

Gobernanza del agua en territorios mineros: construcción y validación de modelo conceptual en contextos de apertura de una mina de oro en Antioquia.

Autoras:
María José Suarez Ojeda
Yuliana Palacios Suarez

Trabajo de posgrado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Sostenibilidad

Directora del trabajo de grado: Paula M. Hernández-Díaz, PhD.

Universidad EAFIT

Maestría en Sostenibilidad

2025

Cómo citar: Ojeda Suárez, María José; Palacios Suárez, Yuliana (2025). Gobernanza del agua en territorios mineros: construcción y validación de modelo conceptual en contextos de apertura de una mina de oro en Antioquia. Tesis de maestría. Universidad EAFIT.

Resumen

El objetivo general de la investigación es proponer y validar un modelo que permita medir la gobernanza del agua en el área de influencia de un proyecto minero, con el fin de contribuir al mejoramiento de la gestión hídrica en dicho territorio. El diseño metodológico comprendió dos fases. La primera fue una fase cualitativa para la construcción del modelo conceptual, a partir de una revisión sistemática de la literatura, mediante análisis temático. La segunda correspondió a una fase cuantitativa para la verificación empírica del modelo, mediante análisis factorial exploratorio de los resultados de una encuesta confidencial suministrada por la empresa minera, cuyos resultados se utilizaron para determinar la consistencia inicial del modelo en el territorio de influencia y para identificar aspectos para el mejoramiento de la gestión hídrica.

Los factores obtenidos se agruparon de manera coherente con las dimensiones propuestas, lo que constituye una primera evidencia de validez de constructo y demuestra que es posible tener una visión estructurada de la gobernanza del agua a partir de las percepciones de la población local, los resultados permiten identificar componentes más fuertes o frágiles en el territorio y proporcionan una base cuantitativa para futuros ejercicios de mejora. La coexistencia de sistemas formales de abastecimiento con una importante dependencia de nacimientos y de arreglos comunitarios, las diferencias económicas y dinámicas de relacionamiento entre veredas y la diversidad de usos del agua, muestran que la gobernanza hídrica en el territorio se compone simultáneamente en las instituciones públicas, en la empresa minera y en las organizaciones locales.

Abstract

The overall objective of the research is to propose and validate a model for measuring water governance in the area of influence of a mining project in San Roque, Antioquia, Colombia. To contribute to the improvement of water management in this territory. The methodological design comprised two phases. The first phase was a qualitative phase for constructing the conceptual model, based on a systematic review of the literature and thematic analysis. The second was a quantitative phase for the empirical verification of the model through exploratory factor analysis applied to the results of a confidential survey provided by the mining company, the results of which were used to determine the initial consistency of the model in the territory of influence and to identify areas for improvement in water management.

The application of the survey to stakeholders in the territory and the exploratory factor analysis provided preliminary validation of the model. The factors obtained were grouped in a manner consistent with the proposed dimensions, providing initial evidence of construct validity and demonstrating that it is possible to measure water governance in a structured manner based on the perceptions of the local population. The results enable identification of stronger or weaker components within the territory and provide a quantitative basis for future improvement exercises. The coexistence of formal supply systems that depend heavily on springs and community arrangements, differences between villages, and the diversity of water uses indicate that water governance in San

Roque is enacted simultaneously through public institutions, the mining company, and local organisations.

Palabras clave: gobernanza del agua, modelo de medición, gestión hídrica, minería de oro.

Highlights

La sostenibilidad en territorios mineros requiere enfoques integrales y adaptativos. #Sostenibilidad #MineríaResponsable #AcciónporelClima #ODS13

Garantizar la seguridad hídrica es clave para enfrentar el cambio climático en zonas mineras. #Agua #SeguridadHídrica #AguaLimpia&Saneamiento #ODS6

Investigación aplicada que articula saberes y actores para soluciones reales en gestión del agua, una oportunidad que vale oro. #InvestigaciónAplicada #GobernanzaDelAgua #AguaLimpia&Saneamiento #ODS6 #OportunidadquevaleOro

Escenarios colaborativos fomentan la participación y el desarrollo sostenible en comunidades mineras. #Participación #DesarrolloSostenible #Ciudades&ComunidadesSostenibles#ODS11

La autoorganización comunitaria fortalece la resiliencia socio-ecológica. #Resiliencia #Minería #AcciónporelClima #ODS13

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo, con profundo cariño y gratitud, a nuestras familias, por ser nuestra base y refugio. Su amor, apoyo incondicional y confianza han sido fundamentales para culminar esta etapa.

Yuliana dedica este trabajo a: mis padres Julio y Patricia. Especialmente a mi madrina Luz Dary, quienes me han apoyado incondicionalmente y han estado conmigo en todo momento.

María José dedica este trabajo a: mis abuelos Carlos y Adolfo quienes fueron ejemplo de fortaleza, inteligencia y disciplina en este camino.

A los profesores Paula Marcela Hernández-Díaz y Jorge Andrés Polanco, por su acompañamiento generoso, su guía académica y su compromiso con la investigación.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	5
1.1.	Objetivos de investigación.....	6
2.	Marco teórico para gobernanza del agua	7
2.1.	Enfoques conceptuales.....	7
2.2.	Gobernanza del agua en minería.....	8
2.3.	Desafíos de la gobernanza del agua	10
3.	Metodología	10
3.1.	Fase cualitativa	11
3.2.	Fase cuantitativa	11
3.2.1.	Análisis factorial exploratorio.....	12
3.3.	Consideraciones éticas	12
3.3.1.	Declaración de ausencia de conflicto de intereses	13
3.4.	Caso de estudio: Proyecto minero y su zona de influencia:	13
3.4.1.	El territorio: ubicación geográfica, localidades y microcuencas	14
3.4.2.	Población, actores y actividades económicas	16
3.5.	Programas del proyecto minero	17
4.	Resultados y Análisis de hallazgos	18
4.1.	Fase 1. Modelo conceptual de gobernanza del agua.....	18
4.2.	Fase 2: Análisis Factorial Exploratorio.....	21
4.3.	Contribución a los ODS	24
5.	Impacto del trabajo al desarrollo sostenible	26
5.1.	Mapa de impacto.....	26
6.	Recomendaciones para la empresa minera y su territorio de influencia.....	27
7.	Conclusiones.....	28
	Biografía de las autoras y directora de trabajo de grado.....	29
	Agradecimientos y reconocimientos	29
	Referencias bibliográficas.....	30
	Apéndices.....	33

Índice de Figuras

Figura 1.	Diseño metodológico de la fase cualitativa.	11
Figura 2.	Localización político-administrativa del proyecto	14
Figura 3.	Área de Influencia Directa social	15
Figura 4.	Área de Influencia Directa físico-biótica.....	15
Figura 5.	Modelo conceptual gobernanza del agua para el territorio minero	19
Figura 6.	Relación de respuesta por tipo de fuente de agua.....	23
Figura 7.	Media de respuesta por tipo de actividad.	24

1. Introducción

La minería de oro constituye una fuente muy importante de ingresos para países en desarrollo como Colombia. En 2023, las exportaciones de oro alcanzaron aproximadamente US\$3.220 millones, siendo el tercer producto con mayor exportación del país (Datasur, 2024; OEC, 2023). Asimismo, representa una de las actividades con mayor potencial de transformación territorial generando afectaciones al medio ambiente y a las dinámicas sociales, económicas y culturales de las regiones donde se realizan las extracciones; entre ellas la minería ilegal o informal (i.e. sin título minero ni licencia ambiental) donde amenaza o dificulta la gobernanza del recurso hídrico y la implementación de prácticas sostenibles (ACM, 2020; Lopez Sanchez, 2022.)

Las implicaciones de la minería sobre el recurso hídrico son de especial interés en un momento histórico de la humanidad donde el cambio climático pone en riesgo la vida humana y de otros sistemas naturales sobre el planeta. En Colombia estas implicaciones son múltiples y significativas; entre ellas la alteración en la dinámica natural de los cuerpos de agua mediante la remoción de vegetación y la sedimentación excesiva, provocando obstrucción y taponamiento de cursos de agua, afectando su caudal y capacidad de regulación (Bustamante et al., 2016). Asimismo, la alta contaminación por mercurio especialmente en minas a cielo abierto (Güiza Suárez, 2011) y que debido a su alto consumo hídrico generan alta presión en las fuentes de agua, especialmente en zonas rurales donde el acceso al agua es vital para cubrir otras actividades económicas como la agricultura y la ganadería, y donde el acceso al agua limpia es imperante por escasez de sistemas de potabilización tecnificados (Espinosa Pujol, 2021). En Colombia coexisten la minería legal, informal e ilegal acrecentando conflictos por la posible afectación de actividades económicas y acueductos veredales, división de las comunidades entre el apoyo minero por empleo y la denuncia de la contaminación por esta misma actividad, y desplazamiento de comunidades campesinas (Bernal-Guzmán, 2018; Castellanos Calderón, 2018)

En estos territorios rurales afectados por la minería de oro, el equilibrio entre desarrollo económico y conservación ambiental se vuelve especialmente complejo y necesario. Estudios previos han mostrado la necesidad de una gobernanza efectiva del agua para contribuir a mejorar la equidad en el acceso, fortalecer la organización comunitaria y promover prácticas responsables que mantengan la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios esenciales (Ostrom, 2009; Velásquez, 2022). No se han encontrado reportes en el conocimiento de modelos para la gobernanza del agua en territorios afectados por minería de oro, y la mayoría de los estudios abordan aspectos sociales o ecológicos de manera aislada o se enfocan en indicadores parciales y no sistémicos. Esta falta de visión sistémica en un territorio con sendos aspectos que los hacen vulnerables en la tríada de la sostenibilidad podría limitar la capacidad para diseñar políticas y estrategias que respondan eficazmente a los desafíos ambientales y sociales en zonas mineras de oro especialmente en territorios rurales

Combinando la realidad colombiana y los avances en las investigaciones del recurso hídrico en territorios mineros, se encuentra la necesidad que la minería legal

integre estrategias que trasciendan el cumplimiento normativo y favorezcan la influencia y la confianza en el territorio y su desarrollo sostenible (GDIAM, 2019). Este reto lo enfrenta y está asumiendo un proyecto minero, ubicado en el municipio de San Roque, Antioquia, que se ha propuesto liderar la minería sostenible en el territorio, contemplando los intereses del Estado, las autoridades locales y de la comunidad sobre el acceso, uso y protección del agua.

Ante las necesidades expuestas, de la realidad de la minería de oro en Colombia, el entendimiento del recurso hídrico como un bien común, de su vínculo con la gobernanza flexible, participativa y adaptativa y el caso de aplicación ante el reto que asume una empresa minera, se genera la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo puede desarrollarse y validarse un modelo para medir la gobernanza del agua en la zona de influencia de un proyecto de minería de oro en San Roque (Antioquia), de manera que contribuya al mejoramiento de la gestión hídrica del territorio?

Para responder a la pregunta, se plantean los siguientes objetivos que esta investigación de maestría cumplirá.

