022). De manera similar, invertir en programas de salud y bienestar para los empleados y sus familias mejora la productividad y reduce el ausentismo, al tiempo que eleva la calidad de vida en la comunidad.
- 3) **Finalmente, el tercer nivel consiste en permitir el desarrollo de clústeres locales.** Los clústeres son concentraciones geográficas de empresas, proveedores, instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil interconectadas en un campo particular. Ninguna empresa es una isla; su éxito depende del ecosistema que la rodea. Las empresas pueden fortalecer su propia productividad y competitividad invirtiendo en el fortalecimiento de estos clústeres. En el contexto de

Pasco, esto implicaría ir más allá de la contratación de mano de obra no calificada o la compra de bienes básicos, para fomentar activamente un ecosistema de proveedores locales especializados en servicios para la minería (mantenimiento, logística, tecnología ambiental), instituciones de formación técnica que preparen a los jóvenes para los empleos del sector, e infraestructura pública que beneficie tanto a la operación como a la comunidad (carreteras, telecomunicaciones, servicios de salud). La creación de estos clústeres no solo genera empleo local de mayor calidad —con aumentos potenciales del 15% en la empleabilidad comunitaria— sino que también ancla a la empresa en el territorio, fomenta la innovación y crea una interdependencia positiva que alinea los intereses de la empresa con los del desarrollo regional (POST, 2022). La colaboración dentro del clúster puede potenciar la innovación local hasta en un 40 % (Amankwah et al., 2021).

Tabla 3
Diferenciación Conceptual entre RSE Tradicional y Valor Compartido (VC)

Dimensión	Responsabilidad Social Empresarial (RSE)	Valor Compartido (VC)
Motivación Principal	Reputación, legitimidad, cumplimiento, “hacer el bien”	Creación de valor económico a través del valor social
Vínculo con el Negocio	Periférico; a menudo gestionado por departamentos de relaciones públicas o fundaciones	Integral a la estrategia competitiva y a la cadena de valor principal
Enfoque de Inversión	Gasto discrecional o filantropía; presupuesto limitado y separado del negocio	Inversión estratégica; se integra en el presupuesto operativo y de capital
Naturaleza del Gasto	Visto como un costo para la empresa	Visto como una inversión para mejorar la productividad y la innovación
Agenda	Determinada externamente por las presiones sociales o las expectativas de los stakeholders	Determinada internamente por la empresa, buscando alinear las necesidades sociales con sus oportunidades de negocio
Impacto Esperado	Impacto social limitado, a menudo no medido de manera rigurosa en términos de retorno	Impacto social y económico medible y a gran escala; sistémico

Dimensión	Responsabilidad Social Empresarial (RSE)	Valor Compartido (VC)
Ejemplo en Minería	Donar fondos para un hospital local	Desarrollar un programa de salud ocupacional y comunitaria que reduzca enfermedades y aumente la productividad

Nota: Adaptado de Amankwah et al. (2021) y POST (2022).

La distinción entre estos tres niveles de Valor Compartido y la RSE tradicional es fundamental y se resume en la Tabla 3.

En este marco, el manejo de relaves deja de ser simplemente un problema de “cierre de minas” o una externalidad a gestionar a través de la RSE. Se convierte en una actividad central susceptible de ser transformada a través de los tres niveles del Valor Compartido.

- 1) **Reconocer el producto** implica ver los relaves no como desecho, sino como materia prima.
- 2) **Redefinir la productividad** en la cadena de valor implica desarrollar procesos de remediación y reprocesamiento que sean eficientes, seguros y que utilicen mano de obra y tecnología local.
- 3) **Desarrollar un clúster local** implica crear un ecosistema de empresas y conocimientos en torno a la economía circular de los residuos mineros, convirtiendo a Pasco en un polo de innovación en minería sostenible.

Esta adaptación teórica del marco de VC al problema específico de los relaves es el pivote conceptual sobre el cual gira toda la propuesta de este libro.

No obstante, es crucial reconocer que el paradigma del Valor Compartido no está exento de críticas ni es una panacea. Su implementación puede ser un “espejismo” (*mirage*) si ignora las asimetrías de poder y los conflictos históricos que, como se analizó en la sección anterior, caracterizan a contextos como el de Pasco (POST, 2022). El VC no elimina la necesidad de

una regulación estatal fuerte ni de una participación comunitaria genuina y vinculante. De hecho, para que el Valor Compartido sea real y no solo un nuevo eslogan corporativo, requiere precisamente de los mecanismos de gobernanza y colaboración que serán explorados en capítulos posteriores. Sin embargo, su poder reside en ofrecer un lenguaje y una lógica que pueden alinear los intereses de actores tradicionalmente antagónicos. Proporciona una justificación de negocio para que las empresas inviertan en soluciones a problemas sociales, transformando el debate de uno de confrontación y compensación a uno de colaboración y co-creación. Este es el imperativo conceptual que se propone: utilizar el Valor Compartido como la lente a través de la cual reinterpretar el problema de los relaves en Pasco, no para ignorar los conflictos, sino para encontrar en ellos la semilla de una prosperidad compartida.

1.4 Aplicación Preliminar del Marco de VC al Manejo de Relaves en Pasco

Habiendo establecido la magnitud del pasivo ambiental, la profundidad de la fractura social y el marco conceptual del Valor Compartido (VC), esta sección sirve como un puente integrador. Su propósito es re-imaginar el nudo problemático de Pasco a través de la lente transformadora del VC, articulando cómo el diagnóstico de problemas puede ser reconceptualizado como un diagnóstico de oportunidades. Este ejercicio no busca ofrecer soluciones detalladas ni planes de implementación —tareas reservadas para los capítulos subsiguientes—, sino formular un conjunto de hipótesis estratégicas y preguntas clave que guiarán la investigación. Se trata de un encuadre conceptual que esboza las posibilidades, demostrando preliminarmente que el manejo de relaves puede, en efecto, ser un catalizador para la creación simultánea de valor económico, social y ambiental. Al hacerlo, se conecta la teoría abstracta del VC con la realidad concreta de Pasco, estableciendo la plausibilidad de la tesis central del libro.

- 1) **La primera vía para aplicar el VC, reconcebir productos y mercados**, invita a formular una pregunta fundamental: ¿pueden los vastos depósitos de relaves de Pasco, actualmente una fuente de riesgo, ser transformados en una nueva fuente de riqueza? La hipótesis central es afirmativa. Los avances en tecnologías de reprocesamiento, o “reminería”, permiten hoy la recuperación económica de metales y minerales que fueron descartados por tecnologías menos eficientes en el pasado (Maest, 2023). Los relaves históricos de Pasco, ricos en polimetales, podrían albergar concentraciones residuales de cobre, oro, plata, zinc y, crucialmente, metales críticos para la transición energética como el cobalto y las tierras raras (REEs). Investigaciones globales sugieren que se pueden recuperar hasta un 85% de los metales contenidos en relaves, generando flujos de valor económico sustanciales (Circular Economy Leaders Group, 2024). Además, este “nuevo producto” no solo es el mineral recuperado. El material inerte resultante del reprocesamiento puede ser transformado en agregados para la construcción, cemento, ladrillos o material de relleno geotécnico (backfill), creando un segundo mercado y avanzando hacia una economía circular. La pregunta estratégica que se deriva, y que el libro explorará, no es si esto es técnicamente posible, sino: **¿Cuál es el modelo de negocio específico que puede convertir los relaves de Pasco en un portafolio de productos comercializables, generando valor económico suficiente para financiar la remediación ambiental y crear beneficios sociales tangibles?**
- 2) **Esta reconcepción del producto se entrelaza directamente con la segunda vía del VC: redefinir la productividad en la cadena de valor.** La remediación ambiental de un pasivo minero, tradicionalmente vista como un costo de cierre, puede ser redefinida como una inversión en la productividad del ecosistema y del capital humano local. Al reprocesar los relaves, se eliminan las fuentes de contaminación del agua y el suelo, lo que directamente mejora la “productividad” de la tierra para usos alternativos como la agricultura, la reforestación o el desarrollo de infraestructura segura. Este proceso también mejora la productividad

de la “comunidad-trabajadora”. La reducción de la exposición a metales pesados y al Drenaje Ácido de Roca (ARD) —que puede disminuir hasta en un 70 % mediante prácticas de economía circular— tiene un impacto directo y cuantificable en la salud pública, reduciendo la incidencia de enfermedades crónicas, los costos de atención médica y el ausentismo laboral (Circular Economy Leaders Group, 2024). Asimismo, la adopción de tecnologías de manejo de relaves más avanzadas, como los relaves espesados (TTD) o filtrados, permite recuperar un alto porcentaje del agua del proceso —en operaciones peruanas como Toromocho o Las Bambas, la recuperación supera el 70 %—, un recurso crítico en los ecosistemas andinos (Cacciuttolo & Marinovic, 2022). Este ahorro hídrico libera recursos para otros usos y reduce un punto central de conflicto con las comunidades. La pregunta estratégica aquí es: **¿Cómo se pueden cuantificar y monetizar los beneficios en productividad —mejora de la salud, restauración de tierras, eficiencia hídrica— para construir un caso de negocio integral donde la inversión en remediación genere un retorno positivo más allá de la simple venta de metales recuperados?**

- 3) **La confluencia de un nuevo producto y una cadena de valor más productiva crea las condiciones para la tercera vía del VC: habilitar el desarrollo de clústeres locales.** El manejo de relaves bajo un enfoque de VC no sería una operación aislada, sino el motor de un nuevo ecosistema económico en Pasco. En lugar de depender de contratistas y tecnologías foráneas, se puede fomentar deliberadamente un clúster de empresas locales especializadas en diferentes fases del ciclo de vida de la remediación y valorización. Esto podría incluir PYMEs dedicadas al monitoreo ambiental, laboratorios de análisis geoquímico, empresas de logística y transporte de materiales, plantas de procesamiento de agregados para la construcción y cooperativas de reforestación. El proyecto de valorización se convertiría así en una “empresa ancla” que dinamiza la economía local, generando empleo calificado —se estima que proyectos de esta naturaleza pueden crear cientos de empleos directos—

y fomentando la transferencia de conocimiento y tecnología (Circular Economy Leaders Group, 2024). Este clúster podría especializarse en “minería urbana” o “minería secundaria”, posicionando a Pasco como un referente en economía circular. La pregunta estratégica que emerge es: **¿Qué políticas de fomento, programas de capacitación y mecanismos de asociación empresa-comunidad se necesitan para catalizar la creación de un clúster de economía circular en torno a los relaves, asegurando que el valor generado se arraigue y multiplique en la economía local?**

Tabla 4
Hipótesis Estratégicas del Valor Compartido Aplicadas al Manejo de Relaves en Pasco

Nivel de Valor Compartido (VC)		Hipótesis Estratégica para Pasco	Pregunta Clave a Desarrollar
1	Reconcebir Productos y Mercados	Los relaves de Pasco pueden ser transformados de un pasivo a un activo, generando una nueva línea de negocio a través del reprocesamiento de metales y la producción de materiales de construcción.	¿Cuál es el modelo de negocio viable para convertir los relaves en un portafolio de productos comercializables?
	Redefinir la Productividad en la Cadena de Valor	La remediación y el reprocesamiento mejoran la productividad del capital natural (tierra, agua) y humano (salud, habilidades), creando valor económico más allá de la venta de productos.	¿Cómo cuantificar y monetizar los beneficios en productividad para justificar la inversión en remediación como una estrategia rentable?
	Habilitar el Desarrollo de Clústeres Locales	El proyecto de valorización de relaves puede actuar como catalizador de un clúster de empresas locales especializadas en economía circular, multiplicando el impacto económico y social.	¿Qué políticas y mecanismos se requieren para catalizar un clúster local de economía circular que maximice el valor retenido en la región?

Nota: Adaptado de Circular Economy Leaders Group (2024), Cacciuttolo & Marinovic (2022) y Maest (2023).

La Tabla 4 siguiente esquematiza esta aplicación preliminar del marco de VC, traduciendo cada nivel de la teoría en una hipótesis estratégica específica para el contexto de los relaves en Pasco.

Este re-encuadre del problema tiene profundas implicaciones para abordar el círculo vicioso de la desconfianza. Al transformar el manejo de relaves en una oportunidad de negocio y desarrollo, se cambia la naturaleza de la conversación entre empresa y comunidad. Ya no se trata de una negociación sobre compensaciones por daños, sino de una discusión sobre cómo asociarse para co-crear y distribuir nuevo valor. La comunidad deja de ser una mera receptora de externalidades negativas para convertirse en un socio potencial en una nueva empresa. La empresa, por su parte, encuentra una justificación de negocio para invertir en la remediación que va más allá del cumplimiento legal, alineando sus intereses económicos con los de la salud y el bienestar de la comunidad. El Estado puede asumir un nuevo rol, no solo como regulador punitivo, sino como facilitador de esta nueva economía circular, promoviendo la innovación y asegurando una distribución equitativa de los beneficios. Este enfoque, al generar una interdependencia positiva, tiene el potencial de reconstruir el capital social erosionado, creando una base para la confianza mutua basada en intereses compartidos y beneficios tangibles.

Es importante subrayar que este planteamiento no ignora los desafíos y riesgos. La reminería puede implicar la re-movilización de contaminantes si no se gestiona adecuadamente, y la viabilidad económica dependerá de los precios de los metales y de la eficiencia de las tecnologías (Maest, 2023). La creación de un clúster local requiere de una inversión a largo plazo en capital humano e institucional. Más importante aún, la distribución de los beneficios de estas nuevas actividades económicas será un punto crítico de negociación y potencial conflicto. Sin embargo, el marco de VC proporciona una hoja de ruta para abordar estos desafíos de manera proactiva. Las preguntas clave formuladas en esta sección no tienen respuestas sencillas, pero establecen la agenda para el resto del libro. Al plantear estas hipótesis, se ha construido el puente conceptual necesario:

se ha demostrado que es teóricamente plausible y estratégicamente deseable abordar el complejo problema de los relaves en Pasco no como una carga inevitable, sino como una oportunidad sin precedentes para forjar un futuro de prosperidad compartida. Los capítulos siguientes se dedicarán a desarrollar en detalle los aspectos técnicos, de gobernanza y documentales necesarios para convertir estas posibilidades estratégicas en una realidad tangible.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LOS ACTORES Y SUS INTERESES: HACIA UNA CONVERGENCIA ESTRATÉGICA

2.1 El Estado: Entre la Regulación y la Ausencia

La materialización de un modelo de Valor Compartido en la gestión de relaves mineros en Pasco depende, en gran medida, del rol que asuma el Estado. Como entidad encargada de normar, fiscalizar y mediar en las interacciones entre el capital privado y las comunidades, su desempeño es crucial para establecer las condiciones de posibilidad de cualquier articulación exitosa. Sin embargo, un análisis crítico de su actuación revela una dualidad problemática: por un lado, la existencia de un andamiaje normativo formalmente robusto en materia ambiental y minera; por otro, una presencia territorial fragmentada e ineficaz que genera vacíos de poder y perpetúa la desconfianza. Este diagnóstico se centrará en desentrañar esta paradoja, evaluando el marco legal vigente sobre pasivos ambientales, cierre de minas y participación ciudadana, así como la capacidad institucional real de los organismos clave para hacer cumplir dichas normas. El objetivo es identificar la brecha sistémica entre la ley escrita y su aplicación práctica, sin adelantar propuestas de reforma, las cuales se reservan para un análisis posterior.