1.1.Objetivos de investigación

El objetivo general de la investigación consiste en desarrollar un modelo que permita medir la gobernanza del agua en el área de influencia de un proyecto minero, con el fin de contribuir al mejoramiento de la gestión hídrica en dicho territorio.

Para ello, se busca cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el concepto de gobernanza del agua en la literatura científica disponible como base para la construcción del modelo aplicable al proyecto minero.
- Definir las variables que componen la gobernanza del agua para la construcción del modelo de medición en el área de influencia del proyecto minero.
- Validar empíricamente el modelo propuesto mediante un análisis factorial exploratorio de las percepciones de los actores del territorio.
- Interpretar los resultados obtenidos para derivar recomendaciones orientadas al mejoramiento de la gestión hídrica y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Establecer los impactos sociales y ambientales asociados a la gestión del agua mediante un análisis exploratorio con la metodología SROI, como insumo complementario para el modelo de gobernanza del agua.

El presente trabajo se organiza en siete secciones adicionales a su introducción. En la siguiente sección se presenta el marco teórico, que desarrolla los principales enfoques de la gobernanza del agua en contextos mineros, sus desafíos y las experiencias documentadas en la literatura, con énfasis en territorios rurales y proyectos de minería de oro. La sección 3 describe la metodología, incluyendo el diseño mixto secuencial que contempla los criterios de la revisión sistemática, el análisis temático y el procedimiento estadístico empleado para validar el modelo de gobernanza del agua. En esta sección se describe el territorio como caso de estudio. En la sección cuatro se exponen los resultados y su análisis, articulando el modelo conceptual propuesto, los factores identificados y las percepciones de los actores del territorio, así como la

contribución de estos a los ODS. La sección cinco discute el impacto potencial de la investigación en el desarrollo sostenible del territorio minero analizado, en la sección seis se presentan las principales recomendaciones que con los resultados obtenidos se le sugieren a la empresa minera para finalmente presentar en la última sección las conclusiones y se destacan las implicaciones para la gestión empresarial y futuras líneas de investigación.

2. Marco teórico para gobernanza del agua

En esta sección se sintetiza el estado del arte sobre la gobernanza del agua con el fin de sustentar el enfoque metodológico y la construcción del modelo propuesto. Se presentan a continuación la definición y la evolución, los enfoques conceptuales, los desafíos actuales y las aplicaciones relevantes en contextos mineros. Este marco proporciona los criterios analíticos para interpretar la evidencia y orientar el diseño del modelo en el territorio de estudio.

2.1. Enfoques conceptuales

La gobernanza del agua se entiende en este trabajo como los arreglos mediante los cuales se toman y legitiman decisiones sobre el agua —quién decide, con qué reglas, con qué información y con qué mecanismos de rendición de cuentas— más que como un asunto meramente técnico de oferta y demanda. Esta definición se alinea con las propuestas que conciben la gobernanza del agua como prácticas de coordinación y toma de decisiones entre actores con intereses y posiciones de poder diferenciadas alrededor de distribuciones hídricas disputadas (Sosa & Zwartveen, 2016) y con la noción de que el agua es, ante todo, un problema de gobernanza y no sólo de gestión física (Rogers & Hall, 2003).

Desde el enfoque promovido por la Global Water Partnership (GWP), una gobernanza efectiva del agua requiere marcos normativos claros, instituciones capaces y procesos participativos que articulen intereses públicos y privados. En esta visión, la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH/IWRM) funciona como andamiaje operativo: un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinado del agua, la tierra y otros recursos relacionados, maximizando el bienestar económico y social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (Rogers & Hall, 2003). La GWP enfatiza que la adopción de la GIRH exige transformar arreglos de gobernanza —políticas, leyes, instituciones y relaciones con la sociedad civil— y que la asignación y regulación del agua son intensamente políticas.

En este marco, la literatura vinculada a la GWP destaca dos estrategias claves: i) el fortalecimiento de capacidades, a través de redes como Cap-Net y sus nodos regionales (por ejemplo, WaterNet en África austral), orientadas a formar recursos humanos y redes de aprendizaje en GIRH; y ii) la creación de plataformas multi-actor en las que gobiernos, sector privado y sociedad civil deliberan sobre políticas y planes de gestión a escala nacional, regional y de cuenca (Abdel-Magid & Ahmed, 2002).

Un segundo enfoque es el de la gobernanza adaptativa de sistemas socio-ecológicos. Desde esta perspectiva, los resultados en términos de sostenibilidad hídrica dependen de la capacidad de los regímenes de gobernanza para aprender, coordinarse y

ajustarse a distintas escalas. (Pahl-Wostl, 2009) propone un marco conceptual que subraya: i) la necesidad de coordinar de manera vertical y horizontal diferentes niveles de gobierno y de gestión (desde usuarios locales hasta agencias nacionales); ii) la importancia de redes y *'shadow networks'* que experimentan y producen aprendizaje social; y iii) la relevancia del acoplamiento entre ciclos de política y ciclos de aprendizaje para evitar desajustes entre instituciones y dinámicas hidrológicas.

Un tercer conjunto de aportes proviene de los enfoques de pluralismo jurídico y ontológico del agua. Curran (2019) muestra cómo diversos pueblos indígenas repolitizan la toma de decisiones sobre el agua mediante estándares de consentimiento libre, previo e informado, la afirmación de sistemas normativos propios y la construcción de arreglos híbridos entre instituciones indígenas y estatales. Estos procesos de pluralismo legal no sólo buscan frenar proyectos hídrico-extractivos, sino también establecer estándares más exigentes de caudales ecológicos, calidad del agua y legitimidad social, reubicando el poder decisorio en instituciones indígenas de gobierno del agua.

Finalmente, la literatura crítica sobre territorios hidrosociales y gubernamentalidades neoliberales advierte que ciertas reformas pro-mercado —como la mercantilización del agua, la promoción de grandes infraestructuras hidráulicas orientadas a la exportación o la implementación de esquemas de propiedad privada y derechos transferibles— reconfiguran los territorios hidrosociales, desplazan arreglos comunitarios y redistribuyen el control del agua en favor de actores corporativos y estatales. Estas transformaciones generan nuevas disputas, profundizan asimetrías de poder y ponen de relieve la necesidad de contrapesos institucionales y sociales (Budds & Hinojosa, 2012; Vos & Boelens, 2018; Vos & Hinojosa, 2016).

Más allá de sus críticas, estos debates también identifican aprendizajes y prácticas innovadoras: redes de fortalecimiento de capacidades (Cap-Net/WaterNet), foros multi-actor de cuenca y arreglos co-gobernados entre pueblos indígenas y Estado que elevan estándares de transparencia, participación y control social sobre decisiones hídricas (Curran, 2019; Rogers & Hall, 2003). En síntesis, los enfoques revisados ponen el foco en dimensiones distintas pero complementarias de la gobernanza del agua: el diseño institucional y la capacidad estatal y social para implementar la GIRH (GWP; Rogers & Hall), la adaptabilidad y el aprendizaje multi-nivel en sistemas socio-ecológicos (Pahl-Wostl, 2009) y las disputas de poder en torno a derechos, territorios hidrosociales y pluralismo jurídico (Budds & Hinojosa, 2012; Curran, 2019; Vos & Boelens, 2018) En este trabajo se adopta una perspectiva que articula la gobernanza adaptativa con los aportes críticos sobre pluralismo jurídico e hidrosocial, poniendo el énfasis en cómo se distribuye el poder de decisión, qué capacidades existen para aprender y corregir el rumbo, y qué tan legítimos y equitativos son los arreglos de gobernanza del agua en contextos mineros.

2.2. Gobernanza del agua en minería

La minería introduce usos intensivos y riesgos a la calidad/disponibilidad del agua, por lo tanto, afecta la GIRH y asimismo tensiona la gobernanza del agua. Se han evidenciado casos de tensión en los Andes peruanos, cuestionando la efectividad de estrategias técnico-jurídicas de resolución planificada frente a disputas por agua entre

comunidades rurales y empresas mineras de gran escala, al no abordar asimetrías de poder, distribución y legitimidad de fondo (Budds & Hinojosa, 2012). En Sudáfrica se reportan brechas en la transparencia hídrica al presentarse diferencias significativas entre sectores cuando la información que reportan las mineras resulta menos robusta para evaluar impactos, metas y riesgos que la de empresas no mineras, limitando la rendición de cuentas (Latiff & Marimuthu, 2021). Finalmente, los enfoques críticos sobre territorios hidrosociales y gubernamentalidades neoliberales —antes mencionados— muestran que los marcos de eficiencia económica y mercantilización del agua reconfiguran la toma de decisiones y la distribución del recurso en regiones mineras. En los Andes peruanos, por ejemplo, la expansión de proyectos de minería metálica ha implicado la reestructuración y reescalamiento de la gobernanza del agua, desplazando arreglos comunitarios preexistentes y generando nuevas jerarquías entre comunidades, empresas y Estado (Sosa & Zwarteveen, 2016b). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de contar con controles públicos robustos, participación social efectiva y monitoreo independiente de los impactos hídricos en zonas mineras. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de contar con controles públicos robustos, participación social efectiva y monitoreo independiente de los impactos hídricos en zonas mineras.

Sin embargo, hay evidencia de algunos enfoques alternativos que documentan casos y propuestas con resultados positivos en el sector minero. Es el caso de Colombia con la ‘Minería Justa’ para la pequeña minería aurífera proponiendo el Plan de Gestión Minero Integral (PGMI) con estándares socioambientales, encadenamientos productivos (clústeres) y mecanismos de gobernanza territorial, buscando elevar desempeño, credibilidad y sostenibilidad del sector (Hortúa et al., 2022).

De manera convergente, distintas experiencias de co-gobernanza entre instituciones estatales y autoridades comunitarias o indígenas en proyectos extractivos e hidroenergéticos han puesto en marcha evaluaciones comunitarias, estándares propios de calidad y mecanismos híbridos de toma de decisiones sobre el agua, buscando aumentar la legitimidad de los proyectos y mejorar la calidad de las decisiones al transparentar criterios y elevar los umbrales de desempeño (Curran, 2019; Wilson, 2019).

Asimismo, el avance hacia reportes hídrico-ambientales más estandarizados y comparables, como los analizados por (Latiff & Marimuthu, 2021), contribuye a fortalecer la rendición de cuentas y a crear incentivos para que las empresas mineras adopten prácticas más alineadas con los principios de una gobernanza del agua transparente y participativa.

En conjunto, la evidencia revisada sugiere que la gobernanza del agua en contextos mineros se configura como un campo de tensiones entre modelos de desarrollo intensivos en recursos, marcos de eficiencia económica, arreglos comunitarios preexistentes y nuevas propuestas de regulación, certificación y co-gobernanza. Estas tensiones refuerzan la importancia de contar con modelos analíticos que permitan caracterizar y medir dimensiones clave de la gobernanza del agua —como la transparencia, la participación, la coordinación institucional y la legitimidad— en territorios donde la minería desempeña un papel central, como en el caso del proyecto minero de oro en San Roque, Antioquia.