Partiendo del marco normativo, el Perú ha desarrollado una arquitectura legal que, en teoría, aborda los principales desafíos de la minería sostenible. La Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y la Ley de Cierre de Minas (Ley N° 28090) establecen los principios rectores para la prevención de la

contaminación y la responsabilidad de los titulares mineros de rehabilitar las áreas impactadas al finalizar sus operaciones. Específicamente, decretos supremos como el DS 040-2014-EM y el DS 042-2017-EM regulan la gestión de los pasivos ambientales mineros (PAM), definiendo los procedimientos para su identificación, caracterización y remediación, y asignando la responsabilidad primaria a los generadores de dichos pasivos (Inter-American Development Bank, 2023). A pesar de este marco, la realidad es abrumadora: en 2021, el inventario nacional registraba 7,668 PAM, de los cuales solo una fracción había sido asumida por el Estado o por empresas responsables, dejando miles de pasivos “huérfanos” o en un limbo de responsabilidad (Inter-American Development Bank, 2023). Esta cifra evidencia una primera gran fractura: la existencia de una ley no garantiza su cumplimiento ni resuelve la complejidad de los pasivos históricos generados antes de su vigencia.

En lo que respecta a la capacidad institucional para implementar este marco, la responsabilidad se encuentra distribuida entre varias entidades, generando un panorama de competencias a menudo superpuestas y una coordinación deficiente. El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) es el ente rector que aprueba los planes de cierre y los estudios de impacto ambiental (EIA), mientras que el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) es el brazo ejecutor encargado de supervisar y sancionar los incumplimientos. A nivel regional, los Gobiernos Regionales (GORE), como el de Pasco, tienen competencias en la fiscalización de la pequeña minería y la minería artesanal. Esta distribución, aunque lógica en su diseño, presenta serias debilidades operativas. El OEFA, a pesar de sus esfuerzos, enfrenta limitaciones presupuestarias y de personal que restringen su capacidad para realizar inspecciones exhaustivas y un seguimiento continuo en territorios tan vastos y complejos como los andinos (Inter-American Development Bank, 2023). A esto se suma una debilidad técnica en los propios instrumentos de gestión: los EIA y las Evaluaciones Ambientales Tempranas (EEAT) a menudo carecen de criterios ecotoxicológicos rigurosos para evaluar el riesgo real de los

metales en los ecosistemas acuáticos, lo que dificulta la imposición de sanciones preventivas y efectivas (Moreno et al., 2024).

Esta brecha se agudiza al examinar la aplicación de la normativa en el territorio. Un estudio que aplicó un marco de Evaluación de Riesgo Ecológico (ERA) a proyectos mineros andinos, análogos a los de Pasco, encontró que el 50% de las estaciones de monitoreo de agua presentaban un riesgo ecológico alto o extremo, con índices de toxicidad que llegaban a ser miles de veces superiores a los umbrales seguros (Moreno et al., 2024). Este hallazgo sugiere que, a pesar de la existencia de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), la fiscalización no está logrando prevenir la degradación de los recursos hídricos en la práctica. La falta de una plataforma nacional centralizada que integre los datos de monitoreo de riesgos de pasivos ambientales agrava el problema, impidiendo una visión sistémica y una respuesta coordinada entre MINEM, OEFA y los GORE (Moreno et al., 2024). En Pasco, esta “ausencia” del Estado se traduce en una percepción comunitaria de impunidad, donde la contaminación documentada no conduce a acciones correctivas rápidas y contundentes, alimentando el ciclo de desconfianza analizado en el capítulo anterior.

Finalmente, el mecanismo de participación ciudadana, concebido como un pilar para la legitimidad de los proyectos, también muestra deficiencias estructurales en su diseño y aplicación. Si bien la normativa exige la realización de audiencias públicas y talleres informativos durante el proceso de evaluación de los EIA, estos espacios a menudo son percibidos por las comunidades como meros formalismos para cumplir un requisito administrativo, más que como oportunidades para un diálogo genuino y una toma de decisiones compartida. La complejidad técnica de los documentos y las barreras lingüísticas y culturales limitan una participación informada. Además, el carácter no vinculante de muchas de estas consultas erosiona su legitimidad. Esta falla en el pilar participativo es un factor clave que explica por qué el 42 % de los conflictos sociales en el país están relacionados con la minería y el acceso al agua (Inter-American

Development Bank, 2023). El Estado, en su rol de mediador, fracasa al no poder garantizar que la voz de las comunidades sea efectivamente incorporada en las decisiones que afectan sus vidas y territorios. En resumen, el diagnóstico del Estado revela una entidad que se encuentra atrapada entre una regulación formalmente avanzada y una incapacidad fáctica para garantizar su cumplimiento efectivo en el territorio, una ausencia que es, en sí misma, una causa estructural del conflicto.

2.2 La Empresa Minera: Del Cumplimiento a la Estrategia

Tras analizar el rol ambivalente del Estado, el foco del diagnóstico se desplaza hacia el segundo actor clave: la empresa minera. Su modelo de gestión, su cultura organizacional y sus motivaciones internas son determinantes para configurar el escenario de la gestión de relaves en Pasco. La perspectiva corporativa frente a este desafío no es monolítica; oscila en un espectro que va desde una visión del manejo de relaves como un mero costo de cumplimiento legal, pasando por su concepción como un riesgo reputacional que debe ser mitigado, hasta su emergente reconocimiento como una potencial área de innovación y valor estratégico. Este análisis se adentrará en la capacidad interna de las empresas que operan en la región, examinando sus estructuras de gobernanza, su músculo técnico-financiero y las lógicas que subyacen a sus actuales estrategias de relacionamiento comunitario, sin detallar aún las dinámicas de interacción tripartita.

Tradicionalmente, el paradigma dominante en la industria ha sido el del cumplimiento. Bajo esta lógica, la gestión de relaves es una obligación derivada de la normativa de cierre de minas, un costo inevitable que se busca minimizar dentro de los márgenes legales. La gobernanza interna se estructura en torno a departamentos de medio ambiente y legal, cuyo objetivo principal es asegurar la aprobación de los instrumentos de gestión ambiental y evitar sanciones. Sin embargo, la creciente presión social y regulatoria, junto con desastres de presas de relaves de alto perfil a nivel global, ha forzado una evolución hacia una gestión basada en el riesgo. En este enfoque, el manejo de relaves se percibe como un riesgo

crítico no solo para el medio ambiente, sino también para la continuidad del negocio y la “licencia social para operar”. La gobernanza se sofisticó, integrando la gestión de riesgos socioambientales en los niveles más altos de la toma de decisiones corporativas. Este cambio motiva la adopción de tecnologías más seguras, como la disposición de relaves espesados (TTD) o filtrados, que, aunque implican una mayor inversión de capital inicial, reducen significativamente los riesgos de fallas por licuefacción sísmica y minimizan la huella de los depósitos hasta en un 50 % (Cacciuttolo & Marinovic, 2022).

Este enfoque de mitigación de riesgos, a su vez, está evolucionando en algunas empresas pioneras hacia una visión estratégica e innovadora. En este tercer paradigma, los relaves dejan de ser un pasivo para ser vistos como un recurso. La capacidad técnica y financiera de la empresa se moviliza no solo para almacenar los relaves de forma segura, sino para valorizarlos. Una de las manifestaciones más claras de este cambio es la adopción de técnicas de relleno subterráneo de minas (Underground Mine Backfilling - UMB), como el relleno hidráulico (HF) o el relleno hidráulico cementado (CHF) (Cacciuttolo & Marinovic, 2023). En operaciones como El Porvenir en Pasco, los relaves generados (6,000 mtpd) se utilizan para rellenar los vacíos dejados por la explotación, lo que cumple un doble propósito estratégico: por un lado, elimina la necesidad de grandes presas de relaves en superficie, reduciendo drásticamente el riesgo de fallas y el impacto ambiental; por otro, mejora la estabilidad geotécnica del macizo rocoso, permitiendo una mayor recuperación del mineral (hasta un 50 % más) y aumentando la seguridad de las operaciones subterráneas (Cacciuttolo & Marinovic, 2023).

La adopción de estas tecnologías más avanzadas depende críticamente de la capacidad técnica y financiera de cada empresa. Operaciones a gran escala como Toromocho (140,000 mtpd) o Antapaccay (75,000 mtpd) pueden permitirse las inversiones multimillonarias requeridas para instalar espesadores de cono profundo y sistemas de bombeo de alta densidad (Cacciuttolo & Marinovic, 2022). La gobernanza interna en

estas corporaciones incluye rigurosos procedimientos de diseño y pruebas piloto para caracterizar la reología de los relaves y optimizar el transporte, demostrando una sofisticación ingenieril considerable (Cacciuttolo & Marinovic, 2022). En contraste, operaciones de menor escala pueden carecer del capital necesario para estas tecnologías, perpetuando el uso de métodos de disposición convencionales y, por ende, de mayor riesgo. Esta brecha tecnológica y financiera crea una heterogeneidad significativa en los modelos de gestión presentes en Pasco, donde coexisten prácticas de vanguardia con legados de alto riesgo.

Finalmente, las estrategias de relacionamiento comunitario de las empresas están intrínsecamente ligadas a su percepción del manejo de relaves. En el modelo de cumplimiento, el relacionamiento se limita a las audiencias públicas formales. En el modelo de riesgo, la empresa busca activamente la “aceptación socioambiental” de sus depósitos de relaves, comunicando los beneficios de las nuevas tecnologías en términos de seguridad y menor impacto hídrico (Cacciuttolo & Marinovic, 2022). En el modelo estratégico-innovador, el potencial de relacionamiento es aún mayor, aunque a menudo subexplotado. Al transformar los relaves en un recurso, se abre la puerta a narrativas de economía circular y sostenibilidad que pueden resonar positivamente en las comunidades.

Sin embargo, este diagnóstico se enfoca en las motivaciones internas: incluso en el paradigma más avanzado, el principal motor sigue siendo, en gran medida, la eficiencia operativa y la reducción de riesgos para el negocio. La transición hacia un modelo de Valor Compartido, que ponga la co-creación de valor social en el centro de la estrategia, representa un paso adicional que la mayoría de las empresas aún no ha internalizado plenamente. El análisis de su capacidad técnica y financiera demuestra que poseen los recursos para hacerlo; la cuestión pendiente es si poseen la visión y la voluntad estratégica para redefinir su rol, de un mero extractor de minerales a un co-constructor de desarrollo territorial.

2.3 La Comunidad: Heterogeneidad, Demandas y Capacidades

Completando el tríptico de actores, el análisis sociológico de “la comunidad” revela una complejidad que desafía cualquier simplificación. Lejos de ser una entidad monolítica con intereses unificados, las poblaciones afectadas por la minería en Pasco constituyen un mosaico heterogéneo de actores con agendas, capacidades y vulnerabilidades diversas. Una cartografía rigurosa de este tejido social es indispensable para comprender las dinámicas internas que moldean sus demandas, sus formas de organización y su profunda desconfianza hacia los actores externos. Este apartado se dedicará a desentrañar esta heterogeneidad, evitando discutir los mecanismos formales de participación, para centrarse en un diagnóstico de las expectativas, los conocimientos locales y las tensiones que definen el panorama comunitario.

En primer lugar, la estructura social de Pasco está compuesta por una diversidad de grupos con identidades y formas de organización distintas. Coexisten comunidades campesinas de origen quechua, con estructuras de gobierno comunal tradicionales y un fuerte vínculo con la tierra y los recursos hídricos, junto a poblaciones urbanas y periurbanas mestizas, más integradas en la economía de mercado y a menudo dependientes del empleo minero (Landa, 2020). A estos se suman actores organizados con propósitos específicos, como los frentes de defensa ambiental, que aglutinan a ciudadanos preocupados por los impactos de la contaminación; las asociaciones de jóvenes, que pueden tener aspiraciones diferentes a las de sus mayores; y las autoridades locales (municipales), que operan en la intersección entre las demandas ciudadanas y las directrices del gobierno central. Esta diversidad implica que no existe una única “voz de la comunidad”, sino un coro de voces, a veces disonantes, que expresan diferentes prioridades y estrategias. Por ejemplo, mientras una comunidad campesina puede priorizar la defensa de sus fuentes de agua para la agricultura, un asentamiento urbano puede enfocarse en la demanda de empleo o la pavimentación de calles (Boukli & Kotsakis, 2023).

A pesar de esta heterogeneidad, existe un conjunto de demandas históricas transversales que actúan como un potente aglutinador. La más urgente y sentida es la demanda por salud y remediación ambiental. En Cerro de Pasco, la exposición crónica a metales pesados como el plomo, el arsénico y el cadmio, provenientes de los depósitos de relaves y otras fuentes de contaminación, ha generado una crisis de salud pública documentada, con niveles de plomo en sangre que superan hasta 46 veces los límites permisibles y una alta incidencia de cánceres y malformaciones congénitas (Boukli & Kotsakis, 2023). Estudios econométricos han demostrado una correlación estadísticamente significativa entre la proximidad a las minas y la reducción de los niveles de hemoglobina y los indicadores de crecimiento en niños, afectando de manera desproporcionada a las poblaciones indígenas (Landa, 2020). Esta “herida abierta” en la salud de la población, particularmente infantil, es el motor de las movilizaciones más emblemáticas, como la “Marcha del Sacrificio”, y constituye una demanda no negociable que condiciona cualquier diálogo.

Junto a la salud, la demanda de empleo y oportunidades económicas es otra constante, aunque genera dinámicas internas más complejas. La minería es, paradójicamente, tanto la causa de muchos de los males de la región como su principal motor económico. Esta dependencia crea tensiones dentro de la comunidad, dividiendo a quienes se benefician directamente del empleo minero de aquellos que solo sufren sus consecuencias ambientales (Boukli & Kotsakis, 2023). La promesa de empleo es una herramienta poderosa en las negociaciones, pero a menudo se traduce en frustración cuando los puestos de trabajo son temporales, precarios o no se asignan a la población local. Esta tensión económica subyace a la alta tasa de conflictos mineros en el Perú, que representaron el 42.3 % del total de conflictos sociales en 2019 (Landa, 2020). La aspiración no es solo a más empleos, sino a un modelo de desarrollo que ofrezca alternativas económicas sostenibles y que no obligue a elegir entre la salud y el sustento.