2.3.Desafíos de la gobernanza del agua

Si bien la GIRH ha sido ampliamente adoptada, su implementación, en la práctica, ha enfrentado fragmentación institucional y escasa participación social, conllevando a decisiones desarticuladas entre sectores y escalas, implementación parcial de medidas, baja efectividad de control, oportunidades de captura por actores con mayor poder y conflictos socioambientales (Pahl-Wostl, 2009; Rogers & Hall, 2003).

Superar estos cuellos de botella exige: (i) coordinación multinivel real y arreglos policéntricos que articulen municipios, autoridades ambientales y usuarios (Pahl-Wostl, 2009); (ii) participación pública efectiva —con inclusión sustantiva de pueblos indígenas y comunidades locales— como criterio de diseño y no solo de trámite ((Abdel-Magid & Ahmed, 2002); Arsenault, 2021); (iii) capacidad institucional y redes de aprendizaje para sostener procesos informados; y (iv) transparencia y estandarización del reporte hídrico corporativo, imprescindible en territorios mineros (Latiff & Marimuthu, 2021).

Un reto adicional es reconocer y operacionalizar el pluralismo jurídico: procesos de consentimiento libre, previo e informado y estándares comunitarios están siendo usados para repolitizar decisiones y co-gobernar cuencas, elevando caudales ecológicos, calidad y legitimidad (Arsenault, 2021; Curran, 2019; Wilson, 2019). Llevar estos aprendizajes al terreno de la política pública implica institucionalizar espacios y reglas donde conocimientos locales/indígenas convivan con la ciencia y con los instrumentos regulatorios.

En síntesis, acorde con la literatura, la efectiva gobernanza del agua en contextos mineros combina: (a) principios de la GIRH (integración, cuencas, participación), (b) arreglos adaptativos y policéntricos que coordinan escalas, (c) co-gobernanza con comunidades locales e indígenas (incluyendo consentimiento y estándares propios) y (d) transparencia/estandarización corporativa y monitoreo social. Este mosaico de instrumentos y relaciones podrá reducir conflictos y mejorar la calidad de las decisiones sobre el agua.

En coherencia con lo anterior, la siguiente sección presenta el enfoque metodológico adoptado para operacionalizar el marco de gobernanza del agua en el territorio de estudio.

3. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto de tipo secuencial explicativo, propio de una investigación aplicada, y se operacionalizó mediante un estudio de caso en la zona de influencia del proyecto de minería de oro en San Roque (Antioquia). Este diseño metodológico se orientó a responder la pregunta central: ¿Cómo puede desarrollarse y validarse un modelo para medir la gobernanza del agua en la zona de influencia de un proyecto de minería de oro en San Roque (Antioquia), de manera que contribuya al mejoramiento de la gestión hídrica del territorio?

El diseño metodológico comprendió dos fases: Una Fase cualitativa para la construcción del modelo conceptual fundamentado en un análisis temático de la literatura. Seguido de una fase cuantitativa, realizando la validación empírica del modelo mediante

un análisis factorial exploratorio (AFE), aplicado a los datos obtenidos de una encuesta de percepciones suministrada por la empresa minera y dirigida a actores del área de influencia del proyecto.

3.1.Fase cualitativa

En primer lugar, se realizó una revisión sistemática de literatura, cuyo proceso de identificación, cribado y elegibilidad se reportó siguiendo los lineamientos PRISMA (Moher et al., 2021). Esta revisión implicó la lectura de títulos, resúmenes y palabras clave, a fin de aplicar los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Como resultado, se consolidó un corpus de 76 documentos relacionados con la gobernanza del agua.

Con el corpus final definido, se aplicó la metodología de análisis temático de Braun y Clarke (2006), iniciando con la fase de familiarización con los datos, que consistió en una lectura completa y detallada de los documentos seleccionados. A partir de este punto se desarrollaron las etapas subsecuentes: generación de códigos iniciales, búsqueda y revisión de temas, definición de categorías y elaboración de mapas temáticos. Este proceso permitió identificar patrones conceptuales recurrentes y, finalmente, derivar las dimensiones y variables que estructuran el modelo conceptual de gobernanza del agua.

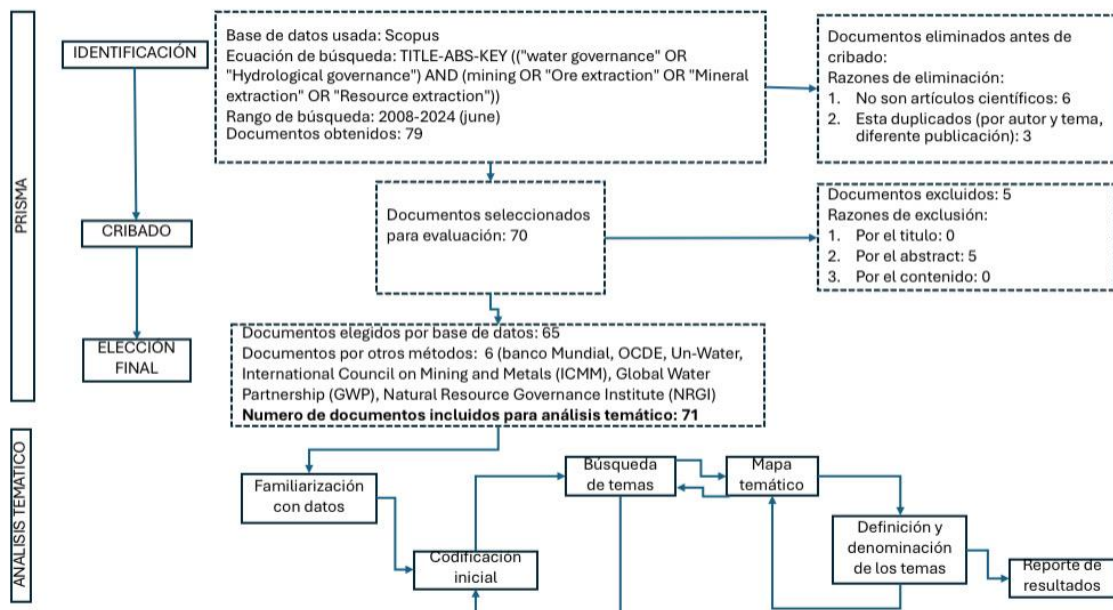


Figura 1. Diseño metodológico de la fase cualitativa.

Fuente: Elaboración propia

3.2.Fase cuantitativa

Los datos utilizados en esta investigación fueron suministrados de manera confidencial por la empresa minera responsable de aplicar un cuestionario previamente diseñado en el marco de un proyecto de I+D+i desarrollado entre varias universidades y la empresa minera, sin que las investigadoras autoras de este trabajo participaran en su diseño ni en su levantamiento.

El instrumento empleó una escala tipo Likert de cinco puntos y estuvo dirigido a diversos actores sociales y productivos del territorio. La distribución de la muestra reflejó una alta participación de residentes y trabajadores locales: aproximadamente dos terceras partes correspondieron a responsables del hogar y trabajadores vinculados a actividades productivas predominantes en la región. El resto de la muestra estuvo conformado por actores del sector comercial, agrícola, de la construcción, liderazgo comunitario y otros habitantes, cada uno representando porcentajes minoritarios dentro del total. Esta composición permitió contar con una visión amplia de las percepciones territoriales sobre la gestión del agua.

3.2.1. Análisis factorial exploratorio

El Análisis Factorial Exploratorio (AFE) se empleó como técnica estadística multivariada con el propósito de identificar las dimensiones subyacentes asociadas a la gobernanza del agua en el territorio. Esta técnica permite reducir un conjunto de variables observadas a factores conceptualmente coherentes que explican una proporción significativa de la variabilidad de los datos (Field, 2009).

Previamente a la extracción factorial se evaluó la adecuación de los datos mediante el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett, con el fin de verificar que las correlaciones entre las variables fueran apropiadas para el AFE. Una vez establecido lo anterior, se procedió a realizar la extracción de factores utilizando el método de ejes principales (*Principal Axis Factoring*), considerando los criterios combinados de valores propios mayores que 1 y la inspección del gráfico de sedimentación (*scree plot*) para determinar el número óptimo de factores.

Dado que se reconoce la posible correlación entre los componentes teóricos de la gobernanza del agua, se aplicó una rotación oblicua (Oblimin). Esta permitió obtener una estructura factorial interpretable, manteniendo la coherencia conceptual entre las variables. Las cargas factoriales iguales o superiores a 0.40 se consideraron significativas para la interpretación de cada factor.

Finalmente, se analizó la varianza explicada por la solución factorial y se interpretaron los factores resultantes en función de su correspondencia con el modelo teórico de gobernanza del agua, aportando evidencia empírica sobre la estructura del constructo en el territorio estudiado. Para la ejecución del AFE utilizó el software Jamovi.

3.3. Consideraciones éticas

La investigación utilizó herramientas de inteligencia artificial, específicamente ChatGPT, únicamente como apoyo para la redacción y organización del texto. Todas las decisiones conceptuales, analíticas y metodológicas fueron responsabilidad exclusiva de la autora.

Los datos empleados corresponden a un cuestionario aplicado en el marco del proyecto de I+D+i “Construcción colaborativa de escenarios de adaptación al cambio climático en territorios mineros”, desarrollado mediante un convenio entre una empresa minera y universidades de Medellín. La aplicación del instrumento fue realizada por el equipo del proyecto bajo protocolos de consentimiento informado, participación voluntaria y estrictas garantías de anonimato.

En este trabajo, la información fue usada de manera secundaria y exclusivamente con fines académicos, sin acceso a datos personales ni identificables. Las instituciones participantes autorizaron su uso en forma agregada y confidencial; por ello, los resultados se presentan sin valores absolutos ni detalles que puedan permitir la identificación de actores o procesos locales. Esta decisión responde a los compromisos de confidencialidad y al propósito de no interferir con futuras publicaciones científicas derivadas del proyecto.

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos fundamentales de la investigación social —autonomía, beneficencia, no maleficencia, justicia y protección de datos personales—, asegurando transparencia, integridad y respeto por las comunidades participantes.

3.3.1. Declaración de ausencia de conflicto de intereses

Las autoras declaran no mantener relaciones contractuales, económicas o de dependencia con la empresa minera ni con las instituciones del convenio que pudieran influir en el análisis o presentación de resultados. El acceso a la información fue exclusivamente académico y bajo acuerdos de confidencialidad. Ninguna entidad externa intervino en la interpretación de datos ni en las conclusiones.

3.4.Caso de estudio: Proyecto minero y su zona de influencia:

El caso de estudio corresponde a un proyecto de minería de oro a cielo abierto ubicado en el municipio de San Roque, departamento de Antioquia (Nordeste antioqueño), a aproximadamente 123 km de Medellín (ver Figura 2). El proyecto contempla el desarrollo de una operación minera con infraestructura para la extracción y procesamiento del mineral. Actualmente se encuentra en etapa post-factibilidad, con una inversión estimada cercana a los US\$740 millones, y se proyecta su avance hacia la fase de construcción y operación.

En materia de gestión del recurso hídrico, la empresa operadora aplica lineamientos corporativos que incluyen planes específicos de manejo del agua, elaboración de balances hídricos conforme al Water Accounting Framework (WAF) del ICMM, control de escorrentías, recirculación interna y monitoreo permanente de la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas.

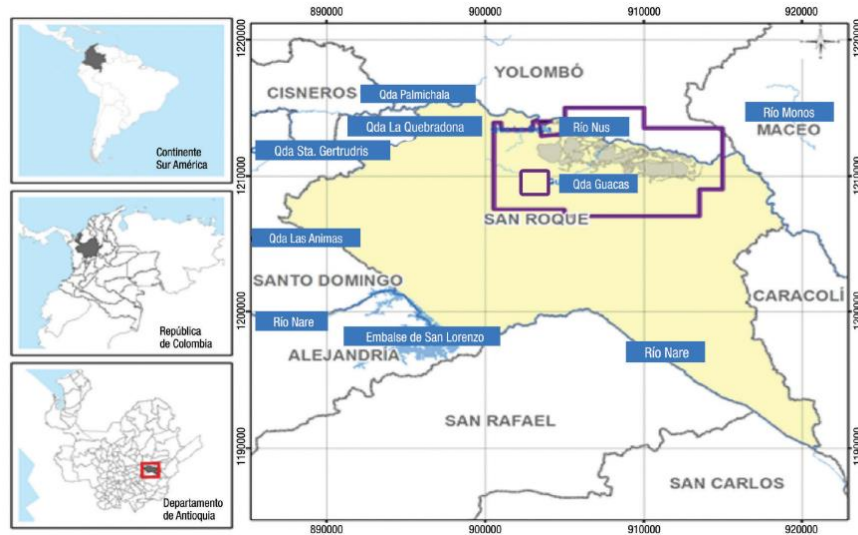


Figura 2. Localización político-administrativa del proyecto
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resumen Ejecutivo (2015)

3.4.1. El territorio: ubicación geográfica, localidades y microcuencas

El área de influencia del proyecto se encuentra principalmente en la cuenca del río Nus —afluente del río Magdalena— y, en menor proporción, en la subcuenca del río Nusito. Tanto el Área de Influencia Directa (AID), en sus componentes físico-biótico y social (Figura 3), como el Área de Influencia Indirecta (AII) (Figura 4), se encuentran definidas en el Estudio de Impacto Ambiental.

En la zona se reconocen diversas microcuencas usadas por la población rural y acueductos veredales—entre ellas Guacas, San Antonio, La Colorada, La Palestina, La Linda, El Topacio y El Banco—donde confluyen usos domésticos, agropecuarios e industriales (Estudio de Impacto Ambiental, 2015; Zapata Mesa, 2019).

Climáticamente, el área presenta régimen bimodal de lluvias, humedad relativa alta y temperaturas medias en torno a 23–24 °C; la precipitación aumenta con la altitud (por ejemplo, ~4.163 mm/año en partes altas de San Roque frente a ~2.197 mm/año en San José del Nus), lo que condiciona la generación de sedimentos y los riesgos de inundación en tramos bajos (Estudio de Impacto Ambiental, 2015).

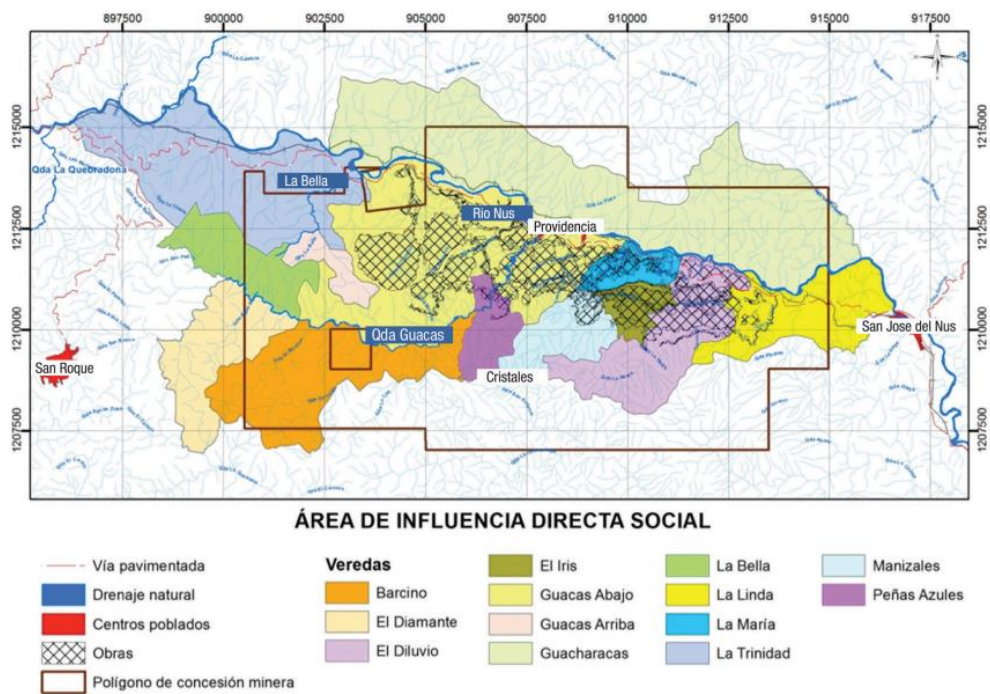


Figura 3. Área de Influencia Directa social
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental (2015)

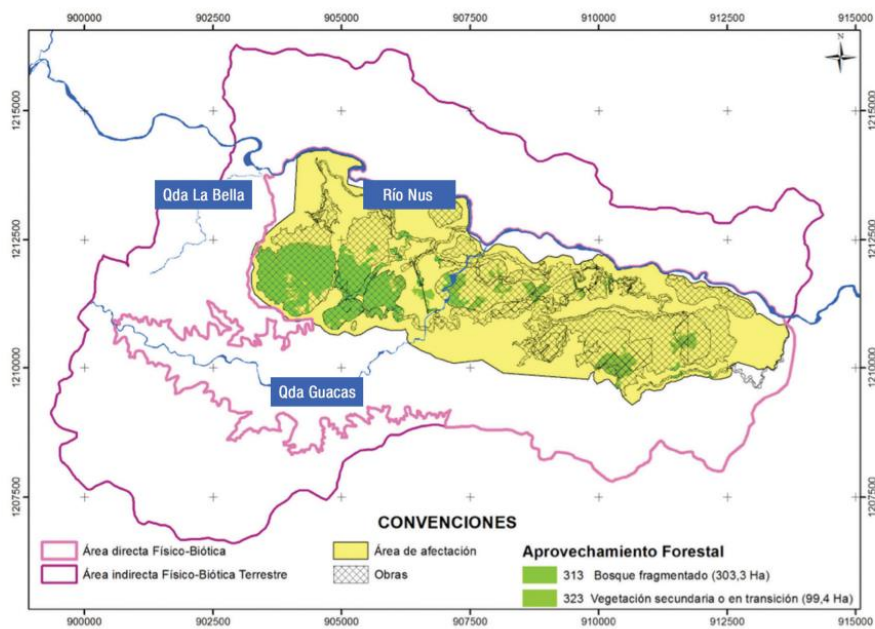


Figura 4. Área de Influencia Directa físico-biótica
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental, Resumen Ejecutivo (2015)

3.4.2. Población, actores y actividades económicas

La microcuenca del Nus y sus afluentes comprende un conjunto de veredas distribuidas en varios núcleos rurales, como se muestra en la Tabla 1 y cuya población total asciende a 6.710 habitantes, según registros institucionales (CORNARE, 2011; Villegas et al., 2024).

Tabla 1. Número de personas por tipo de fuente de agua

Microcuenca asociada	Localidad	Nº habitantes
Guacas	Cristales (corregimiento)	388
	Peñas Azules	127
	El Barcino	267
	El Diamante	229
Guacas-Nus	Guacas (abajo)	101
	Guacas arriba	116
	La Bella	74
	Balsal	—
La Colorada (San Antonio)	La María	396
Nus, San Antonio	Providencia	1326
	La Trinidad	285
Nus y Nus 2	Guachararacas	—
La Linda	San José	2422
Nus 2, La Colorada, La Linda	La Linda	—
Palestina	El Diluvio	560
	Manizales	138
	Villanueva	157
	El Iris	124
—	Total Población	6 710

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis documental de: (INGETEC S. A. & AngloGold Ashanti Colombia S. A., 2015; Zapata Mesa, 2019)

Estas comunidades dependen principalmente de fuentes de agua locales — quebradas y acueductos veredales— para el abastecimiento doméstico y productivo. El AID social comprende principalmente la vereda Providencia y sus vecindades, con proximidad a San José del Nus como centro de servicios (ver Figura 3). El abastecimiento de agua en la zona se ha basado históricamente en captaciones sin tratamiento en quebradas locales, lo que refleja vulnerabilidades propias de los sistemas comunitarios de acueducto (Zapata Mesa, 2019)

La economía del territorio es predominantemente agropecuaria, complementada por minería tradicional y actividades de bienes y servicios. En este contexto, el uso del agua es determinante para los principales sectores productivos descritos por Zapata Mesa (2019) y por el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (EIA, 2015):

Café: requiere volúmenes de agua para el beneficio y lavado del grano; su expansión puede aumentar la presión sobre las microcuencas.

Caña-panelera: usa agua para procesos de molienda, cocción y limpieza en trapiches; sin buenas prácticas, puede asociarse con deforestación y erosión.

Ganadería: la ubicación de potreros cerca de nacimientos incrementa la carga orgánica difusa y la erosión de riberas.

Piscicultura y huertas de pancoger: dependen de derivaciones estacionales o captaciones menores en quebradas rurales.

De manera complementaria, el proyecto ha promovido encadenamientos productivos y programas de formación para agricultores, cosecheros y trapiches — incluidos convenios con entidades técnicas como AGROSAVIA— que han contribuido a diversificar los ingresos locales y fortalecer la formalización productiva (Zapata Mesa, 2019).

3.5. Programas del proyecto minero

El proyecto minero desarrolla diversos programas sociales y ambientales orientados a fortalecer la sostenibilidad del territorio y el bienestar de las comunidades locales. Estas iniciativas promueven la participación ciudadana, la gestión responsable del agua, la conservación ambiental y el desarrollo económico regional.

En la Tabla 2 se presentan los principales programas implementados y sus propósitos, los cuales evidencian un compromiso explícito con la gobernanza del agua, la sostenibilidad y la construcción de relaciones colaborativas entre la actividad minera y las comunidades del área de influencia.