Frente a estas demandas, las comunidades de Pasco han desarrollado significativas capacidades de organización y movilización colectiva. A pesar

de la criminalización de la protesta, que ha afectado a numerosos líderes locales, la capacidad para organizar marchas, bloqueos y paros regionales evidencia un capital social resiliente y un profundo conocimiento de las tácticas de acción directa (Landa, 2020; Boukli & Kotsakis, 2023). Estas movilizaciones, aunque a menudo reactivas, demuestran la existencia de redes de solidaridad y una conciencia colectiva del agravio. Además, las comunidades poseen un invaluable conocimiento local o “conocimiento lego” sobre su territorio: entienden los ciclos del agua, identifican los cambios en la flora y la fauna, y a menudo son los primeros en detectar los signos de contaminación. Este conocimiento empírico, aunque no siempre validado por la ciencia occidental, es un recurso fundamental que raramente es integrado en los procesos de toma de decisiones. Sin embargo, estas capacidades coexisten con importantes limitaciones, como la falta de acceso a asesoría técnica y legal independiente, la escasez de recursos financieros para sostener largas luchas, y las ya mencionadas divisiones internas que pueden ser explotadas por actores externos. La desconfianza, por tanto, no es solo hacia afuera, sino que también puede minar la cohesión interna, debilitando la capacidad de negociación colectiva de la comunidad en su conjunto.

2.4 Matriz de Intereses y Puntos de Fricción/Convergencia

El diagnóstico desagregado de los actores —Estado, empresa y comunidad— revela un ecosistema complejo de intereses, capacidades y limitaciones que, en su interacción, han configurado el escenario actual de conflictividad en Pasco. Para sintetizar este análisis y mapear el campo de juego estratégico, esta sección presenta una matriz analítica que cruza a los tres actores con sus principales intereses en las dimensiones económica, política, social y ambiental. Este ejercicio conclusivo del capítulo no pretende proponer soluciones, sino identificar con claridad las áreas de conflicto directo que perpetúan el estancamiento y, de manera crucial, iluminar las zonas de potencial convergencia que, aunque a menudo latentes o subexplotadas, representan los puntos de partida para

la negociación y la eventual co-creación de valor que se explorará en los capítulos subsiguientes.

En la dimensión económica, los intereses aparentan ser fundamentalmente divergentes. Para la empresa, el interés primordial es la maximización del retorno sobre la inversión, la eficiencia operativa y la seguridad jurídica para sus activos. Para el Estado, el interés económico se centra en la recaudación de impuestos y regalías (como el canon minero) para financiar el presupuesto nacional y regional, y en la atracción de inversión extranjera para promover el crecimiento macroeconómico (Sabatini & Binetti, 2024).

Para la comunidad, el interés económico es más inmediato y localizado: la creación de empleo directo e indirecto, el desarrollo de infraestructura básica y la compensación por los impactos negativos en sus medios de vida tradicionales, como la agricultura y la ganadería (Ortega et al., 2020). La fricción surge de la percepción de una distribución inequitativa de costos y beneficios: la comunidad siente que asume los costos ambientales, mientras que la empresa y el Estado centralizan los beneficios económicos. Sin embargo, una mirada más profunda revela una convergencia potencial no explotada: la estabilidad operativa de la empresa depende de una comunidad próspera y con oportunidades, mientras que el desarrollo local anhelado por la comunidad requiere de un motor económico como el que la empresa puede proveer. El desafío radica en alinear estos intereses.

Políticamente, el panorama está dominado por la fricción. El interés del Estado es mantener la gobernabilidad y el orden público, a menudo a través de una regulación que busca equilibrar la promoción de la inversión con la protección ambiental. La empresa busca obtener y mantener su “licencia social para operar”, un objetivo que trasciende lo puramente legal y depende de la legitimidad que le otorgue la comunidad (Sabatini & Binetti, 2024). La comunidad, por su parte, busca el reconocimiento de sus derechos, la participación efectiva en las decisiones que le afectan y el acceso a la justicia.

La desconfianza estructural —con un 78% de las comunidades mostrando recelo hacia la autoridad minera— es el principal punto de fricción, exacerbado por la fragmentación del Estado y la alta rotación de funcionarios que impide la continuidad de los diálogos (Ortega et al., 2020; Sabatini & Binetti, 2024). La convergencia, aunque frágil, reside en la necesidad mutua de un diálogo sostenido y predecible. Tanto la empresa como el Estado necesitan un entorno social estable para operar, y la comunidad necesita canales institucionales fiables para canalizar sus demandas. Los diálogos multisectoriales, aunque a menudo reactivos, han demostrado ser un punto de encuentro necesario, resolviendo un porcentaje significativo de conflictos cuando se implementan de manera consistente (Ortega et al., 2020; Sabatini & Binetti, 2024).

En las dimensiones social y ambiental, los conflictos son más visibles. El interés de la comunidad es la protección de su salud, la preservación de sus fuentes de agua y la remediación de los pasivos históricos. Para la empresa, estos son tradicionalmente vistos como costos de mitigación o riesgos reputacionales que deben ser gestionados para evitar la paralización de sus operaciones. Para el Estado, representan un desafío de fiscalización y una fuente de conflictividad social que amenaza la estabilidad política. El uso y la contaminación del agua son, quizás, el punto de fricción más agudo (Ortega et al., 2020).

No obstante, es precisamente en esta área donde residen las oportunidades de convergencia más transformadoras. Un interés compartido por todos los actores es la reducción de los riesgos asociados a los pasivos ambientales. Para la empresa, esto significa menor riesgo de sanciones y mayor seguridad operativa. Para el Estado, menor conflictividad y cumplimiento de sus mandatos ambientales. Para la comunidad, una mejora directa en su calidad de vida. La creación de empleo en actividades de remediación, el desarrollo de una economía circular a partir del reprocesamiento de relaves, y la mejora de la infraestructura hídrica son áreas donde los intereses de los tres actores podrían alinearse de manera virtuosa.

Tabla 5
Matriz de Intereses, Fricciones y Convergencias Estratégicas

Dimensión	Estado	Pregunta Clave a Desarrollar	Comunidad
Interés Económico	Maximizar ingresos fiscales (canon); atraer inversión	Maximizar rentabilidad (ROI); eficiencia operativa	Generar empleo local; desarrollo de infraestructura
Punto de Fricción	Distribución inequitativa de beneficios vs. costos (canon vs. impacto local)		
Potencial Convergencia	Creación de un clúster económico local (proveedores, servicios) que impulse el desarrollo territorial y asegure la estabilidad operativa		
Interés Político	Mantener gobernabilidad; aplicar regulación	Obtener y mantener “licencia social para operar”	Reconocimiento de derechos; participación vinculante
Punto de Fricción	Desconfianza estructural; diálogo reactivo vs. demanda de participación proactiva		
Potencial Convergencia	Establecimiento de plataformas de diálogo permanentes y creíbles que generen predictibilidad y legitimidad para todos los actores		
Interés Social/ Ambiental	Fiscalizar y mitigar impactos; prevenir conflictos	Gestionar riesgos reputacionales y operativos; cumplir normativa	Proteger salud pública y medios de vida; remediación de pasivos.
Punto de Fricción	Disputa por el uso y la calidad del agua; percepción de impunidad ambiental		
Potencial Convergencia	Proyectos conjuntos de remediación y valorización de relaves que generen empleo, mejoren la salud y creen valor económico (economía circular)		

Nota: Adaptado de Ortega et al. (2020) y Sabatini & Binetti (2024).

La Tabla 5 visualiza esta compleja red de relaciones, destacando los puntos clave de fricción y las potenciales convergencias que definen el campo estratégico.

En síntesis, este capítulo ha realizado una “radiografía” de los actores, moviéndose desde un diagnóstico de sus capacidades y motivaciones individuales hacia una visión integrada de sus interacciones. La matriz final no es un punto de llegada, sino un mapa de partida. Demuestra que, si bien las áreas de fricción son reales y profundas, no son insuperables. Existen zonas de interés compartido que, si se abordan estratégicamente, pueden servir como puntos de apalancamiento para transformar una dinámica de suma cero en una de suma positiva. El reto, que los siguientes capítulos abordarán, es diseñar los modelos de negocio, las estructuras de gobernanza y los instrumentos documentales capaces de activar estas convergencias potenciales y convertirlas en una realidad tangible para Pasco.

CAPÍTULO III

DE PASIVO A ACTIVO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y MODELOS DE NEGOCIO PARA LA VALORIZACIÓN DE RELAVES

3.1 El Potencial Oculto: Tecnologías para el Reprocesamiento y Remediación

La reconceptualización de los relaves mineros de un pasivo ambiental a un activo estratégico, núcleo de la propuesta de Valor Compartido, se fundamenta en un sólido basamento tecnológico. Los avances científicos y de ingeniería de la última década han desbloqueado un vasto potencial oculto en estos depósitos, permitiendo no solo la recuperación de metales valiosos y críticos, sino también la implementación de soluciones de remediación que generan valor ecológico y preparan el terreno para nuevos usos productivos. Este apartado se sumerge en el análisis puramente tecnológico y científico de estas innovaciones, explorando el “qué se puede hacer” desde una perspectiva técnica. Se investigarán de manera exhaustiva las tecnologías de punta para el reprocesamiento y la remediación, evaluando su viabilidad teórica para la geoquímica particular de los relaves de Pasco, sin abordar todavía los modelos de negocio o las estructuras de gobernanza que harían posible su implementación.

En el corazón de la valorización económica se encuentran las tecnologías hidrometalúrgicas, que han evolucionado para procesar matrices minerales complejas como las presentes en los relaves polimetálicos. La lixiviación ácida, utilizando reactivos como el ácido sulfúrico (H_2SO_4), ha demostrado ser altamente eficaz para solubilizar metales base como el cobre (Cu) y el zinc (Zn). Investigaciones recientes constatan eficiencias de recuperación que oscilan entre el 90% y el 98% para estos metales en relaves de sulfuros, logrando una disolución casi completa en tiempos de residencia relativamente cortos, a menudo de solo 30 minutos (Kursunoglu, 2025). La viabilidad económica de estos procesos, aunque dependiente de los precios de los metales, es prometedora, con estimaciones de Valor Actual Neto (VAN) que pueden alcanzar decenas de millones de euros para operaciones de mediana escala (Kursunoglu, 2025). Para los relaves de Pasco, ricos en sulfuros de Cu, Zn y plomo (Pb), estos procesos representan una vía directa para la recuperación de valor. La caracterización mineralógica detallada mediante técnicas como la difracción de rayos X (XRD) y la microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS) es un prerequisite indispensable para optimizar los parámetros de lixiviación —concentración de ácido, temperatura, tiempo— y maximizar la recuperación selectiva de los metales de interés.

Más allá de los metales base, los relaves son considerados cada vez más como una fuente secundaria de “metales críticos”, esenciales para la transición energética y las tecnologías de alta gama. Elementos como el cobalto, el indio, el germanio y las tierras raras (REEs) pueden estar presentes en concentraciones bajas pero económicamente significativas. Para su recuperación, se emplean procesos más sofisticados como la extracción por solventes y el intercambio iónico. Por ejemplo, la extracción de uranio de soluciones de lixiviación ha alcanzado eficiencias del 95 % utilizando aminas como la tri-n-octilamina (Kursunoglu, 2025). La biolixiviación, que utiliza microorganismos para catalizar la oxidación de sulfuros, emerge como una alternativa más sostenible y de menor costo, capaz de enriquecer metales como el wolframio hasta 44 veces su concentración original en sedimentos de drenaje ácido de mina (AMD) (Kursunoglu,

2025). La aplicabilidad de estas tecnologías a los relaves de Pasco dependerá de una caracterización geoquímica exhaustiva que identifique la presencia y mineralogía de estos elementos traza. El potencial de convertir un pasivo local en una fuente de materiales estratégicos para la economía global es una de las facetas más innovadoras de este paradigma.

Paralelamente a la recuperación de metales, existe un creciente arsenal de tecnologías de remediación que no solo estabilizan los contaminantes, sino que también pueden generar valor intrínseco. El encapsulamiento y la vitrificación, por ejemplo, transforman los relaves en un material inerte y estable, similar al vidrio, que puede ser utilizado como material de construcción seguro. Sin embargo, son las soluciones basadas en la naturaleza, como la fitorremediación, las que ofrecen un enfoque de bajo costo y alto impacto ecológico, especialmente pertinente para grandes extensiones de terreno como las que ocupan los depósitos de Pasco. La fitorremediación utiliza plantas con la capacidad de tolerar y acumular altas concentraciones de metales pesados. Investigaciones in situ han demostrado la eficacia de especies nativas como la *Dodonaea viscosa* para fitoestabilizar plomo y cadmio en relaves con concentraciones extremadamente altas ($\text{Pb} > 1000 \text{ mg/kg}$, $\text{Cd} > 19 \text{ mg/kg}$), muy superiores a los límites de seguridad (Acosta et al., 2024).

El mecanismo de acción de estas plantas es crucial. La *Dodonaea viscosa*, por ejemplo, exhibe un alto factor de bioconcentración (BCF) en sus raíces, lo que significa que absorbe y retiene eficazmente los metales del suelo, pero un bajo factor de translocación (TF), impidiendo que estos se muevan en grandes cantidades hacia las hojas y tallos (Acosta et al., 2024). Esta característica es ideal para la fitoestabilización: los contaminantes quedan inmovilizados en la rizosfera, reduciendo drásticamente el riesgo de lixiviación hacia las aguas subterráneas y la dispersión por el viento. A una densidad de siembra adecuada, se puede lograr una extracción total por hectárea de varios kilogramos de metales tóxicos al año (Acosta et al., 2024). El resultado es la creación de una cubierta vegetal que controla la erosión, mejora la estructura del suelo y reinicia los ciclos ecológicos. El

valor generado no es solo ambiental; la biomasa producida puede tener usos energéticos, y el terreno, una vez estabilizado, puede ser destinado a nuevos usos como parques, zonas de reforestación o incluso agricultura para cultivos no alimentarios.

Tabla 6
Panorama de Tecnologías para la Valorización y Remediación de Relave

Categoría Tecnológica	Tecnología Específica	Objetivo Principal	Potencial de Aplicación en Pasco
Reprocesamiento (Hidrometalurgia)	Lixiviación Ácida (H ₂ SO ₄)	Recuperación de metales base (Cu, Zn, Pb)	Alto, dada la naturaleza polimetálica de los relaves. Requiere optimización para la mineralogía local
	Extracción por Solventes / Intercambio Iónico	Recuperación selectiva de metales críticos (REEs, Co, etc.)	Dependiente de la caracterización geoquímica de elementos traza en los depósitos
	Biolixiviación	Recuperación de metales con menor impacto ambiental y costo operativo	Prometedor para ciertos metales y como pre-tratamiento para reducir la reactividad de sulfuros.
Remediación (Basada en la Naturaleza)	Fitorremediación (Fitoestabilización)	Inmovilización de metales pesados (Pb, Cd) en el suelo; control de erosión	Muy alto, utilizando especies nativas adaptadas a la altitud y a la toxicidad del sustrato
	Fitorremediación (Fitoextracción)	Extracción de metales del suelo y acumulación en la biomasa	Potencialmente aplicable para descontaminación a largo plazo, con posterior cosecha y tratamiento de la biomasa
Remediación (Fisicoquímica)	Encapsulamiento / Vitrificación	Transformación de relaves en un material inerte y no peligroso.	Viable para volúmenes más pequeños o “hotspots” de alta toxicidad; genera material para construcción

Nota: Adaptado de Kursunoglu (2025) y Acosta et al. (2024).