Tabla 2. Programas sociales del Proyecto Minero asociados directamente con el recurso hídrico

Programa / Iniciativa	Descripción	Propósito
Somos Comunidad	Promueve el desarrollo sostenible en la región del Nus, articulando organizaciones sociales, autoridades locales e instituciones para fortalecer el desarrollo regional y la participación ciudadana.	Impulsar el emprendimiento, generar empleo, apoyar proyectos productivos locales y promover el bienestar social y ambiental.
Programa de Turismo	Iniciativa que busca posicionar la región del Nus como destino turístico del departamento mediante la creación de un directorio que visibiliza hoteles, restaurantes y atractivos naturales y culturales.	Promover el turismo como motor de desarrollo económico, generando empleo y medios de vida sostenibles para la población local.
Reasentamiento	Programa que traslada a las familias ubicadas en el área de influencia directa del proyecto hacia zonas seguras con mejores condiciones de vivienda, servicios públicos y oportunidades económicas.	Garantizar una comunidad con infraestructura adecuada (vías, viviendas, acueducto, centro educativo, trapiche, salón comunal), manteniendo o mejorando la calidad de vida de las familias.
Sembradores de Vida	Plan de gestión de biodiversidad que incluye la siembra de 7.000 plántulas de 60 especies, protección de la ronda del río Nus y programas de educación ambiental, con la participación del grupo ecológico Sembradores de Vida.	Restaurar y conservar ecosistemas acuáticos, promover la protección de la biodiversidad y sensibilizar a la comunidad sobre el cuidado del agua y el medio ambiente.

Programa / Iniciativa	Descripción	Propósito
Granja	Proyecto agropecuario que produce 45 toneladas de alimento y 50.000 huevos mediante 24 sistemas productivos sostenibles implementados.	Garantizar la producción sostenible de alimentos promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico.
Banco de Germoplasma	Proyecto en convenio con AGROSAVIA y SIRAP que administra la reserva forestal protectora La Montaña y promueve bancos de germoplasma para el mejoramiento de semillas agrícolas.	Conservar la biodiversidad y fortalecer la producción agrícola sostenible en las comunidades rurales del área de influencia.
Bosques de agua	Programa que impulsa la gestión comunitaria del agua mediante la organización de acueductos veredales, formación técnica y fortalecimiento institucional en la Región del Nus.	Mejorar la capacidad organizativa y técnica de las comunidades para gestionar sosteniblemente el recurso hídrico y fortalecer la gobernanza local del agua.
Formalización Minera	Iniciativa que promueve la legalización y formalización de unidades productivas mineras (UPM), articulando el cumplimiento normativo con prácticas sostenibles y asociativas.	Fomentar la minería legal, segura y sostenible, protegiendo los recursos naturales —especialmente el agua—, generando empleo y promoviendo el desarrollo económico regional.

Fuente: Elaboración propia con base en información institucional y comunicaciones internas del proyecto

La labor socioambiental desarrollada en el área de influencia se caracteriza por un enfoque de desarrollo integral, orientado a fortalecer las capacidades locales y a promover oportunidades económicas sostenibles. Los programas impulsados por el proyecto fomentan espacios de diálogo, prácticas ambientales responsables y participación comunitaria, contribuyendo al fortalecimiento del tejido social y al desarrollo territorial sostenible.

4. Resultados y Análisis de hallazgos

A partir del análisis temático realizado, se estructuraron los resultados en dos fases, manteniendo coherencia con el enfoque metodológico. La Fase 1 presenta la construcción del modelo conceptual de gobernanza del agua, derivado estrictamente del análisis de la literatura. La Fase 2 expone los resultados asociados a la aplicación del modelo en el territorio de influencia, con base en las percepciones recogidas de los actores locales.

4.1.Fase 1. Modelo conceptual de gobernanza del agua

El análisis temático permitió establecer un modelo conceptual que explica la gobernanza del agua en contextos donde convergen actividades extractivas, comunidades rurales, instituciones locales y dinámicas ambientales sensibles. Desde la perspectiva de Budds & Hinojosa (2012) y Daniel et al. (2013), la gobernanza del agua es un fenómeno inherentemente multidimensional, en el que la gestión hídrica se entiende tanto como un proceso técnico como un sistema político, social y cultural, condicionado por relaciones de poder y por la interacción entre diversos actores.

De esta manera para el presente trabajo, se obtiene el modelo de la Figura 5 donde se entiende que la gobernanza del agua en territorios mineros es el conjunto multidimensional e interrelacionado de procesos, estructuras y normativas, (Budds & Hinojosa, 2012a; Daniel et al., 2013) tanto formales como informales, que regulan la gestión, distribución y protección de los recursos hídricos. Esta gobernanza integra dimensiones políticas, jurídicas, sociales, culturales, económicas y ambientales, (Budds & Hinojosa, 2012b; Perreault, 2014; Wilson, 2019) y se articula a través de la interacción de diversos actores (gobiernos, comunidades indígenas, sector privado, entre otros), conocimientos (científicos y tradicionales) (Curran, 2019; Perreault, 2014; Wilson, 2019) y escalas (espacial y temporal). Además, responde a dinámicas y presiones externas (como la minería, el cambio ambiental, el colonialismo y el neoliberalismo) (Budds & Hinojosa, 2012; Curran, 2019; Daniel et al., 2013) configurando relaciones de poder y discursos que pueden repolitizar o despolitizar el agua según el contexto (Budds & Hinojosa, 2012; Curran, 2019; Wilson, 2019).

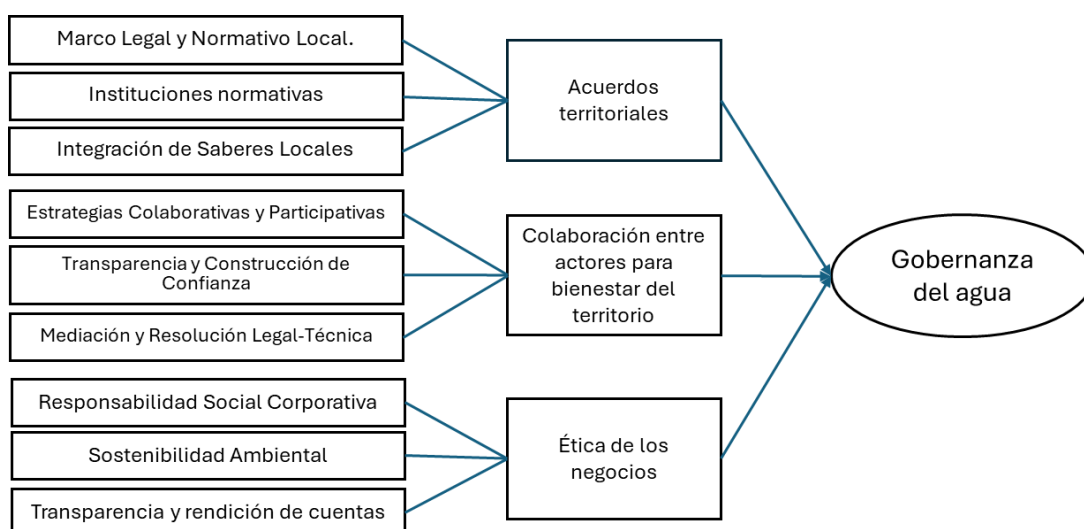


Figura 5. Modelo conceptual gobernanza del agua para el territorio minero

Así, el modelo se compone de tres elementos centrales —acuerdos territoriales, colaboración entre actores para el bienestar del territorio y ética de los negocios—, que interactúan de manera dinámica y generan relaciones complejas orientadas al objetivo común de asegurar una gestión sostenible e inclusiva del recurso hídrico. En coherencia con los postulados de Curran (2019) y Wilson (2019), el modelo reconoce que el agua es continuamente politizada y despolitizada, dependiendo del contexto y de las tensiones entre actores, discursos y agendas de desarrollo.

A continuación, se presentan las definiciones operativas de los tres elementos del modelo.

Acuerdos territoriales

Corresponden al conjunto de instrumentos y mecanismos, tanto formales como informales, mediante los cuales se negocian, reconocen y regulan los derechos,

responsabilidades y autoridad sobre el uso y la gestión de los recursos hídricos dentro de un territorio determinado (Wilson, 2019). Estos acuerdos establecen las reglas y delimitaciones que permiten coordinar la participación de diversos actores (incluyendo gobiernos, comunidades locales, actores indígenas y empresas) y armonizar intereses económicos, ambientales, sociales y culturales en torno a la gestión del agua (Vos & Rutgerd Boelens, 2018; Wilson, 2019).

Colaboración entre actores para bienestar del territorio

Conjunto de procesos, estrategias y mecanismos, legales, técnicos, participativos y colaborativos, que se implementan para abordar, mitigar y resolver disputas entre actores involucrados en el manejo y la distribución de los recursos hídricos (Daniel et al., 2013; Sosa & Zwartveen M., 2016; Yan et al., 2022). Reconociendo que los conflictos en la gobernanza del agua son inherentemente políticos, complejos y situados (Sosa & Zwartveen, 2016; Studart et al., 2021), por lo que las soluciones deben ir más allá de enfoques meramente técnicos, incorporando elementos de transparencia, construcción de confianza, mediación y la integración de perspectivas locales (incluyendo saberes y enfoques indígenas) (Daniel et al., 2013; Wilson, 2019; Yan et al., 2022).

Ética de los negocios

En el ámbito de la gobernanza del agua se entiende como el conjunto de principios, normas y prácticas responsables que orientan el comportamiento de las empresas y actores privados en relación con el uso, gestión y distribución de los recursos hídricos (Boelens et al., 2018). Además, esta dimensión ética trasciende el cumplimiento normativo, implicando una actuación proactiva en responsabilidad social corporativa, transparencia, rendición de cuentas y sostenibilidad ambiental (Marston, 2017; Sosa & Zwartveen, 2016).

El modelo de gobernanza del agua construido a partir del análisis temático confirma que la gestión hídrica en territorios mineros es un fenómeno multidimensional y relacional, más que técnico, en línea con lo planteado por Budds & Hinojosa (2012) y Daniel et al. (2013). Al articular mecanismos formales e informales, acuerdos territoriales, colaboración entre actores y ética de las organizaciones, el modelo integra en una sola estructura aportes que en la literatura suelen aparecer separados en enfoques normativos (GIRH, gobernanza adaptativa) y enfoques críticos (territorios hidrosociales, pluralismo jurídico) (Curran, 2019; Pahl-Wostl, 2009; Vos & Rutgerd Boelens, 2018).

La centralidad de los acuerdos territoriales y de la colaboración entre actores para el bienestar del territorio muestra que la calidad de la gobernanza del agua depende tanto de las reglas formales como de la capacidad de construir confianza, transparencia y mecanismos de resolución de conflictos que reconozcan las asimetrías de poder y los saberes locales (Daniel et al., 2013; Sosa & Zwartveen, 2016; Wilson, 2019). A su vez, la incorporación explícita de la ética de los negocios dialoga con los hallazgos sobre brechas en la transparencia hídrica corporativa en minería (Latiff & Marimuthu, 2021) y con propuestas como la “Minería Justa” y el PGMI, que reclaman estándares socioambientales más exigentes y responsabilidad social efectiva (Hortúa et al., 2022).

En conjunto, el modelo propone que una gobernanza del agua efectiva en contextos mineros debe combinar: i) acuerdos territoriales legítimos y claros, ii) procesos de

colaboración y mediación que vayan más allá de soluciones técnico-jurídicas, e iii) prácticas empresariales éticas, transparentes y orientadas al bienestar del territorio. Esta síntesis ofrece un marco operativo para caracterizar y medir la gobernanza del agua en el caso de estudio y orienta la posterior validación empírica del modelo mediante el análisis factorial exploratorio.

4.2.Fase 2: Análisis Factorial Exploratorio

Para evaluar la validez empírica del modelo teórico de gobernanza del agua, se aplicó el AFE, obteniendo una adecuación muestral buena con KMO global = 0,85, índices MSA por ítem entre 0,688 y 0,978. La prueba de esfericidad de Bartlett indicó que la matriz de correlaciones es factorizable ($\chi^2(91)=7.446$; $p<.001$). La solución de tres factores fue retenida e interpretable, explicando el 50,1 % de la varianza total (Factor 1 = 20,7 %; Factor 2 = 18,1 %; Factor 3 = 11,4 %). Las correlaciones interfactoriales fueron moderadas-altas (F1-F2 = 0,557; F1-F3 = 0,712; F2-F3 = 0,557), lo que justifica la rotación oblicua y sugiere la presencia de un constructo de orden superior de gobernanza del agua. La Tabla 3 muestra los resultados de las cargas factoriales resultantes y la configuración de los factores.

Tabla 3 Análisis Factorial Exploratorio Gobernanza del agua

Análisis Factorial Exploratorio				
Cargas de los Factores				
	1	2	3	Unicidad
GOB_1	0.513			0.5119
GOB_2			0.49	0.8156
GOB_3			0.554	0.7133
GOB_4			0.788	0.4256
GOB_5			0.516	0.6864
GOB_6				0.6063
GOB_7				0.7817
GOB_8				0.9056
GOB_9		1.105		0.033
GOB_10		1.112		0.0295
GOB_11	0.773			0.4192
GOB_12	0.989			0.2422
GOB_13	0.913			0.2366
GOB_14		0.473		0.5723

Fuente: Elaboración propia a partir del AFE desarrollado con el programa Jamovi.

- El factor 1 corresponde al componente de ética y compromiso organizacional: Cargaron con fuerza los ítems GOB_11 (0,773), GOB_12 (0,989) y GOB_13 (0,913). De forma empírica, GOB_1 (0,513) se asoció también a este factor.
- El factor 2 corresponde al componente de Colaboración, centrado en transparencia/Confianza: Presentó cargas muy altas en GOB_9 (1,105) y GOB_10 (1,112) y el ítem global GOB_14 (0,473), lo que aporta evidencia convergente entre acuerdos y la percepción sintética de gobernanza.
- El factor 3 corresponde al componente acuerdos territoriales: Cargaron GOB_2 (0,490), GOB_3 (0,554), GOB_4 (0,788), GOB_5 (0,516).
- Los ítems GOB_6, GOB_7 y GOB_8 no mostraron cargas $\geq 0,40$ en la solución final.

El AFE aporta evidencia robusta de validez composicional para el modelo de gobernanza del agua propuesto en el contexto del proyecto minero. La emergencia de tres factores correlacionados resulta consistente con la teoría de gobernanza en sistemas socio-ecológicos: (i) la ética y el compromiso organizacional como base de legitimidad y aceptación social; (ii) la transparencia y la confianza como condiciones para la colaboración efectiva; y (iii) los acuerdos territoriales—formales e informales—que operativizan la coordinación entre actores y se reflejan en la percepción global de “buena gobernanza” (GOB_14). El reasignamiento empírico de GOB_1 al factor de ética no contradice el marco conceptual; más bien lo refina, mostrando que la comunidad lee el plan de manejo ambiental menos como un “acuerdo” aislado y más como un compromiso ético verificable de la empresa.

La dimensión de colaboración emerge con un núcleo muy definido—transparencia/ confianza—mientras que los ítems orientados a “acciones institucionales” (GOB_6–GOB_8) no alcanzan cargas sustantivas. Esta asimetría sugiere que, para los encuestados, la colaboración se evalúa sobre mecanismos relacionales (cómo se decide y cumple) más que sobre intervenciones puntuales. En términos psicométricos, las cargas superiores a 1 en GOB_9–GOB_10, conjuntamente con comunalidades < 1 , indican alta redundancia semántica sin constituir casos *Heywood*; desde la perspectiva de mejora del instrumento, conviene diferenciar el foco de cada enunciado (p. ej., “calidad de la información y trazabilidad” vs. “confianza sustentada en cumplimiento de acuerdos”) o reducir uno de ellos para ganar parsimonia, por lo cual, como se menciona anteriormente se recomienda para futuras aplicaciones de la herramienta unir estas dos afirmaciones en una sola GOB_9 y GOB_10, para no caer en la redundancia.

El tercer factor confirma la centralidad de los acuerdos territoriales (Plan de ordenamiento y manejo de cuencas, programas comunitarios, formalización de reglas de uso y cuidado) como andamiaje institucional de la gobernanza; la carga de GOB_14 en este factor muestra que la percepción integral de buen gobierno del agua se ancla, en la práctica, en la existencia de arreglos visibles y co-construidos entre empresa, autoridades y comunidades. Así, la estructura obtenida no sólo valida el modelo, sino que identifica palancas de gestión: reforzar la coherencia ética (cumplimiento, prevención de impactos, rendición de cuentas), profundizar en transparencias decisionales que sostengan la confianza y consolidar acuerdos con dispositivos de seguimiento participativo.

Al interpretar los factores de gobernanza del agua identificados mediante el AFE, es importante tener en cuenta que las percepciones recogidas provienen de un territorio donde coexisten veredas con trayectorias hídricas diferentes y con grados diversos de vinculación al proyecto minero. Veredas con mayor número de encuestas y con una relación más directa con las obras y las infraestructuras de agua pueden tender a expresar percepciones más nítidas sobre los acuerdos territoriales y la ética de la empresa, mientras que veredas más periféricas o con menor cobertura institucional pueden poner más énfasis en la protección de nacimientos y en los arreglos comunitarios. Esto sugiere que los factores relacionados con “acuerdos territoriales” y “colaboración entre actores” se leen de forma distinta según la posición territorial de quienes responden.

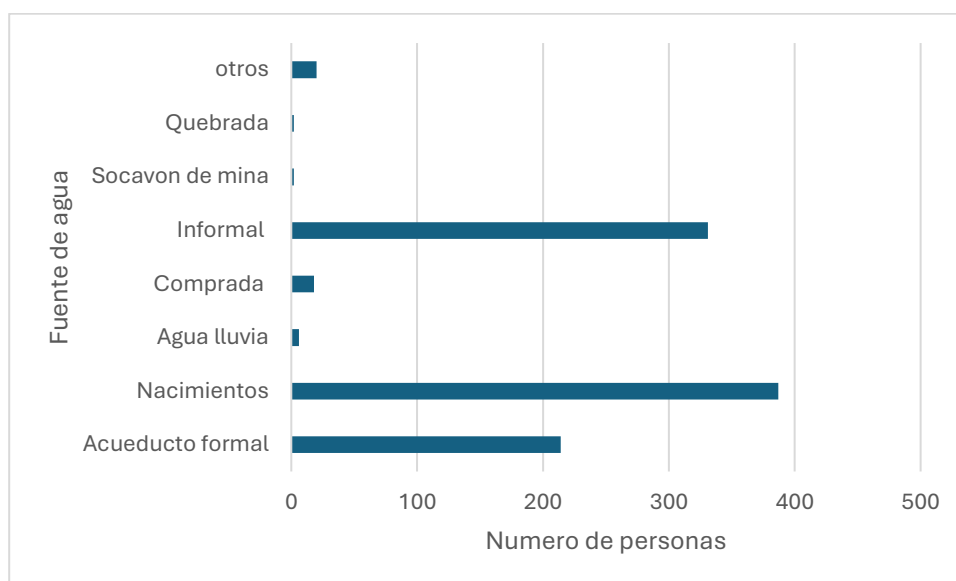


Figura 6. Relación de respuesta por tipo de fuente de agua.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada por el grupo de investigación del proyecto minero.

La información sobre acceso y fuente de agua también resulta clave para comprender los factores. Una parte importante de la población se abastece mediante acueductos o sistemas de distribución, pero otra fracción relevante depende directamente de nacimientos u otras fuentes locales (Figura 6). En este contexto, un factor que agrupe ítems sobre confianza en las instituciones, claridad de reglas y participación en decisiones sobre el agua no refleja solo la relación con la empresa o con el municipio, sino también la manera en que esos arreglos formales reconocen —o no— las formas comunitarias de organizar el acceso y el cuidado de las fuentes. Así, diferencias en las cargas o en las medias de los factores entre personas con y sin acueducto pueden interpretarse como indicios de brechas en la inclusión de estos actores en la gobernanza del agua.

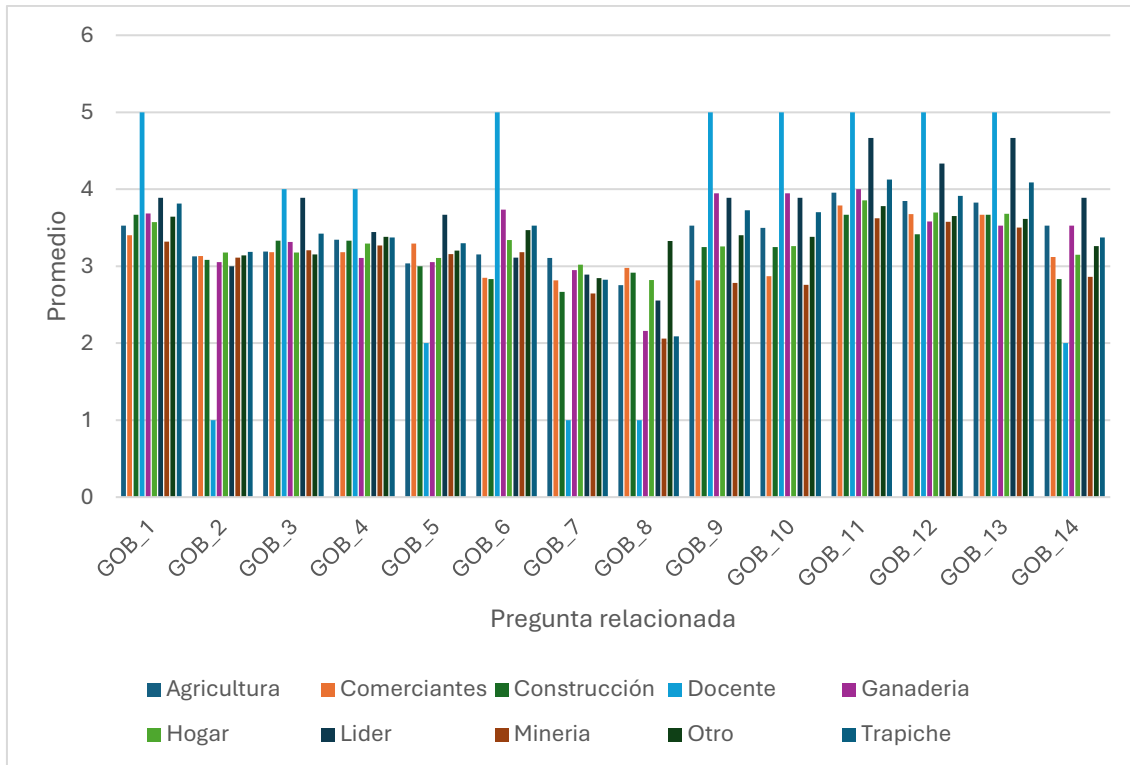


Figura 7. Media de respuesta por tipo de actividad.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada por el grupo de investigación del proyecto minero.