La Tabla 6 sintetiza las principales tecnologías discutidas, sus objetivos y su potencial aplicabilidad a la problemática de Pasco, subrayando el enfoque puramente técnico de esta sección.

En conclusión, el potencial para transformar los relaves de Pasco de pasivo a activo está sólidamente anclado en un portafolio de tecnologías maduras y emergentes. Desde la recuperación de metales valiosos mediante procesos hidrometalúrgicos hasta la estabilización ecológica del paisaje a través de la fitorremediación, el conocimiento científico y la capacidad de ingeniería existen. La viabilidad técnica de la aplicación de estas tecnologías en el contexto específico de Pasco es alta, aunque requiere una fase previa de caracterización detallada y estudios piloto para optimizar los procesos a la geoquímica y condiciones locales. Este análisis deliberadamente técnico demuestra que la limitación principal para la valorización de los relaves no reside en la falta de soluciones científicas. El verdadero desafío, que los siguientes apartados y capítulos abordarán, es construir los modelos de negocio y las alianzas sociales y políticas capaces de movilizar estas tecnologías de manera que generen un valor que sea no solo económico, sino también social y ambientalmente compartido.

3.2 Modelos de Negocio de Economía Circular Aplicados a los Relaves

Con el arsenal tecnológico para la valorización de relaves ya establecido, el siguiente paso lógico es traducir este potencial técnico en modelos de negocio viables y sostenibles. La mera existencia de una tecnología no garantiza su adopción; se requiere un marco económico y organizacional que estructure cómo se generarán los ingresos, se distribuirán los costos y beneficios, y se gestionarán las operaciones. Este apartado se dedica a diseñar tres modelos de negocio específicos, anclados en los principios de la economía circular, que buscan materializar la propuesta de Valor Compartido en Pasco. Estos modelos van más allá de la simple venta de metales recuperados para explorar estructuras de colaboración y creación de valor más complejas. El enfoque aquí es

estrictamente en el “cómo se gana dinero y se distribuye valor”, sin definir aún los instrumentos legales o los acuerdos de gobernanza formales que los sustentarían.

1) **El Modelo de Empresa Mixta Empresa-Comunidad.** Este primer arquetipo aborda directamente la fractura de confianza y la percepción de injusticia distributiva. En este modelo, la empresa minera titular del pasivo y una entidad representativa de la comunidad (como una empresa comunal o una cooperativa) constituyen una nueva sociedad de propósito específico (SPE) dedicada al reprocesamiento de los relaves. La empresa minera aportaría el capital de inversión inicial, la tecnología y el *know-how* técnico, mientras que la comunidad podría aportar el “activo” del pasivo ambiental (si se le reconoce algún derecho sobre él), la licencia social, y una parte de la mano de obra. La característica definitoria de este modelo es la participación accionaria de la comunidad en la SPE, lo que le otorga no solo una parte de los beneficios económicos directos (dividendos), sino también un asiento en el directorio y, por tanto, una voz en las decisiones estratégicas de la operación. Este esquema transforma a la comunidad de un mero receptor de impactos a un socio activo en el negocio, alineando los incentivos de ambas partes hacia la maximización del valor total generado. Las tecnologías de reprocesamiento, con eficiencias de recuperación de metales de hasta el 95 %, proveen la base para un flujo de ingresos robusto, mientras que la estructura de propiedad compartida asegura que una porción significativa de ese valor se reinvierta localmente (Kinnunen et al., 2022).

2) **El Modelo de Clúster de Remediación y Servicios Ambientales.** Es un segundo enfoque, complementario o alternativo al primero. Este modelo se enfoca en la creación de un ecosistema de pequeñas y medianas empresas (PYMEs) locales, en lugar de una única empresa mixta. La gran empresa minera actuaría como una “empresa ancla”, externalizando y contratando diversas fases del proceso de remediación y valorización a proveedores locales. Esto podría incluir empresas

especializadas en monitoreo ambiental participativo, laboratorios de análisis de agua y suelo, cooperativas de fitorremediación, transportistas de materiales, y plantas de procesamiento de los subproductos inertes. El rol de la empresa ancla sería el de fomentar activamente la creación de estas PYMEs a través de programas de capacitación, transferencia de tecnología, y acceso a financiamiento inicial, en colaboración con el gobierno local y ONGs. Este modelo tiene el potencial de generar un impacto en el empleo mucho más distribuido y diversificado, creando capacidades técnicas y empresariales que pueden perdurar más allá del ciclo de vida del proyecto de remediación. Se basa en el principio de simbiosis industrial, donde los “residuos” de una industria se convierten en la materia prima de otra, promoviendo la creación de miles de empleos equivalentes, como se ha proyectado para la Unión Europea en el sector de la gestión de residuos (Antony et al., 2024).

- 3) **El Modelo de Valorización Integral de Subproductos.** Este tercer modelo, se centra en maximizar el valor extraído de cada tonelada de relave procesado, yendo más allá de los metales. Una vez que los elementos valiosos y tóxicos han sido removidos mediante procesos hidrometalúrgicos, queda un gran volumen de material mineral inerte (principalmente silicatos). En un modelo de negocio lineal, este material sería simplemente redispuesto en un depósito seguro. En un modelo de economía circular, este subproducto se convierte en una nueva línea de negocio. Dependiendo de sus propiedades geotécnicas y químicas, puede ser objeto de *upcycling* para producir materiales de alto valor (como geopolímeros o cerámicas avanzadas) o de *downcycling* para aplicaciones de menor valor pero de gran volumen, como agregados para concreto, material para la construcción de carreteras, o cobertura para rellenos sanitarios (Kinnunen et al., 2022). Este modelo requiere la creación de nuevas cadenas de valor, conectando la operación de reprocesamiento con la industria de la construcción local y regional. Casos de estudio demuestran que el reciclaje del agua del proceso (con reducciones de hasta el 80 %) y la venta de subproductos pueden generar ahorros y ingresos significativos, con retornos sobre la inversión que

hacen que la recuperación de metales sea aún más atractiva (Antony et al., 2024). La implementación de “pasaportes digitales de materiales” podría asegurar la trazabilidad y la calidad de estos nuevos productos, abriendo mercados y garantizando su uso seguro (Kinnunen et al., 2022).

La elección y combinación de estos modelos dependerá de las características específicas de los relaves, el contexto socioeconómico de Pasco y la voluntad de los actores. Sin embargo, todos comparten un principio fundamental: transforman un costo de remediación en un centro de beneficios. El análisis de ciclo de vida (LCA) y de retorno de inversión (ROI) demuestra que los costos de recuperación de metales desde fuentes secundarias como los relaves pueden ser entre un 46 % y un 59 % menores que los de la minería primaria, debido al ahorro en costos de extracción y conminución (Antony et al., 2024). Este diferencial económico es el que financia los modelos de negocio. La Tabla 7 compara los tres modelos propuestos en función de sus flujos de valor y sus principales beneficiarios.

Tabla 7
Comparación de Modelos de Negocio de Economía Circular para Relaves

Característica	Modelo		
	1: Empresa Mixta Empresa-Comunidad	2: Clúster de Remediación Local	3: Valorización Integral de Subproductos
Fuente Primaria de Ingresos	Venta de metales recuperados	Contratos de servicios de remediación y monitoreo	Venta de materiales de construcción y otros subproductos
Principal Flujo de Valor Social	Distribución directa de beneficios (dividendos); participación en gobernanza	Creación de empleo diversificado; desarrollo de capacidades empresariales locales	Reducción de la huella de residuos; fomento de la construcción sostenible local.
Rol de la Gran Empresa	Socio operativo y financiero	Empresa ancla y catalizadora del ecosistema	Proveedor de materia prima y desarrollador de mercado

Característica	Modelo		
	1: Empresa Mixta Empresa-Comunidad	2: Clúster de Remediación Local	3: Valorización Integral de Subproductos
Principal Beneficiario Comunitario	La entidad comunal/ cooperativa social	Múltiples PYMEs y emprendedores locales	La industria local de construcción y el público en general (infraestructura)
Dependencia Principal	Precios de los metales; eficiencia del reprocesamiento	Capacidad de la empresa ancla para externalizar servicios	Desarrollo de un mercado local/regional para los subproductos.

Nota: Adaptado de Kinnunen et al. (2022) y Antony et al. (2024).

En conclusión, la aplicación de los principios de la economía circular permite diseñar modelos de negocio robustos y multifacéticos que van mucho más allá de la simple remediación. Estos modelos no solo responden a la pregunta de “cómo se gana dinero”, sino que, de manera inherente, abordan la cuestión de “cómo se distribuye el valor”. Ya sea a través de la propiedad compartida, el fomento de clústeres empresariales o la creación de nuevas cadenas de valor, todos buscan internalizar los beneficios económicos y sociales en la región de Pasco. La viabilidad de estos modelos, demostrada en casos internacionales, sienta las bases económicas para la propuesta de Valor Compartido. El desafío ahora se traslada del campo técnico-económico al socio-político: cómo construir los acuerdos y las instituciones que permitan a los actores de Pasco colaborar para implementar estos modelos de manera efectiva y equitativa.

3.3 Análisis Costo-Beneficio Extendido: Cuantificando el Valor Social y Ambiental

La viabilidad técnica de la valorización de relaves y el diseño de modelos de negocio circulares constituyen los dos pilares fundamentales de la propuesta de Valor Compartido. Sin embargo, para justificar una inversión de esta magnitud y catalizar un cambio de paradigma, se requiere un tercer pilar: una demostración cuantitativa rigurosa de que esta vía

no solo es rentable en términos financieros convencionales, sino que es abrumadoramente superior cuando se internalizan los costos y beneficios sociales y ambientales. Las métricas tradicionales como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR), si bien indispensables, son insuficientes porque no capturan las vastas externalidades asociadas a los pasivos mineros. Este apartado, por tanto, se adentra en un Análisis Costo-Beneficio (ACB) extendido, aplicando metodologías para monetizar los beneficios intangibles y comparar el escenario de intervención propuesto en la sección 3.2 con el costo real del statu quo, el escenario del “no hacer nada”. Este es el argumento económico y social definitivo que complementa la viabilidad técnica y de negocio.

Partiendo de esta necesidad metodológica, el primer paso es expandir la categoría de “beneficios” más allá de los ingresos por la venta de metales. La remediación de los depósitos de relaves genera un flujo de beneficios ambientales que, aunque a menudo calificados como “intangibles”, pueden ser monetizados mediante diversas técnicas de valoración económica. La restauración de los servicios ecosistémicos es uno de los más significativos. Un suelo y un sistema hídrico descontaminados recuperan su capacidad para proveer servicios como la purificación del agua, la regulación de ciclos de nutrientes y el soporte para la biodiversidad. El valor de estos servicios puede estimarse utilizando métodos como el de costos de reemplazo (¿cuánto costaría construir una planta de tratamiento de agua que realice la misma función que el ecosistema restaurado?) o el de valoración contingente (encuestas para determinar la disposición a pagar de la sociedad por la conservación de dicho ecosistema). La reducción proyectada de hasta el 50% en las emisiones de carbono y el doble impacto positivo en la biodiversidad para 2060, asociados a prácticas mineras sostenibles, representan un valor global que puede ser parcialmente asignado a proyectos locales como el de Pasco (Gairola et al., 2025). Más directamente, la eliminación de fuentes de Drenaje Ácido de Mina (AMD), que puede alcanzar una reducción de entre el 80 % y el 95 % con tecnologías adecuadas, evita costos futuros de rehabilitación y penalidades,

un beneficio económico tangible para la empresa y el Estado (Machairas & Varouchakis, 2023).

De manera análoga a la valoración ambiental, los beneficios sociales pueden y deben ser cuantificados. El más directo y apremiante en el contexto de Pasco es el de los “costos de salud evitados”. La descontaminación del aire, el agua y el suelo reduce la exposición de la población a metales pesados, disminuyendo la incidencia de enfermedades crónicas, problemas de desarrollo neurológico infantil y afecciones respiratorias. Estos beneficios se pueden monetizar calculando los ahorros directos en el sistema de salud pública (menos hospitalizaciones, tratamientos y medicamentos) y los ahorros indirectos derivados de una mayor productividad de la fuerza laboral (menos días de trabajo perdidos por enfermedad). Otro beneficio social clave es el impacto económico del empleo local generado por los modelos de negocio propuestos. Este no se limita a los salarios directos; debe calcularse el “efecto multiplicador”, que mide cómo cada nuevo empleo en el sector de la remediación genera empleos adicionales en otros sectores de la economía local (servicios, comercio, transporte) a través del aumento del consumo y la demanda. El mercado global de soluciones mineras sostenibles, proyectado para crecer de 2,159 millones a 12,371 millones de dólares para 2032, evidencia el enorme potencial de creación de empleo en este nuevo sector (Gairola et al., 2025).

Para que este cálculo de beneficios sea verdaderamente elocuente, debe ser contrastado con una cuantificación igualmente rigurosa de los costos del escenario de inacción. El statu quo no es una opción de costo cero; por el contrario, implica la internalización de costos masivos y crecientes, aunque a menudo diferidos en el tiempo y dispersos en la sociedad. El principal costo del “no hacer nada” es el riesgo de fallas catastróficas de las presas de relaves. Utilizando un Análisis de Riesgo (AR) probabilístico, es posible estimar la probabilidad de una falla en un horizonte temporal determinado y multiplicarla por el costo estimado de los daños (pérdida de vidas humanas, destrucción de infraestructura, costos de limpieza y compensaciones), obteniendo un “costo esperado del riesgo” (Machairas

& Varouchakis, 2023). Este es un pasivo contingente de magnitud incalculable que pesa sobre la empresa, el Estado y la sociedad. A esto se suman los costos crónicos y continuos: el gasto perpetuo del sistema de salud pública para tratar enfermedades relacionadas con la contaminación, la pérdida de valor de las tierras agrícolas y ganaderas afectadas, y el costo de oportunidad de no poder utilizar vastas extensiones de terreno para actividades productivas. El “Total Waste in the System Cost” (TWIC) es una métrica que busca capturar estos costos sistémicos, comparándolos con el costo de la acción correctiva (Machairas & Varouchakis, 2023).

La síntesis de este análisis se puede presentar en una matriz comparativa que demuestre de manera inequívoca la superioridad del enfoque de Valor Compartido. La Tabla 8 no solo compara los flujos de caja, sino que integra las externalidades monetizadas para ofrecer una visión completa del valor neto para la sociedad.

Tabla 8
Análisis Costo-Beneficio Extendido: Escenario de Inacción vs. Intervención de Valor Compartido

Métrica de Valoración	Escenario	
	1: “No Hacer Nada” (Statu Quo)	2: “Intervención de Valor Compartido” (Modelos 3.2)
Costos Financieros Directos	Costos de mantenimiento mínimo y monitoreo de presas	Inversión de capital (CAPEX) en plantas de reprocesamiento y remediación
		Costos operativos (OPEX)
Ingresos Financieros Directos	Cero	Ingresos por venta de metales recuperados
		Ingresos por venta de subproductos (economía circular)
Costos Ambientales Monetizados	Costo esperado de fallas catastróficas (probabilístico)	Costo de la huella energética y de insumos del proceso de intervención.
	Costo de la degradación continua de servicios ecosistémicos (agua, suelo)	

Métrica de Valoración	Escenario	
	1: “No Hacer Nada” (Statu Quo)	2: “Intervención de Valor Compartido” (Modelos 3.2)
Beneficios Ambientales Monetizados	Cero	Valor de los servicios ecosistémicos restaurados Costos de rehabilitación y penalidades evitados Valor del CO ₂ no emitido
Costos Sociales Monetizados	Costos directos e indirectos en el sistema de salud pública Pérdida de productividad por enfermedades	Costos sociales de la reconversión laboral (si aplica)
Beneficios Sociales Monetizados	Cero	Costos de salud evitados Valor del impacto económico total (directo + multiplicador) del empleo local
Ratio Beneficio/Costo (B/C) Extendido	< 1 (Negativo)	>> 1 (Positivo)

Nota: Adaptado de Machairas & Varouchakis (2023) y Gairola et al. (2025).

En definitiva, el Análisis Costo-Beneficio extendido proporciona la justificación cuantitativa y multidimensional para la inversión en los modelos de negocio de economía circular. Demuestra, con la contundencia de los números, que la decisión de transformar los relaves de Pasco no es una cuestión de filantropía o de imagen corporativa, sino una decisión económicamente racional y estratégicamente inteligente desde una perspectiva social amplia. Al monetizar los inmensos costos ocultos del statu quo y los vastos beneficios sociales y ambientales de la intervención, se revela que el Valor Actual Neto para la sociedad (el “ENPV” social) de los modelos de VC es significativamente positivo, superando con creces las inversiones iniciales requeridas (Machairas & Varouchakis, 2023). Esta conclusión es el argumento final y más poderoso de este capítulo: la valorización de los relaves no es simplemente una opción deseable, sino

un imperativo económico y social. Con la viabilidad técnica, los modelos de negocio y la justificación económica ahora establecidos, el libro está preparado para abordar el desafío final: cómo construir la arquitectura de gobernanza necesaria para hacer realidad esta oportunidad.

CAPÍTULO IV

GOBERNANZA PARA EL VALOR COMPARTIDO: MECANISMOS DE ARTICULACIÓN Y PARTICIPACIÓN EFECTIVA

4.1 Principios de una Gobernanza Multi-Actor

Habiendo demostrado la viabilidad técnica y económica de transformar los relaves en un activo generador de valor, el foco se desplaza ahora hacia el diseño de la arquitectura social y política que puede hacer realidad esta visión. El “qué” del Valor Compartido debe ser complementado por el “cómo” de su gobernanza. La historia de conflictos en Pasco evidencia que la mera existencia de una oportunidad económica no es suficiente para superar la desconfianza estructural. Se requiere un marco de colaboración deliberadamente diseñado, fundamentado en un conjunto de principios rectores que redefinan las reglas del juego entre Estado, empresa y comunidad. Esta sección establecerá los pilares filosóficos y éticos de este nuevo modelo de gobernanza, basándose en teorías de gestión colaborativa de recursos y gobernanza policéntrica, sin detallar aún las estructuras institucionales o los procesos específicos que se derivarán de ellos.

- 1) **La transparencia radical.** Es el primer principio fundamental. En un contexto minado por las asimetrías de información, la opacidad ha sido el caldo de cultivo de la sospecha. Una gobernanza para el Valor Compartido debe operar sobre la base de un acceso irrestricto y comprensible a toda la información relevante para todas las partes. Esto va más allá de la publicación de informes técnicos; implica la creación

de plataformas de datos abiertos, auditorías públicas y procesos de monitoreo ambiental participativo. Las iniciativas multi-actor exitosas en el sector minero a nivel global han demostrado que la estandarización de los procesos de consulta y la inclusión de terceros independientes, como ONGs, en los cuerpos de supervisión son cruciales para generar legitimidad y confianza (Sauer & Hiete, 2019). Esta transparencia no es un fin en sí mismo, sino un medio para empoderar a todos los actores y nivelar el campo de juego, permitiendo que las decisiones se tomen sobre una base de conocimiento compartido.

- 2) **La toma de decisiones por consentimiento.** Es el segundo principio, derivado de la transparencia. Este principio desafía los modelos tradicionales de consulta, que a menudo son meramente informativos o consultivos, sin otorgar un poder real a las comunidades afectadas. Un modelo de gobernanza robusto debe aspirar a mecanismos donde las decisiones clave no puedan ser tomadas sin el consentimiento activo de las tres partes. Esto no implica necesariamente un poder de veto absoluto en cada decisión operativa, sino un acuerdo fundamental sobre los objetivos estratégicos, los planes de trabajo y la distribución de beneficios. La implementación del Consentimiento Libre, Previo e Informado (CLPI), consagrado en el Convenio 169 de la OIT, es un referente, pero su aplicación ha sido a menudo diluida en versiones “casi-CLPI” que eliminan el elemento de consentimiento real (Gamú & Soendergaard, 2024). Por tanto, el principio a establecer debe ser inequívoco: las decisiones que afectan sustancialmente los derechos e intereses de una de las partes requieren de su acuerdo explícito, promoviendo una cultura de negociación y búsqueda de consensos.
- 3) **La rendición de cuentas mutua.** Es el tercer pilar, en las estructuras jerárquicas tradicionales, la rendición de cuentas fluye en una sola dirección: de la empresa al Estado, y del Estado (teóricamente) a los ciudadanos. Un modelo policéntrico efectivo requiere que la accountability sea horizontal y recíproca. La empresa debe rendir cuentas no solo al regulador, sino también a la comunidad sobre sus compromisos sociales y ambientales. La comunidad, a su vez, debe ser

responsable del uso de los beneficios recibidos y de su participación constructiva en los procesos de diálogo. El Estado, por su parte, debe rendir cuentas sobre su eficacia en la fiscalización y su rol como facilitador imparcial. La implementación de mecanismos de queja y reparación accesibles y efectivos, gestionados por entidades independientes, es un componente central de este principio. Estudios sobre iniciativas voluntarias muestran que aquellos que incluyen estos mecanismos logran resolver hasta un 70 % de las disputas a través de la mediación, evitando la escalada de conflictos (Sauer & Hiete, 2019).

- 4) **La distribución equitativa de riesgos y beneficios.** Es finalmente, el principio que amalgama a todos los demás. El concepto de equidad aquí trasciende la simple compensación monetaria. Implica una negociación justa sobre cómo se reparten tanto los beneficios económicos derivados de la valorización de los relaves (dividendos, empleo, desarrollo de proveedores) como los riesgos inherentes a la operación (riesgos ambientales, sociales y financieros). Un modelo de gobernanza capturado por intereses corporativos o estatales tiende a socializar los riesgos mientras privatiza los beneficios, una de las causas raíz del conflicto (Gamu & Soendergaard, 2024). Un enfoque equitativo, en cambio, buscaría que quienes asumen los mayores riesgos residuales reciban una porción proporcionalmente mayor de los beneficios, y que se establezcan fondos de garantía y seguros para proteger a las partes más vulnerables. La experiencia de esquemas como “Fairmined”, que garantizan primas de precio a mineros artesanales, demuestra que es posible diseñar sistemas que redistribuyan el valor de manera más justa a lo largo de la cadena (Sauer & Hiete, 2019). Estos cuatro principios —transparencia, consentimiento, rendición de cuentas y equidad— no son meras aspiraciones éticas, sino los componentes funcionales de un sistema de gobernanza diseñado para ser resiliente, legítimo y capaz de transformar el conflicto en colaboración.

4.2 Diseño de una Plataforma de Diálogo y Gestión Permanente

Una vez establecidos los principios rectores de la gobernanza, es imperativo traducirlos en una estructura organizacional tangible. Los principios, por sí solos, son insuficientes si no se encarnan en una institución que los ponga en práctica de manera sostenida. Para superar el ciclo de mesas de diálogo reactivas y ad hoc que ha caracterizado la gestión de conflictos en Pasco, se propone la creación de una Plataforma Multi-Actor (PMA) permanente, denominada “**Comité de Gestión de Valor Compartido para Pasco**”. Este apartado diseñará la arquitectura de dicho comité, definiendo su mandato, composición, reglas de funcionamiento y mecanismos de financiación, centrándose exclusivamente en la estructura institucional que servirá como el espacio formal para la colaboración tripartita.

- **El mandato del Comité** debe ser claro, específico y ambicioso, ya que su propósito central será facilitar, supervisar y co-gestionar la implementación de los modelos de negocio de valorización de relaves descritos en el Capítulo 3. Esto incluye funciones de planificación estratégica a largo plazo, aprobación de planes operativos anuales, monitoreo del desempeño económico, social y ambiental de los proyectos, y, crucialmente, actuar como la primera instancia para la prevención y resolución de conflictos. La experiencia comparada en gobernanza de recursos naturales en el Perú y otros contextos evidencia que las PMAs con mandatos bien definidos logran un acuerdo del 80% entre los actores sobre las metas a alcanzar, lo que a su vez se traduce en una reducción significativa de la conflictividad (Ratner et al., 2022). El mandato del Comité de Pasco debe ser legalmente reconocido para otorgarle la autoridad necesaria para coordinar acciones entre entidades públicas y privadas.
- **La composición del Comité** es, quizás, el elemento más crítico para su legitimidad y eficacia. Siguiendo el principio de equidad, debe garantizar una representación equilibrada y con poder de decisión real

de los tres actores principales. Se propone una estructura tripartita con un número igual de representantes de la empresa minera, del Estado (incluyendo representantes del MINEM, OEFA y GORE Pasco) y de la comunidad. La selección de los representantes comunitarios debe ser un proceso democrático y transparente, asegurando la inclusión de los diversos grupos identificados en el Capítulo 2 (comunidades campesinas, frentes de defensa, autoridades locales, etc.). Estudios en paisajes mineros peruanos sugieren que una composición diversa, con una participación significativa de representantes indígenas y de la sociedad civil (hasta un 40 %), aumenta la probabilidad de que los proyectos respondan a las necesidades locales (Ratner et al., 2022).

- **Las reglas de funcionamiento** deben formalizar los principios de transparencia, consentimiento y rendición de cuentas. Las decisiones estratégicas más importantes (como la aprobación del presupuesto anual o la modificación de un proyecto) deberían tomarse por consenso, no por mayoría simple. Esto obliga a las partes a negociar y encontrar soluciones mutuamente aceptables, evitando que un actor imponga su voluntad sobre los otros. La facilitación de las reuniones por un tercero neutral e independiente es fundamental para gestionar las asimetrías de poder y asegurar que el diálogo sea constructivo. La experiencia en otras PMAs demuestra que la presencia de facilitadores profesionales puede mejorar la calidad del diálogo hasta en un 70 % y es clave para resolver disputas (Ratner et al., 2022; Siangulube et al., 2023). Todas las actas, informes de monitoreo y decisiones del Comité deben ser de acceso público en tiempo real a través de una plataforma digital.
- **Mecanismo de financiación.** Finalmente, la sostenibilidad del Comité depende de un mecanismo de financiación estable y diversificado. La dependencia exclusiva de la financiación de la empresa minera crearía un conflicto de intereses y socavaría la independencia de la plataforma. La dependencia de donantes externos, como ONGs, ha demostrado ser insostenible a largo plazo, con un 30 % de las PMAs reduciendo su actividad tras el retiro de los fondos (Ratner et al., 2022). Por tanto, se propone un modelo de financiación híbrido: un aporte base de la

empresa minera (como parte de sus costos operativos del proyecto de valorización), complementado por fondos públicos del gobierno regional (provenientes del canon minero) y la posible búsqueda de fondos de cooperación internacional para proyectos específicos. Esta diversificación financiera no solo asegura la continuidad, sino que también refuerza el compromiso y la corresponsabilidad de todos los actores. En esencia, el Comité de Gestión de Valor Compartido para Pasco no sería un simple foro de conversación, sino el motor institucional que articule los intereses, gestione los recursos y guíe la transición de Pasco hacia un modelo de minería post-extractiva y circular.

4.3 Protocolos de Participación Comunitaria Vinculante

Si el “Comité de Gestión” es el esqueleto institucional de la gobernanza, los protocolos de participación comunitaria son su sistema circulatorio, llevando la legitimidad y la inteligencia colectiva a cada fase del proceso. La mera presencia de representantes comunitarios en una plataforma no garantiza una participación efectiva; se requieren procesos y metodologías que vayan más allá de las audiencias públicas formales y aseguren que la voz de la comunidad sea informada, inclusiva y, sobre todo, vinculante. Este apartado diseña un ciclo de participación completo, enfocándose específicamente en los flujos de trabajo y los mecanismos que empoderan a la comunidad dentro de la estructura diseñada en la sección anterior, asegurando así un poder de decisión real.

- **Co-identificación de problemas y oportunidades.** El ciclo comienza con la fase de co-identificación de problemas y oportunidades. Tradicionalmente, las empresas y el Estado definen los proyectos y luego los “socializan” con la comunidad. Un protocolo vinculante invierte esta lógica. La primera etapa debe ser un proceso deliberativo facilitado por el Comité, donde los miembros de la comunidad, utilizando sus conocimientos locales, identifiquen y prioricen los impactos más urgentes de los relaves (salud, agua, tierras) y las oportunidades

de desarrollo que consideran más relevantes. Este proceso debe contrarrestar la “exclusión epistémica”, valorando el saber local al mismo nivel que el conocimiento técnico experto (Chigbu et al., 2025). La vulnerabilidad de las tierras indígenas frente al desarrollo industrial, que afecta al 60 % de sus territorios a nivel global, subraya la necesidad de que sean los propios pueblos quienes definan las amenazas y las vías de solución desde su propia cosmovisión (Kennedy et al., 2023). El resultado de esta fase no es un informe de diagnóstico, sino una agenda de prioridades co-creada que servirá como mandato para la siguiente etapa.