Finalmente, la diversidad de actividades principales (Figura 7) aporta matices a la lectura de los factores vinculados a la ética de los negocios y a la colaboración para el bienestar del territorio. Las personas dedicadas a actividades productivas intensivas en agua pueden valorar de forma distinta los compromisos empresariales y las formas de coordinación interinstitucional, frente a quienes se ocupan principalmente del cuidado del hogar y la salud. Por ello, los factores obtenidos no deben entenderse como “opiniones promedio neutras”, sino como síntesis de percepciones que se construyen desde roles y usos del agua diferenciados, lo cual refuerza la necesidad de complementar los resultados estadísticos con la lectura territorial y social del caso de estudio.

4.3. Contribución a los ODS

Los resultados obtenidos en este trabajo de grado contribuyen de forma directa a la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La Tabla 4 muestra como la investigación se alinea con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), destacando su aporte específico a las metas clave de los ODS 6, 13, 15, 16 y 17.

ODS	Meta	Contribución del proyecto / investigación
ODS 6: Agua limpia y saneamiento	6.5: Para 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza.	Se comprueba que las comunidades han logrado reorganizarse de manera que les ha permitido generar acuerdos comunitarios que promueven mecanismos de gobernanza participativa para la gestión del agua en su territorio.
	6.b: Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.	Se generó una aproximación de diagnóstico del estado de la gobernanza del agua que ayuda a comprender qué mecanismos de gobernanza son valorados; además, orienta a las organizaciones comunitarias sobre dónde enfocar acciones para mejorar y, de esa forma, se pretende generar empoderamiento social sobre el tema.
ODS 13: Acción por el clima	13.1: Fortalecer la resiliencia y capacidad de adaptación a riesgos climáticos y desastres naturales.	El diagnóstico muestra que los actores asociados al Trapiche/Panela obtienen la valoración más alta, lo que indica que la comunidad reconoce buenas prácticas de manejo del agua en la organización comunitaria, Por otro lado, la valoración más baja para el sector minero revela desconfianza y percepción de riesgo. Esta información es clave para diseñar estrategias de resiliencia y mitigación de riesgos climáticos.
	13.3: Mejorar la educación, sensibilización y capacidad sobre mitigación, adaptación y alerta temprana.	Mediante los resultados diagnósticos del territorio se accede a construir narrativas sobre cómo la comunidad gestiona su relación con el agua y se propone una mejora que promueva prácticas productivas más sostenibles.
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres	15.1: Asegurar la conservación, restauración y uso sostenible de ecosistemas terrestres y de agua dulce.	El proyecto aporta información clave para comprender cómo la comunidad valora la vegetación y los ecosistemas en el territorio. Al evidenciar que iniciativas propuestas por el proyecto minero como (Más bosques) no están siendo percibidas favorablemente, el proyecto permite identificar brechas entre las intervenciones ambientales y el reconocimiento social de las mismas, esta información favorece el diseño de estrategias más efectivas
	15.9: Integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación nacional y local.	El proyecto permite identificar el bajo nivel de aceptación y validación de las autoridades ambientales en los procesos de planificación, así como la limitada comprensión comunitaria sobre los valores de los ecosistemas. Aunque los actores reconocen que los ecosistemas son importantes para garantizar el agua, no existe un aporte significativo que refleje una integración más profunda de estos valores en la toma de decisiones locales.
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	16.7: Garantizar decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a la población.	Metodología que promueve procesos multiactor, fortaleciendo la legitimidad de decisiones territoriales sobre el agua y reduciendo conflictos socioambientales.
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	17.14: Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible.	Impulsa la articulación entre comunidades, autoridades y empresa privada en torno a la sostenibilidad hídrica.
	17.17: Fomentar alianzas eficaces en esferas pública, público-privada y sociedad civil.	Promueve alianzas estratégicas entre actores del sistema socioecológico del área de influencia del proyecto.

Tabla 4 Contribución de los resultados de la investigación a los ODS

5. Impacto del trabajo al desarrollo sostenible

El análisis de Retorno Social de la Inversión (SROI) aplicado en este trabajo permite cuantificar el valor social, ambiental e institucional generado por las acciones de fortalecimiento de la sostenibilidad y la gobernanza del agua en el área de influencia del proyecto minero en estudio. Esta herramienta, recomendada por Social Value International (SVI) y adaptada a un enfoque prospectivo, permite estimar los beneficios potenciales que surgirían si el diagnóstico de la situación actual del proyecto puede generar una construcción o mejora de la gobernanza del agua, traduciendo el impacto social en valor económico y facilitando la toma de decisiones basada en evidencia.

El SROI se desarrolló siguiendo los principios establecidos por el *Grupo Civis (2012)* y las guías de SVI: involucrar a los actores clave, comprender los cambios, valorar lo que importa, no sobrestimar el impacto, ser transparente y verificar los resultados.¹

5.1. Mapa de impacto

Se identificaron cuatro grupos de interés principales y sus resultados esperados:

Grupo de interés	Resultado principal	Valor neto estimado (COP)
Comunidades locales	Empoderamiento comunitario para la gestión del agua	\$107.730.000
Sectores productivos locales	Reducción de conflictos por uso del recurso hídrico	\$102.600.000
Empresa minera	Fortalecimiento de licencia social y reputación	\$237.500.000
Cornare y Alcaldía de San Roque	Mejora en la planificación y gestión institucional del agua	\$252.000.000
Total, beneficios netos estimados		\$699.830.000

El costo total de inversión estimado para implementar las actividades asciende a \$180.000.000, lo que arroja una razón SROI de 3,89; es decir, por cada peso invertido, se generarían \$3,89 en valor social y ambiental.

Para asegurar la validez y realismo de los resultados, se aplicaron ajustes metodológicos estándar en los estudios SROI:

- Duración del beneficio: 3 a 5 años, según la naturaleza del resultado (p. ej., empoderamiento comunitario frente a fortalecimiento institucional).
- Peso muerto (deadweight): 20–30%, considerando cambios que podrían haberse producido sin la intervención.

¹ El ejercicio de cálculo del SROI se construyó en la asignatura Metodología de la Investigación 2 de la Maestría de Sostenibilidad. Fue dirigido y revisado por el profesor Santiago Echeverri Hernández y hace parte de los requisitos de presentación del trabajo final. No se presentan los detalles de cálculo, pero si se requieren pueden contactarse con las autoras.

- Atribución: 30–50%, reconociendo la influencia de otros actores (Estado, ONGs, empresa privada).
- Desplazamiento: 0–10%, en función del riesgo de sustitución o traslado de efectos.
- Decrecimiento anual (drop-off): 5–10%, reflejando la pérdida progresiva del beneficio social a lo largo del tiempo.

Estos parámetros garantizan que el valor monetario calculado represente de forma conservadora y creíble el valor neto real creado por el proyecto, evitando sobrestimaciones

El SROI de 3,89 indica una alta eficiencia social de las acciones propuestas. La investigación demuestra que invertir en mecanismos de gobernanza del agua y sostenibilidad en territorios mineros no solo produce beneficios ambientales, sino también externalidades positivas en cohesión social, reputación corporativa y legitimidad institucional.

El fortalecimiento de capacidades comunitarias, la transparencia en la gestión y la participación multiactor generan retornos tangibles como reducción de conflictos socioambientales, mejora en la planificación pública y mayor confianza en las instituciones. Así, el modelo de gobernanza planteado contribuye a construir territorios más resilientes, adaptativos y sostenibles frente a las presiones mineras y climáticas.

Más allá de la cifra, el indicador revela el potencial transformador de la gobernanza colaborativa: una inversión estratégica no solo en infraestructura o programas, sino en confianza, legitimidad y resiliencia territorial.

6. Recomendaciones para la empresa minera y su territorio de influencia

A partir del modelo de gobernanza del agua y la caracterización territorial, se proponen las siguientes recomendaciones para el proyecto minero:

- **Fortalecer y formalizar los acuerdos territoriales sobre el agua:** Actualizar y consensuar acuerdos que definan derechos, responsabilidades y reglas de uso del agua entre empresa, comunidades, acueductos veredales e instituciones, incluyendo criterios de priorización, conservación de microcuencas y mecanismos de seguimiento.
- **Consolidar espacios de gobernanza colaborativa:** Impulsar espacios permanentes de diálogo y toma de decisiones (mesas de agua, comités locales) con reglas claras de representación, información accesible y participación efectiva de las veredas y de los acueductos comunitarios.
- **Reconocer y apoyar la gestión comunitaria del agua:** Fortalecer los sistemas comunitarios mediante apoyo técnico, cofinanciación de obras, capacitación y su incorporación formal en los acuerdos territoriales, reduciendo asimetrías y aumentando la legitimidad de la gobernanza.
- **Integrar el modelo de gobernanza en la planificación del proyecto:** Incorporar las dimensiones e indicadores del modelo en los sistemas de gestión, el relacionamiento comunitario y la inversión social, y utilizarlos como línea base para el monitoreo y la mejora continua.

- **Alinear la gestión del agua con metas del ODS 6 y ODS 13:** Traducir los resultados en metas verificables sobre agua segura, protección de nacimientos y adaptación climática, integrándolas en los planes de sostenibilidad y de desarrollo territorial.
- **Profundizar el análisis SROI enfocado en agua:** Ampliar el SROI para medir de forma precisa los beneficios sociales, económicos y ambientales de la gestión hídrica, con el fin de orientar mejor las inversiones en infraestructura, restauración y fortalecimiento institucional.

Estas acciones permitirán que el proyecto minero avance hacia una gobernanza del agua más equitativa, transparente y sostenible, construida en conjunto con las comunidades y las instituciones del territorio.

7. Conclusiones

Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo que permitiera medir la gobernanza del agua en el área de influencia de un proyecto minero, con el fin de contribuir al mejoramiento de la gestión hídrica en dicho territorio. La revisión de la literatura organizada en torno a los enfoques normativo-institucional, de pluralismo jurídico y de territorios hidrosociales mostró que la gobernanza del agua no puede reducirse a un problema técnico de infraestructura o asignación, sino que se configura en la interacción entre Estado, empresas, comunidades y formas propias de gobierno del agua. De esta manera, se puede concluir que la gobernanza del agua en contextos mineros debe entenderse como un fenómeno multidimensional y político, en el que se entrecruzan marcos normativos formales, arreglos comunitarios con relaciones de poder, pero también de confianza y transparencia, y prácticas corporativas éticas. Esta síntesis conceptual permitió consolidar un modelo de gobernanza del agua con estos tres componentes, cumpliendo así el primer objetivo de la investigación.