- **Co-diseño de los proyectos.** La segunda fase es el co-diseño de los proyectos. Basándose en la agenda de prioridades, equipos técnicos mixtos, compuestos por ingenieros de la empresa y representantes comunitarios (previamente capacitados), trabajarían conjuntamente en el diseño de los proyectos de valorización y remediación. Esto implica tomar decisiones conjuntas sobre qué tecnologías usar, dónde ubicar las instalaciones, qué estándares ambientales aplicar y cómo estructurar los modelos de negocio. La participación aquí debe ser genuinamente inclusiva, creando espacios seguros y culturalmente adecuados para que las mujeres y los jóvenes, a menudo marginados de las esferas de decisión, puedan aportar sus perspectivas. La evidencia de proyectos de infraestructura en Canadá, donde la co-propiedad indígena ha sido integrada desde la fase de diseño, muestra una reducción del 40% en las protestas y conflictos posteriores (Chigbu et al., 2025). Este proceso de co-diseño culmina en un plan de proyecto que cuenta con el respaldo y la apropiación de la comunidad desde su concepción.
- **Implementación conjunta.** La tercera fase es la implementación conjunta. Un protocolo vinculante debe asegurar que la comunidad no sea un mero espectador durante la ejecución del proyecto. Esto se puede lograr a través de varios mecanismos. Primero, estableciendo cuotas de empleo local y programas de formación técnica para que los miembros de la comunidad puedan ocupar puestos calificados. Segundo, creando comités de veeduría comunitaria que supervisen las operaciones diarias

y tengan la autoridad para reportar incumplimientos directamente al Comité de Gestión. Tercero, fomentando la participación de empresas y cooperativas locales en la cadena de suministro, como se esbozó en el modelo de clúster. La implementación conjunta transforma el proyecto de una intervención externa en un esfuerzo colectivo, reforzando la autodeterminación y asegurando que los beneficios económicos se distribuyan de manera más amplia. El apoyo a la autodeterminación indígena ha demostrado reducir los conflictos en un 45 % (Kennedy et al., 2023).

- **Monitoreo y evaluación participativa.** Finalmente, el ciclo se cierra con el monitoreo y evaluación participativa. Este protocolo debe ir más allá del monitoreo ambiental tradicional realizado por la empresa o el Estado. Se propone la implementación de un sistema de “ciencia ciudadana”, donde miembros de la comunidad son capacitados y equipados para recolectar muestras de agua, suelo y aire, y participar en el análisis de los datos. Esta metodología no solo aumenta la transparencia y la confianza en los resultados, sino que también genera capacidades locales y un sentido de custodia sobre el territorio. Los resultados de este monitoreo participativo deben ser un insumo clave para la evaluación anual del desempeño del proyecto por parte del Comité de Gestión. La evaluación debe medir no solo los indicadores económicos y ambientales, sino también métricas de justicia y equidad, como la “violencia silenciosa”, que captura los costos ocultos y las cargas desproporcionadas que pueden recaer sobre los grupos más vulnerables (Chigbu et al., 2025). Este ciclo de retroalimentación asegura que la participación sea un proceso continuo de aprendizaje y adaptación, y no un evento único, garantizando así su carácter verdaderamente vinculante.

4.4 Mecanismos de Transparencia y Rendición de Cuentas

La arquitectura de gobernanza, con sus principios rectores y su plataforma institucional, requiere de un conjunto de mecanismos

concretos que garanticen su integridad operativa. La confianza, el bien más escaso en el contexto de Pasco, no se construye sobre promesas, sino sobre hechos verificables. Por tanto, es indispensable diseñar e implementar herramientas y flujos de información que hagan que la transparencia y la rendición de cuentas sean prácticas cotidianas e ineludibles, en lugar de meras aspiraciones. Este apartado se centra en proponer estos instrumentos, detallando los sistemas que aseguran que los principios (4.1) y la estructura del Comité (4.2) funcionen con la probidad necesaria para generar y sostener la confianza entre los actores.

- 1) **Portal web de acceso público y en tiempo real.** El pilar central de esta infraestructura de confianza es la creación de un portal web de acceso público y en tiempo real. Este no sería un simple sitio informativo, sino una plataforma digital integral que centralice y democratice toda la información relevante de los proyectos de valorización de relaves. Debería incluir, como mínimo, tres módulos interconectados: un módulo técnico, con datos actualizados de monitoreo ambiental (calidad del agua, aire y suelo); un módulo financiero, con el presupuesto detallado del proyecto, los contratos adjudicados, las facturas pagadas y los informes de ejecución; y un módulo de gobernanza, con las actas de todas las reuniones del Comité de Gestión, los acuerdos alcanzados y el seguimiento de los compromisos. La implementación de portales de este tipo ha demostrado reducir la desconfianza en un 40% y aumentar la participación ciudadana en un 30% en contextos extractivos, mitigando conflictos en la mitad de los casos analizados (Siahaan et al., 2025; World Bank, 2022). La clave es que la información sea presentada en formatos accesibles, con visualizaciones de datos y resúmenes ejecutivos que permitan su comprensión por un público no especializado, convirtiéndolo en un archivo vivo y dinámico de la gobernanza compartida.
- 2) **Monitoreo Ambiental Participativo (MAP).** Complementando esta transparencia digital, se debe instituir un sistema de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP). Este mecanismo traslada parte del

poder de la generación de datos a la propia comunidad, rompiendo el monopolio de la información que tradicionalmente ostentan la empresa y el Estado. El protocolo implicaría la capacitación y el equipamiento de un cuerpo de monitores comunitarios, seleccionados de manera transparente, para que puedan recolectar muestras y realizar mediciones de campo de manera regular. Los datos generados por el MAP serían subidos al portal público y sometidos a un proceso de verificación cruzada con los datos oficiales de la empresa y del OEFA. Esta práctica no solo empodera a la comunidad y aumenta la precisión de los datos en hasta un 35%, sino que también tiene un impacto directo en la gestión ambiental (Siahaan et al., 2025). Experiencias piloto en el Perú, documentadas por el Banco Mundial, indican que el MAP ha logrado reducir la contaminación del agua en un 20% en las zonas donde se ha implementado, al crear una presión social y una evidencia irrefutable que obliga a tomar acciones correctivas (World Bank, 2022).

- 3) **Auditorías sociales y financieras periódicas realizadas por terceros independientes.** Para que este sistema de información co-producida alcance su máxima credibilidad, debe ser sometido a una validación externa e imparcial a través de auditorías sociales y financieras periódicas realizadas por terceros independientes. Estas auditorías, contratadas por el Comité de Gestión y financiadas por su presupuesto multiactor, serían llevadas a cabo por firmas especializadas, universidades u organizaciones de la sociedad civil con una reputación intachable. La auditoría financiera verificaría el uso correcto de los fondos del proyecto, mientras que la auditoría social evaluaría el cumplimiento de los compromisos no económicos, como las cuotas de empleo local, la efectividad de los protocolos de participación y el respeto a los derechos humanos. La experiencia demuestra que las auditorías independientes son una herramienta poderosa para detectar irregularidades, habiendo revelado desviaciones de fondos de hasta un 15-25% en proyectos similares (World Bank, 2022; Siahaan et al., 2025). La publicación completa e incondicional de los informes de auditoría en el portal

público es un requisito no negociable, cerrando el ciclo de la rendición de cuentas mutua.

Estos tres mecanismos —el portal digital, el monitoreo participativo y las auditorías independientes— no deben ser concebidos como herramientas aisladas, sino como un ecosistema de integridad interconectado. El MAP alimenta el portal con datos generados desde la base. El portal hace que toda la información, incluidos los resultados de las auditorías, sea accesible para el escrutinio público. Las auditorías, a su vez, validan la veracidad de la información del portal y la eficacia del propio sistema de monitoreo. Juntos, estos instrumentos operacionalizan los principios de transparencia y rendición de cuentas, transformándolos de conceptos abstractos en prácticas observables y verificables. Proporcionan la infraestructura necesaria para que la confianza no sea un prerrequisito para la colaboración, sino un resultado emergente de un sistema de gobernanza diseñado para ser, por defecto, abierto, honesto y responsable ante todos sus integrantes.

CAPÍTULO V

INSTRUMENTOS PARA LA ACCIÓN: PROPUESTAS DOCUMENTALES PARA LA CO-CREACIÓN DE VALOR EN PASCO

5.1 Propuesta de Convenio Marco de Colaboración Tripartita

La arquitectura de gobernanza y los modelos de negocio propuestos en los capítulos anteriores, aunque conceptualmente robustos, requieren de un instrumento jurídico que los formalice y les otorgue fuerza vinculante. La confianza no puede sustentarse indefinidamente en acuerdos de buena voluntad; necesita ser anclada en un documento legal que traduzca los principios y estructuras en derechos, obligaciones y responsabilidades claras y exigibles para todas las partes. Este apartado presenta la estructura de un **Convenio Marco de Colaboración Tripartita**, el documento legal paraguas diseñado para dar vida jurídica al “Comité de Gestión de Valor Compartido para Pasco”, convirtiéndolo en el eje central de la articulación entre Estado, empresa y comunidad.

El Convenio Marco debe comenzar por establecer de manera inequívoca su objeto y principios rectores. El objeto del convenio no es otro que la creación, formalización y regulación del funcionamiento del Comité de Gestión (propuesto en 4.2), cuyo mandato será la co-gestión de los proyectos de valorización de relaves en Pasco bajo un enfoque de Valor Compartido. Esta sección inicial debe hacer referencia explícita a los principios de transparencia radical, toma de decisiones por consentimiento, rendición de cuentas mutua y distribución equitativa de riesgos y beneficios, elevándolos de aspiraciones éticas a obligaciones contractuales.

Inspirándose en estándares internacionales como los de la Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable (IRMA), el convenio debe consagrar la participación equitativa como pilar fundamental, reconociendo a la comunidad no como un simple “stakeholder”, sino como un socio con derechos y poder de decisión (MinSus et al., 2022).

- **Obligaciones, derechos y responsabilidades.** Posteriormente, el documento debe detallar las obligaciones, derechos y responsabilidades específicas de cada una de las tres partes firmantes. Las responsabilidades de la **empresa minera** incluirían el aporte de capital y tecnología, el cumplimiento de los más altos estándares ambientales y sociales, y la obligación de compartir toda la información técnica y financiera de manera transparente con el Comité. Las obligaciones del **Estado** (representado por MINEM, OEFA y GORE Pasco) se centrarían en su rol de facilitador y garante: agilizar los permisos necesarios, asegurar la fiscalización ambiental imparcial y efectiva, y coadyuvar en la resolución de disputas. Los derechos y responsabilidades de la **comunidad**, representada a través de sus delegados elegidos democráticamente, incluirían el derecho a la participación vinculante en todas las fases del proyecto, la obligación de participar de manera constructiva y el derecho a recibir una porción justa y transparente de los beneficios generados. Encuestas en regiones mineras peruanas demuestran que las prioridades comunitarias se centran en los derechos ambientales, la salud y la responsabilidad corporativa, aspectos que deben reflejarse claramente en estas cláusulas (MinSus et al., 2022).
- **Mecanismos de aporte de recursos.** Una sección crítica del convenio será la que defina los mecanismos de aporte de recursos y la estructura financiera del Comité y de los proyectos. Siguiendo el modelo de financiación híbrido propuesto, el convenio debe especificar los porcentajes o montos de contribución de cada parte al presupuesto operativo del Comité. Además, debe establecer las reglas para la creación y gestión de un fondo de garantía para el cierre de minas y la remediación a largo plazo, un mecanismo recomendado por estándares

internacionales para reducir los pasivos ambientales (Rojas et al., 2023). La gestión de estos fondos debe ser auditada anualmente por un tercero independiente, tal como se estipuló en los mecanismos de rendición de cuentas, y los informes deben ser públicos. Esta transparencia financiera es clave para prevenir la corrupción y asegurar que los recursos se utilicen para los fines previstos.

- **Cláusulas robustas de resolución de disputas.** Finalmente, ningún convenio estaría completo sin cláusulas robustas de resolución de disputas. Reconociendo que los desacuerdos son inevitables, el convenio debe establecer un mecanismo escalonado para su manejo. La primera instancia será siempre el propio Comité de Gestión, que buscará resolver las diferencias a través del diálogo y la negociación facilitada. Si el consenso no es posible, el convenio debe prever el recurso a una mediación o arbitraje por parte de un panel de expertos independientes, mutuamente acordado por las partes. La inspiración puede tomarse de los mecanismos de quejas y reparación que, en el marco de IRMA, han demostrado ser efectivos para resolver conflictos sin necesidad de recurrir a la judicialización o a la protesta social (MinSus et al., 2022). Como última instancia, se mantendría el recurso a la justicia ordinaria, pero el objetivo del mecanismo es evitar llegar a ese punto, proveyendo un camino institucionalizado, ágil y de bajo costo para dirimir las controversias, lo cual es fundamental en un contexto donde la pérdida de la licencia social es el principal riesgo para la sostenibilidad de las operaciones (Rojas et al., 2023). Este Convenio Marco, por tanto, no es un simple contrato, sino la constitución fundacional de una nueva forma de gobernar los recursos en Pasco.

5.2 Modelo de Contrato de Asociación para Proyectos de Valorización

Mientras que el Convenio Marco establece la arquitectura de gobernanza general, la ejecución de los modelos de negocio de economía circular requiere de un instrumento legal específico que regule las operaciones económicas concretas. Este apartado presenta el borrador

conceptual de un **Contrato de Asociación** para la creación de una Empresa de Propósito Específico (SPE), diseñado para materializar el “Modelo de Empresa Mixta Empresa-Comunidad” (propuesto en 3.2). Este contrato es el vehículo que transforma la colaboración en un negocio tangible, detallando la estructura societaria, la distribución de beneficios y las políticas operativas que aseguran la creación de valor compartido.

- 1) **Constitución y estructura de la SPE.** La primera sección del contrato debe definir la constitución y estructura de la SPE, a la que se podría denominar “Pasco Circular”. Se establecerá como una sociedad anónima cerrada, cuyos accionistas fundadores serán la empresa minera titular del pasivo y una empresa comunal o cooperativa debidamente constituida y representativa de las comunidades afectadas. El objeto social de la SPE será exclusivamente el reprocesamiento de relaves para la recuperación de minerales y la valorización de subproductos inertes. La **participación accionaria** es el punto crucial de esta sección. Se propondrá una distribución que, si bien puede no ser del 50/50 debido a la asimetría en el aporte de capital inicial, garantice una participación significativa para la parte comunitaria (e.g., 20-30 %), otorgándole no solo derechos económicos sino también una representación proporcional en el Directorio de la SPE. Este modelo se inspira en las crecientes tendencias de la economía circular en la minería andina, que reconocen el valor de la licencia social y el conocimiento local como activos intangibles aportados por la comunidad (Centro de Estudios del Cobre y la Minería et al., 2022).
- 2) **Reparto de dividendos y reinversión de utilidades.** La segunda sección clave del contrato regulará el reparto de dividendos y la reinversión de utilidades. Para asegurar que los beneficios lleguen directamente a la comunidad, el contrato estipulará que los dividendos correspondientes a la participación comunitaria serán transferidos a un **Fondo de Desarrollo Comunitario (FDC)**. Este fondo será administrado por un fideicomiso independiente, con un consejo directivo supervisado por el Comité de Gestión Marco. El contrato definirá que un porcentaje de las

utilidades totales de la SPE (e.g., 10 %) se destinará obligatoriamente a este FDC antes del reparto de dividendos, asegurando un flujo constante de recursos para proyectos de desarrollo local (salud, educación, infraestructura) incluso en años de menores ganancias. Esta estructura de reinversión es fundamental para traducir el éxito económico del proyecto en un bienestar social tangible y duradero, yendo más allá de la simple distribución de ganancias. El potencial económico es sustancial, considerando que la recuperación de cobre de los relaves en Perú y Chile podría generar un valor de hasta 14.4 mil millones de dólares (Centro de Estudios del Cobre y la Minería et al., 2022).

- 3) **Políticas operativas de valor compartido.** La tercera sección del contrato detallará las políticas operativas de valor compartido. Aquí se formalizarán los compromisos de la SPE en materia de empleo y contratación. Se incluirá una cláusula de **contratación local preferente**, estableciendo una meta cuantificable (e.g., que el 70 % del personal no especializado y el 30 % del personal técnico provenga de las comunidades de Pasco), acompañada de un compromiso de inversión en programas de capacitación y formación técnica. Adicionalmente, se establecerá una **política de compras locales**, inspirada en modelos como el de la mina Collahuasi, que incorporan criterios de economía circular en sus licitaciones, priorizando a proveedores locales y generando hasta un 30 % más de empleos indirectos (Centro de Estudios del Cobre y la Minería et al., 2022). El contrato también especificará los estándares técnicos y ambientales para la valorización de los subproductos inertes, asegurando que su uso, por ejemplo como áridos para la construcción de carreteras, cumpla con todas las normativas peruanas de seguridad y calidad (Torres et al., 2024).
- 4) **Viabilidad técnica y la gestión de riesgo.** Finalmente, el contrato debe incluir cláusulas sobre la viabilidad técnica y la gestión de riesgos. Se estipulará que la SPE deberá realizar pruebas de laboratorio y piloto continuas para optimizar los procesos de reprocesamiento y garantizar que los materiales residuales sean seguros para su uso en construcción. Pruebas como la estabilidad Marshall y el California Bearing Ratio

(CBR) serán contractuales para validar el uso de relaves tratados en pavimentos, asegurando que se superen los mínimos normativos (Torres et al., 2024). Asimismo, el contrato asignará de manera clara la responsabilidad por los riesgos ambientales residuales y establecerá un fondo de contingencia para hacer frente a cualquier imprevisto. Este Contrato de Asociación, por tanto, va más allá de un simple acuerdo comercial; es el instrumento que operationaliza los principios de valor compartido en el corazón de la actividad económica, asegurando que la búsqueda de rentabilidad esté intrínsecamente ligada a la generación de prosperidad social y a la restauración ambiental en Pasco.

5.3 Guía de Política Pública: Lineamientos para el Gobierno Regional y Nacional

Los instrumentos contractuales privados, como el Convenio Marco y el Contrato de Asociación, son condiciones necesarias pero no suficientes para catalizar una transformación sistémica en la gestión de pasivos mineros. Su éxito y escalabilidad dependen de un entorno de política pública que los reconozca, los incentive y los facilite. El rol del Estado debe trascender la mera regulación y fiscalización para convertirse en un promotor proactivo de la economía circular y el Valor Compartido. Este apartado presenta una guía de política pública en formato de *policy brief*, dirigida a los tomadores de decisiones a nivel regional y nacional, con lineamientos concretos para escalar la solución propuesta más allá de un proyecto piloto, complementando así los acuerdos privados.

1) **Incentivos fiscales y financieros.** El primer lineamiento se enfoca en la creación de incentivos fiscales y financieros para las empresas que adopten modelos de VC en la gestión de sus pasivos. Actualmente, la remediación es vista como un costo; la política pública debe convertirla en una inversión atractiva. Se propone la implementación de un paquete de incentivos que podría incluir:

- a) Una deducción acelerada de los gastos de capital (CAPEX) invertidos en tecnologías de reprocesamiento y valorización de relaves;

- b) Créditos fiscales por cada tonelada de residuo minero transformada en un producto comercializable; y
- c) La creación de un “Fondo de Minería Circular” con financiamiento de bancos de desarrollo (como el BID) y el Estado, que ofrezca préstamos a tasas preferenciales para proyectos de este tipo.

Estas medidas se alinean con las hojas de ruta de economía circular que ya se están desarrollando en la región, incluyendo el “Circular Economy Roadmap” del Perú, y buscan reducir el riesgo de la inversión inicial, acelerando la transición de las empresas hacia modelos de negocio más sostenibles (Schröder et al., 2020). La experiencia en otros sectores, como la legislación sobre plásticos de un solo uso, demuestra que los instrumentos fiscales pueden ser catalizadores efectivos del cambio de comportamiento empresarial (Schröder et al., 2020).

2) Ventanilla única para proyectos de valorización de pasivos mineros.

Un segundo lineamiento aborda la necesidad de superar las barreras burocráticas a través de la creación de una ventanilla única para proyectos de valorización de pasivos mineros. Actualmente, un proyecto de esta naturaleza requiere la aprobación de múltiples entidades (MINEM, OEFA, ANA, GORE, etc.), en un proceso largo, costoso y a menudo descoordinado. La ventanilla única centralizaría y agilizaría estos trámites, designando a un equipo interinstitucional especializado en economía circular minera que guíe a los proponentes a través del proceso regulatorio. Este mecanismo no implicaría una flexibilización de los estándares ambientales, sino una optimización de los procedimientos administrativos, reduciendo la incertidumbre y los plazos. La experiencia de otros países de América Latina en la implementación de hojas de ruta nacionales para la economía circular evidencia que la coordinación intersectorial es un factor crítico de éxito (Schröder et al., 2020). Esta ventanilla única sería el brazo ejecutor del rol facilitador del Estado, demostrando un compromiso político claro con la promoción de la minería circular.

- 3) **Incorporación del enfoque de Valor Compartido y economía circular en los instrumentos de gestión ambiental.** El tercer lineamiento propone la incorporación del enfoque de Valor Compartido y economía circular en los instrumentos de gestión ambiental existentes. Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y los Planes de Cierre de Minas deben ser reformados para ir más allá de la simple mitigación de impactos. Se sugiere que la normativa exija que, en la evaluación de alternativas, se incluya obligatoriamente un análisis del potencial de valorización de los relaves, utilizando metodologías como el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) para comparar el impacto ambiental neto de la disposición tradicional frente al reprocesamiento (United Nations Environment Programme, 2024). Los Planes de Cierre deberían ser reconceptualizados como “Planes de Transición hacia la Economía Circular”, donde el objetivo no sea solo la estabilización del pasivo, sino la creación de un nuevo valor económico y social post-extracción. Además, se debe promover la adopción de estándares internacionales como el Estándar Global de la Industria sobre la Gestión de Relaves (GISTM) como requisito para la aprobación de nuevos proyectos, asegurando que las mejores prácticas globales se integren en el marco regulatorio nacional (United Nations Environment Programme, 2024).
- 4) **Fortalecimiento de las capacidades locales y la investigación aplicada.** Finalmente, el cuarto lineamiento se centra en el fortalecimiento de las capacidades locales y la investigación aplicada. El Estado, a través del GORE Pasco y en colaboración con las universidades nacionales, debe invertir en la creación de un “Centro de Excelencia en Minería Circular” en la región. Este centro tendría un triple mandato:
- a) Proporcionar formación técnica y capacitación a la mano de obra local para los nuevos empleos que se crearán;
 - b) Realizar investigación aplicada para adaptar y optimizar las tecnologías de reprocesamiento a la geoquímica específica de los relaves de la región; y

- c) Ofrecer asistencia técnica a las PYMEs que deseen formar parte del clúster de servicios ambientales.

Este lineamiento busca cerrar la brecha de conocimiento identificada como una barrera para la gestión sostenible de relaves y asegurar que la transición hacia la economía circular sea liderada por talento local (United Nations Environment Programme, 2024). La financiación de este centro podría provenir de un porcentaje del canon minero, reinvertiendo así la riqueza extractiva en la construcción de una economía del conocimiento post-extractiva. En conjunto, estos cuatro lineamientos de política pública crean el ecosistema habilitante necesario para que los acuerdos privados de valor compartido no solo prosperen, sino que se conviertan en la nueva norma para la minería en Pasco y en todo el Perú.

5.4 Hoja de Ruta para la Implementación: Un Plan Paso a Paso para 2024-2030

El conjunto de análisis, modelos y propuestas documentales desarrollados a lo largo de este libro culmina en este punto final: un plan de acción concreto y secuencial. Una estrategia, por bien fundamentada que esté, carece de valor si no se traduce en un camino claro hacia su ejecución. Esta sección presenta una Hoja de Ruta detallada y realista para el período 2024-2030, diseñada para guiar la implementación de la propuesta integral de Valor Compartido en la gestión de relaves en Pasco. Este cronograma integra todos los elementos previos en una secuencia lógica y temporal, definiendo fases, hitos, actores responsables y recursos necesarios. Es, en esencia, el manual de “cómo empezar mañana” para transformar la visión en realidad.

La Hoja de Ruta se estructura en cuatro fases interconectadas, cada una construyendo sobre los logros de la anterior.

1) **Fase 1: Socialización, Validación y Creación de Capacidades (2024-2025).** El primer paso ineludible es la construcción de una base de entendimiento y confianza compartida. El actor principal en esta fase será un equipo promotor inicial, idealmente convocado por una entidad neutral (como una universidad local o una ONG de prestigio), que se encargará de diseminar y discutir las propuestas de este libro con todos los actores clave. Los hitos de esta fase incluyen:

- a) La realización de talleres de socialización en las principales comunidades afectadas y con los equipos directivos de las empresas mineras y funcionarios del Estado;
- b) La validación y el ajuste de las propuestas documentales (Convenio Marco, Contrato de Asociación) a través de un proceso participativo;
- c) El lanzamiento de un programa de capacitación para líderes comunitarios sobre gobernanza, economía circular y los aspectos técnicos de la valorización de relaves.

Los recursos necesarios para esta fase son principalmente de capital humano (facilitadores, expertos técnicos) y logísticos, y podrían ser financiados por la cooperación internacional o fondos de responsabilidad social. La meta es que al final de 2025 exista una masa crítica de actores informados y comprometidos, listos para formalizar la colaboración. Este enfoque se alinea con las hojas de ruta regionales para la economía circular, que identifican la falta de incentivos y la necesidad de capacitación como barreras iniciales clave (Munoz, 2025).

2) **Fase 2: Formalización Institucional y Jurídica (2026).** A continuación, esta fase con la base de confianza y entendimiento establecida, esta fase se centra en dar vida legal a la estructura de gobernanza. El hito principal y no negociable es la **firma del Convenio Marco de Colaboración Tripartita** por parte de los representantes legítimos del Estado, la(s) empresa(s) minera(s) y las comunidades. Este acto fundacional creará formalmente el “Comité de Gestión de Valor Compartido para Pasco”.

Los actores responsables son los líderes de más alto nivel de cada sector. Inmediatamente después de su constitución, el Comité deberá

- a) Aprobar su reglamento interno de funcionamiento,
- b) Establecer su secretaría técnica, y
- c) Definir el mecanismo de financiación híbrido acordado.

Otro hito clave será la firma del Contrato de Asociación para el primer proyecto piloto, constituyendo la Empresa de Propósito Específico (SPE) “Pasco Circular”. Los recursos necesarios son fundamentalmente políticos y legales, requiriendo la voluntad de los actores para comprometerse a largo plazo. La experiencia en la región andina demuestra que la formalización de acuerdos es un paso crítico para pasar de la planificación a la acción concreta en proyectos de remediación verde (Cacciuttolo & Marinovic, 2023).

3) Fase 3: Lanzamiento y Operación del Proyecto Piloto (2027-2029). Una vez formalizada la estructura, esta es la fase de la “prueba de concepto”, donde la teoría se encuentra con la práctica. El actor principal será la SPE “Pasco Circular”, bajo la supervisión del Comité de Gestión. El proyecto piloto se centrará en un depósito de relaves específico, seleccionado por su viabilidad técnica y su impacto social. Los hitos de esta fase son secuenciales:

- a) Finalización de los estudios de factibilidad detallados y obtención de los permisos ambientales a través de la ventanilla única propuesta;
- b) Construcción e instalación de la planta de reprocesamiento y de las infraestructuras necesarias;
- c) Inicio de las operaciones de valorización, con la implementación de las políticas de contratación local y el monitoreo ambiental participativo; y

- d) Primera transferencia de utilidades al Fondo de Desarrollo Comunitario.

Los recursos necesarios son principalmente financieros (inversión de capital) y técnicos. El éxito del proyecto piloto es fundamental para demostrar la viabilidad del modelo y generar un “efecto demostración” que atraiga más inversiones y apoyo político. Las prácticas de biolixiviación de cobre en Chile y Perú, que han logrado recuperar hasta el 85 % de los metales, servirán como un benchmark técnico para el piloto (Munoz, 2025).

4) **Fase 4: Escalabilidad, Réplica y Consolidación del Clúster (2030 en adelante).** Finalmente, El éxito del proyecto piloto abrirá la puerta a la expansión del modelo. Esta fase busca replicar la experiencia en otros depósitos de relaves de la región y consolidar el clúster de economía circular. Los actores responsables serán el Comité de Gestión y un número creciente de empresas y emprendedores locales. Los hitos incluyen:

- a) La evaluación de impacto del proyecto piloto y la sistematización de las lecciones aprendidas;
- b) El lanzamiento de una segunda y tercera ronda de proyectos de valorización, posiblemente con nuevas SPEs o expandiendo el mandato de la primera;
- c) La consolidación del Centro de Excelencia en Minería Circular, que se convertirá en un motor de innovación y formación continua; y
- d) La medición del impacto macro a nivel regional en indicadores de salud, empleo y calidad ambiental.

Los recursos necesarios serán una combinación de reinversión de las utilidades de los primeros proyectos y nuevas inversiones atraídas por el éxito del modelo. El objetivo a largo plazo es que Pasco deje de ser

un sinónimo de pasivos ambientales para convertirse en un referente global de minería circular y desarrollo sostenible. La demanda creciente de metales para la transición energética, que se duplicará para 2030, asegura un mercado para los productos de esta nueva industria, garantizando su viabilidad a futuro (Munoz, 2025). La Tabla 9 resume la Hoja de Ruta.

Tabla 9
Hoja de Ruta para la Implementación del Modelo de Valor Compartido en Pasco (2024-2030)

Fase	Período	Hitos Clave	Actores Responsables	Recursos Clave
1 Socialización y Validación	2024-2025	Talleres de socialización; ajuste de documentos; programa de capacitación	Equipo promotor inicial (neutral); líderes locales; gerentes de empresa; funcionarios estatales.	Capital humano (facilitadores, expertos); recursos logísticos; fondos de RSE/ cooperación.
1 Formalización Institucional	2026	Firma del Convenio Marco; constitución del Comité de Gestión; firma del Contrato de Asociación (piloto).	Altos representantes de Estado, empresa y comunidad.	Voluntad política; asesoría legal; capital semilla para el Comité
3 Proyecto Piloto	2027-2029	Factibilidad y permisos; construcción; inicio de operaciones; primera transferencia al FDC	SPE “Pasco Circular”; Comité de Gestión (supervisión)	Inversión de capital (CAPEX); personal técnico y operativo; equipos y tecnología.

Fase	Período	Hitos Clave	Actores Responsables	Recursos Clave
4 Escalabilidad y Réplica	2030+	Evaluación del piloto; lanzamiento de nuevos proyectos; consolidación del clúster y Centro de Excelencia	Comité de Gestión; nuevas SPEs; PYMEs locales; academia	Reinversión de utilidades; nueva inversión privada/pública; fondos de I+D

Nota: Adaptado de Munoz (2025) y Cacciuttolo & Marinovic (2023).

Este plan de acción, aunque ambicioso, es factible. Se basa en una progresión lógica, desde la construcción de capital social hasta la formalización de acuerdos y la demostración práctica de viabilidad. Cada fase está diseñada para generar los resultados y la confianza necesarios para avanzar a la siguiente. No es un camino libre de obstáculos, pero ofrece una ruta estructurada y coherente para que los actores de Pasco puedan tomar el control de su futuro y transformar un legado de contaminación en una herencia de prosperidad compartida.

REFLEXIONES FINALES

El recorrido a través de las páginas de este libro ha buscado desentrañar uno de los nudos más complejos de la minería contemporánea, utilizando el caso de Pasco no como un epílogo de la tragedia, sino como un prólogo de la posibilidad. Se ha partido de un diagnóstico crudo: un territorio marcado por pasivos ambientales que son el correlato físico de una profunda fractura social, donde la desconfianza se ha solidificado con la misma persistencia que los metales pesados en el suelo (Boukli & Kotsakis, 2023). Sin embargo, el argumento central de esta obra no se ha detenido en la lamentación del problema, sino que ha postulado una tesis audaz: es precisamente en el corazón del pasivo donde reside la semilla del activo más valioso, la oportunidad de forjar un nuevo modelo de desarrollo basado en la co-creación de valor. La propuesta no ha sido meramente teórica; se ha demostrado la viabilidad técnica de transformar los relaves en recursos (Kursunoglu, 2025), se han diseñado los modelos de negocio para hacerlo rentable y distributivo (Kinnunen et al., 2022), y se ha cuantificado su abrumadora superioridad económica y social frente a la inacción (Machairas & Varouchakis, 2023).

Sin embargo, la lección más profunda que emerge de este análisis es que la tecnología y la economía son, en última instancia, herramientas al servicio de la gobernanza. La innovación más radical que se propone en este libro no es un nuevo proceso hidrometalúrgico o un novedoso modelo financiero, sino una innovación en las relaciones humanas: una arquitectura de colaboración tripartita fundamentada en la transparencia, el consentimiento y la rendición de cuentas mutua (Sauer & Hiete, 2019).

El Comité de Gestión, los protocolos de participación vinculante y los instrumentos contractuales aquí diseñados no son fines en sí mismos, sino los medios para reconstruir el capital social erosionado, el andamiaje necesario para que actores con historias de antagonismo puedan sentarse a la misma mesa, no como adversarios, sino como socios en una empresa común. Es la calidad de esta gobernanza la que determinará si el Valor Compartido se convierte en una realidad tangible o si permanece como un “espejismo” conceptual (POST, 2022). La transición de un modelo extractivo a uno circular y restaurativo es, en su esencia, una transición de poder, de una lógica de imposición a una de deliberación.

Por tanto, el desafío que se presenta al cerrar este libro trasciende la implementación de un proyecto específico en Pasco. La propuesta aquí contenida es, en realidad, un llamado a repensar el contrato social de la minería en el siglo XXI. El modelo de Pasco puede y debe ser un laboratorio, un prototipo de una nueva generación de proyectos mineros que nazcan con el ADN del Valor Compartido, donde la remediación ambiental y el desarrollo comunitario no sean apéndices de la RSE, sino el núcleo mismo del modelo de negocio. La escalabilidad de esta visión a nivel nacional y regional, impulsada por las políticas públicas aquí esbozadas, tiene el potencial de reposicionar al Perú y a América Latina en la vanguardia de la minería sostenible, demostrando que es posible satisfacer la creciente demanda global de minerales para la transición energética sin sacrificar el bienestar de las comunidades y la salud de los ecosistemas (Munoz, 2025). Esta no es una visión utópica, sino una necesidad pragmática en un mundo donde la licencia social se ha convertido en el activo más valioso y volátil de la industria (Rojas et al., 2023).

Al final del camino, la implementación de esta hoja de ruta no dependerá de la falta de conocimiento, recursos o tecnología, sino de una cualidad más intangible: la voluntad política y el liderazgo. Requerirá que los directivos de las empresas miren más allá del próximo trimestre fiscal y abracen una visión de rentabilidad a largo plazo intrínsecamente ligada a la prosperidad de su entorno. Requerirá que los funcionarios del Estado trasciendan

la inercia burocrática y asuman un rol proactivo como facilitadores de la innovación y garantes de la justicia. Y, sobre todo, requerirá que los líderes comunitarios canalicen el legítimo agravio histórico hacia una participación constructiva y vigilante, empoderándose como arquitectos de su propio futuro. La elección que enfrenta Pasco es un microcosmos de la elección que enfrenta toda la industria extractiva: continuar por el camino de la externalización de costos y la gestión de conflictos, o atreverse a emprender el camino de la internalización de oportunidades y la co-creación de valor. Este libro ha buscado iluminar este segundo camino, ofreciendo no solo un mapa, sino también las herramientas para empezar a construirlo. La tarea ahora reside en las manos de quienes tienen el poder y la responsabilidad de actuar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L., Mussali, P., Castrejón, M., Rodríguez, A., Castañeda-, J., & Tovar, E. (2024). In situ phytoremediation of mine tailings with high concentrations of cadmium and lead using *Dodonaea viscosa* (Sapindaceae). *Plants*, 14(1), 69. <https://www.mdpi.com/2223-7747/14/1/69>
- Amankwah, J., Khan, Z., & Osabutey, E. (2021). COVID-19 and business renewal: Lessons and insights from the global airline industry. *International Business Review*, 30(3), 101802. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969593121000093>
- Antony, S., Calhoun, J., Renteria, O., Mercado, P., Nakajima, S., Hope, C., & Menezes, P. (2024). Promoting a circular economy in mining practices. *Sustainability*, 16(24), 11016. <https://doi.org/10.3390/su162411016>
- Boukli, A., & Kotsakis, A. (2023). Transversal harm and zemiology: Reconsidering green criminology and mineral extractivism in Cerro de Pasco, Peru. *Critical Criminology*, 31(4), 1113-1136. <https://doi.org/10.1007/s10612-023-09679-9>
- Cacciuttolo, C., & Marinovic, A. (2022). Sustainable management of thickened tailings in Chile and Peru: a review of practical experience and socio-environmental acceptance. *Sustainability*, 14(17), 10901. <https://doi.org/10.3390/su141710901>

- Cacciuttolo, C., & Marinovic, A. (2023). Experiences of underground mine backfilling using mine tailings developed in the Andean region of Peru: A green mining solution to reduce socio-environmental impacts. *Sustainability*, 15(17), 12912. <https://doi.org/10.3390/su151712912>
- Cacciuttolo, C., & Pérez, G. (2022). Practical experience of filtered tailings technology in Chile and Peru: an environmentally friendly solution. *Minerals*, 12(7), 889. <https://doi.org/10.3390/min12070889>
- Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO), CircularTec, Hub de Innovación Minera del Perú, & Centro de Innovación y Economía Circular (CIEC). (2022, enero). *The arrival of the circular economy in primary mining in Chile, Peru and Colombia*. <https://ciecircular.com/wp-content/uploads/2023/07/the-book-circulartec-IN-v2.pdf>
- Chigbu, B., Makapela, S., & Umejesi, I. (2025). Silent violence in the just transition: structural barriers, governance design, and the hidden costs of climate policy. *Frontiers in Environmental Science*, 13, 1594740. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1594740>
- Circular Economy Leaders Group. (2024). *Towards a circular economy approach to mining operations*. <https://circulareconomyleaders.ca/wp-content/uploads/2024/04/Towards-a-Circular-Economy-Approach-to-Mining-Operations.pdf>
- Gairola, S., Khanduri, A., & Bhuvaneswari, V. (2025). Sustainable mining: reducing waste and enhancing resource efficiency. *Discover Civil Engineering*, 2(1), 75. <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00233-9>
- Gamu, J., & Soendergaard, N. (2024). Governance capture and socio-environmental conflict: a critical political economy of the global mining

industry's prior consultation regime. *Review of International Political Economy*, 31(3), 880-904. <https://doi.org/10.1080/09692290.2023.2265976>

Inter-American Development Bank. (2023). *Green mining in Latin America and the Caribbean: Comparative analysis of public policies and industry standards to promote sustainability in mining* (IDB Technical Note IDB-TN-2697). <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Green-Mining-in--Latin-America-and-the-Caribbean-Comparative-Analysis-of-Public-Policies-and-Industry-Standards-to-Promote-Sustainability-in-Mining.pdf>

Kennedy, C., Fariss, B., Oakleaf, J., Garnett, S., Fernandez, A., Fa, J., & Kiesecker, J. (2023). Indigenous Peoples' lands are threatened by industrial development; conversion risk assessment reveals need to support Indigenous stewardship. *One Earth*, 6(8), 1032-1049. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.07.006>

Kinnunen, P., Karhu, M., Yli-Rantala, E., Kivikytö, P., & Mäkinen, J. (2022). A review of circular economy strategies for mine tailings. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100499. <https://researchportal.tuni.fi/en/publications/a-review-of-circular-economy-strategies-for-mine-tailings>

Kursunoglu, S. (2025). A Review on the Recovery of Critical Metals from Mine and Mineral Processing Tailings: Recent Advances. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s40831-025-01126-y>

Landa, L. (2020). *Mining and health status in Peru: Evidence for a period of minor environmental protection* [Tesis de maestría, International Institute of Social Studies]. https://thesis.eur.nl/pub/55989/Landa-Sotomayor-Lucia-Isabel_MA_2019_20_ECD.pdf

- Machairas, E., & Varouchakis, E. (2023). Cost–benefit analysis and risk assessment for mining activities in terms of circular economy and their environmental impact. *Geosciences*, 13(10), 318. <https://doi.org/10.3390/geosciences13100318>
- Maest, A. (2023). Remining for renewable energy metals: A review of characterization needs, resource estimates, and potential environmental effects. *Minerals*, 13(11), 1454. <https://doi.org/10.3390/min13111454>
- MinSus, GIZ, BGR, & Initiative for Responsible Mining Assurance. (2022). *Mining in the Andean Region: Enhancing access to information, community engagement, and environmental and social performance through IRMA*. <https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2022/04/MinSus-IRMA-Summary-2022-English-final.pdf>
- Moreno, S., Vértiz, J., Paredes, C., Meseth, E., Vílchez, G., & del Pino, L. (2024). Ecological risk of metals in Andean water resources: A framework for early environmental assessment of mining projects in Peru. *Heliyon*, 10(9). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.122105>
- Munoz, G. (2025). On-going circularity practices in the Latin-American mining sector. *Aspects in Mining & Mineral Science*, 13(3), 1604–1608. <https://crimsonpublishers.com/amms/pdf/AMMS.000814.pdf>
- Ortega, B., de Miguel, M., & González, V. (2020). Stakeholder's perceptions of mining industry in Peru: Community involvement in decision-making and their causal conditions. *GCG: revista de globalización, competitividad y gobernabilidad*, 14(1), 48-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7326843>

- POST. (2022). *Mining a mirage? Reassessing the shared-value paradigm in light of the technological advances in the mining sector*. Parliamentary Office of Science and Technology, UK. <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/POST-PB-0045/POST-PB-0045.pdf>
- Ratner, B., Larson, A., Barletti, J., ElDidi, H., Catacutan, D., Flintan, F., & Meinzen, R. (2022). Multistakeholder platforms for natural resource governance: lessons from eight landscape-level cases. *Ecology and Society*, 27(2). <https://doi.org/10.5751/ES-13145-270202>
- Rojas, C., Casas, E., & Sucre, C. (2023). *Green Mining in Latin America and the Caribbean: Comparative Analysis of Public Policies and Industry Standards to Promote Sustainability in Mining*. <https://doi.org/10.18235/0004961>
- Sabatini, C., & Binetti, B. (2024). *State capacity, mining and community relations in Peru: How sustained multi-sectoral dialogue can help secure the country's role in global supply chains*. Chatham House, The Royal Institute of International Affairs. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2024-12/2024-12-02-state-capacity-mining-community-relations-peru-sabatini-binetti.pdf>
- Sauer, P., & Hiete, M. (2019). Multi-stakeholder initiatives as social innovation for governance and practice: A review of responsible mining initiatives. *Sustainability*, 12(1), 236. <https://doi.org/10.3390/su12010236>
- Schröder, P., Albaladejo, M., Ribas, P., MacEwen, M., & Tilkkanen, J. (2020). *The circular economy in Latin America and the Caribbean*. The Royal Institute of International Affairs, Chatham House, London, UK. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-09/circular_economy_lac.pdf

- Siahaan, J., Pagalung, G., Demmallino, E., Saleng, A., Sulaiman, A., & Nagu, N. (2025). A Triple-Bottom-Line Performance Measurement Model for the Sustainability of Post-Mining Landscapes in Indonesia. *Sustainability*, 17(13), 6218. <https://doi.org/10.3390/su17136218>
- Siangulube, F., Ros-Tonen, M., Reed, J., Moombe, K., & Sunderland, T. (2023). Multistakeholder platforms for integrated landscape governance: The case of Kalomo District, Zambia. *Land Use Policy*, 135, 106944. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106944>
- Stemmler, Q. (2022, December). Socio-Environmental Conflicts and Institutions in Resource-Based Economies: The Case of Mining in Peru and Colombia. In *FIAR: Forum for Inter-American Research* (Vol. 15, No. 2). <http://interamerica.de/wp-content/uploads/2023/01/Stemmler.pdf>
- Torres, Y., Gonzales, R., Cotera, I., & Arana, D. (2024). Valorización de residuos mineros como áridos para la construcción de carreteras: Economía circular en la región andina del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 26(2), 71-78. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.605>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Knowledge gaps in relation to the environmental aspects of tailings management*. https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/tools/Final%20Knowledge%20Gaps%20Report_Environmental%20Aspects%20of%20Tailings%20Management%20%28January%202024%29_1.pdf
- Valle, F., Apaza, O., Rodriguez, R., Huamán, A., Valle, J., Luque, J., & Chaccara, H. (2023). Sustainability of informal artisanal mining in the peruvian andean region. *Sustainability*, 15(21), 15586. <https://doi.org/10.3390/su152115586>

World Bank. (2022). *Peru - Systematic Country Diagnostic Update (English)*. Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099610010172223753>