El análisis factorial exploratorio proporcionó una validación preliminar del modelo. Los factores obtenidos se agruparon de manera coherente con las dimensiones propuestas, lo que constituye una primera evidencia de validez del instrumento y del modelo y demuestra que es posible establecer un modelo de medición estructurado de la gobernanza del agua a partir de las percepciones de la población local. Aunque se trata de una validación inicial y localizada, los resultados permiten identificar qué componentes de la gobernanza se perciben más fuertes o frágiles en el territorio, y proporcionan una base cuantitativa para futuros ejercicios de seguimiento y mejora.

Por otra parte, la articulación entre el modelo de gobernanza, la caracterización del territorio y los resultados empíricos permitió identificar implicaciones concretas para la gestión hídrica y para los ODS. La coexistencia de sistemas formales de abastecimiento con una importante dependencia de nacimientos y arreglos comunitarios, las diferencias entre veredas y la diversidad de usos del agua muestran que la gobernanza hídrica en el territorio se juega simultáneamente en las instituciones públicas, en la empresa minera y en las organizaciones locales. En este sentido, el modelo aporta un marco operativo para orientar acciones que contribuyan al ODS 6, al visibilizar desafíos en el acceso, la calidad, la protección de fuentes y la participación, y al ODS 13, al subrayar la necesidad de

capacidades institucionales y comunitarias adaptativas frente a presiones ambientales y mineras.

Finalmente, el ejercicio exploratorio de Retorno Social de la Inversión (SROI) mostró que una fracción significativa de los impactos sociales y ambientales del proyecto está directa o indirectamente vinculada a la gestión del agua y a la calidad de los arreglos de gobernanza. Si bien el análisis realizado es aproximativo, su combinación con el modelo de gobernanza del agua permite conectar dimensiones institucionales y relacionales con la generación o destrucción de valor socioambiental, reforzando la idea de que fortalecer la gobernanza del agua no es solo un requisito normativo, sino también una condición para mejorar el balance de beneficios y costos sociales en el territorio. Este resultado subraya la utilidad del modelo como herramienta para el diálogo entre empresa, instituciones públicas y comunidades. En conjunto, la investigación muestra que la gobernanza del agua puede caracterizarse como un entramado de acuerdos territoriales, procesos de colaboración y prácticas éticas empresariales, y que, aplicado en la zona de influencia del proyecto minero de San Roque, ofrece insumos concretos para avanzar hacia una gestión hídrica más justa, transparente y sostenible.

Biografía de las autoras y directora de trabajo de grado

Directora de grado

Paula Marcela Hernández Díaz: Profesora titular, adscrita al área de organización, dirección y Estrategia de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT. Doctora en Administración con énfasis en Sostenibilidad Organizacional, Magíster Europea en Tecnologías y Administración Ambiental, Especialista en Mercadeo e Ingeniera de Procesos. Su trabajo investigativo se ha desarrollado en las áreas de la producción y el consumo sostenible, la sostenibilidad organizacional y la educación para el desarrollo sostenible.

Autoras

María José Suarez Ojeda es Ingeniera Ambiental de la Universidad de Antioquia, con experiencia en sostenibilidad.

Yuliana Palacios Suarez es Ingeniera Ambiental del Tecnológico de Antioquia, con experiencia en gestión ambiental.

Agradecimientos y reconocimientos

Agradecemos, en primer lugar, a nuestra directora de tesis por su acompañamiento cercano, sus aportes académicos y sus observaciones críticas, que fueron decisivas para orientar y fortalecer este trabajo. Extendemos también nuestro agradecimiento al equipo docente de la Maestría en Sostenibilidad por ofrecer el espacio de formación y reflexión que hizo posible esta investigación.

De manera especial, agradecemos a las comunidades y líderes del área de influencia del proyecto minero en San Roque, Antioquia, por su tiempo, confianza y disposición para participar en las encuestas y compartir sus percepciones sobre el agua y el territorio. Así

mismo, reconocemos el apoyo brindado por el equipo del proyecto de investigación “Construcción colaborativa de escenarios de adaptación al cambio climático en territorios mineros: el caso del proyecto minero Gramalote en Antioquia” suscrito entre Gramalote Colombia, Universidad de Medellín, universidad EAFIT y Universidad Pontificia Bolivariana

Finalmente, expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestras familias y personas cercanas, cuyo apoyo emocional y paciencia hicieron posible culminar este proceso.

Referencias bibliográficas

- Abdel-Magid, I. M., & Ahmed, S. E. (2002). *Integrated Water Resources Management and Global Water Partnership*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4444.4647>
- ACM. (2020, November 12). *Verdades sobre los aportes del sector minero a la economía del país - Asociación Colombiana de Minería*. . Asociación Colombiana de Minería-ACM. . <https://acmineria.com.co/blog/verdades-sobre-los-aportes-del-sector-minero-a-la-economia-del-pais/>
- Arsenault, R. (2021). Water insecurity in Ontario first nations: An exploratory study on past interventions and the need for indigenous water governance. *Water (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/w13050717>
- Bernal-Guzmán, L.-J. (2018). Minería de oro en el Nordeste antioqueño: una disputa territorial por el desarrollo. *Gestión y Ambiente*, 21(2Supl), 74–85. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.77865>
- Boelens, R., Perreault, T., & Vos, J. (2018). Water justice. In *Water Justice*. <https://doi.org/10.1017/9781316831847>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Budds, J., & Hinojosa, L. (2012). Restructuring and rescaling water governance in mining contexts: The co-production of waterscapes in Peru. *Water Alternatives*, 5(1), 119–137. Disponible en: <https://www.water-alternatives.org/index.php/all-abs/161-a5-1-8/file>
- Bustamante, N., Danoucaras, N., McIntyre, N., Díaz-Martínez, J. C., & Restrepo-Baena, O. J. (2016). Review of improving the water management for the informal gold mining in Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 2016(79), 174–184. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.n79a16>
- Castellanos, G. (2017). Las problemáticas socio-ambientales generadas por la explotación minera en los páramos de Colombia. Misión Jurídica. *Revista de derecho y ciencias sociales*, 13, 367-379. Disponible en: <https://revistas.universidadmayor.edu.co/index.php/mjuridica/article/view/625>

- Curran, D. (2019). Indigenous Processes of Consent: Repoliticizing Water Governance through Legal Pluralism. *Water*, 11(3), 571. <https://doi.org/10.3390/w11030571>
- Daniel, J. R., Pinel, S. L., & Brooks, J. (2013). Overcoming barriers to collaborative transboundary water governance. *Mountain Research and Development*, 33(3), 215–224. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00121.1>
- Datasur. (2024, April 18). *Exportaciones de Oro Colombiano: Las 5 Claves para Entender su Boom en 2024*. Disponible en: <https://www.datasur.com/exportaciones-de-oro-colombiano/>
- Espinosa Pujol, T. H. (2021). *Manejo del agua en la minería artesanal y de pequeña escala de oro en el municipio de Segovia Antioquia* (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80939>
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd ed.). SAGE Publications.
- GDIAM – Grupo de Diálogo sobre Minería en Colombia. (2019). *Propuestas para una visión compartida sobre la minería en Antioquia: Experiencia territorial capítulo Antioquia*. GDIAM; Universidad EAFIT; Cooperación Alemana – GIZ. Disponible en: <https://gdiam.org/wp-content/uploads/2023/11/PDF-DIGITAL-GDIAM-Antioquia.pdf>
- Güiza Suárez, L. (2011). Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Opinión jurídica*, 10(SPE), 123-140.
- Hortúa, O. A., Botero, L. H., & Lotero, L. (2022). Minería justa como alternativa al desarrollo sostenible para la pequeña minería aurífera en Colombia. *Revista Luna Azul*, 55, 127–148. <https://doi.org/10.17151/luaz.2022.55.9>
- INGETEC S. A., & AngloGold Ashanti Colombia S. A. (2015). *I-2250 – Estudio de impacto ambiental del Proyecto Minero Gramalote, Capítulo 2: Descripción del proyecto*.
- Latiff, N., & Marimuthu, F. (2021). Water-related sustainability reporting practices amongst South African mining and non-mining corporations. *Environmental Economics*, 12(1), 112.
- Lopez Sanchez, D. Y. (2022). *Costo ambiental por contaminación de las fuentes hídricas por explotación minera de oro en Colombia*. Retrieved October 5, 2025, from <https://ridum.umanizales.edu.co/server/api/core/bitstreams/76867e0d-1ee9-4d37-8c05-675aefdf3c21/content>
- Marston, A. J. (2016). Alloyed waterscapes: mining and water at the nexus of corporate social responsibility, resource nationalism, and small-scale mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 4(1). <https://doi.org/10.1002/WAT2.1175>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2021). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. 10. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- OECD. (2023). *Oro en el Comercio de Colombia | Observatorio de Complejidad Económica*. . <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/gold/reporter/col>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>
- Perreault, T. (2014). What kind of governance for what kind of equity? Towards a theorization of justice in water governance. *Water International*, 39(2), 233–245. <https://doi.org/10.1080/02508060.2014.886843>
- Rogers, P., & Hall, A. W. (2003). *Effective water governance* (Vol. 7). Stockholm: Global water partnership. Available in: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/07-effective-water-governance-2003-english.pdf>
- Sosa & Zwartveen M., M. (2016). Questioning the effectiveness of planned conflict resolution strategies in water disputes between rural communities and mining companies in Peru. *Water International*, 41(3), 483–500. <https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1141463>
- Studart, T. M. D. C., Campos, J. N. B., Souza Filho, F. A. D., Pinheiro, M. I. T., & Barros, L. S. (2021). Turbulent waters in Northeast Brazil: A typology of water governance-related conflicts. *Environmental Science and Policy*, 126, 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.014>
- Velásquez, T. A. (2022). Producing ethical water: Anti-mining activism and conflicts over municipal water provisioning in Cuenca, Ecuador. *Journal of Latin American and Caribbean Anthropology*, 27(4), 575–586. <https://doi.org/10.1111/jlca.12646>
- Vos, J., & Hinojosa, L. (2016). Virtual water trade and the contestation of hydrosocial territories. *Water International*, 41(1), 37–53. <https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1107682>
- Vos, J., & Rutgerd Boelens. (2018). Neoliberal water governmentalities, virtual water trade, and contestations. In R. Boelens, T. Perreault, J. Vos (Eds.), *Water Justice*. Cambridge: Cambridge University Press, 283–301. <https://doi.org/10.1017/9781316831847.019>
- Wang, Y., Gong, J., Yang, Z., & Zhu, Y. (2025). Social-ecological system research in a changing world: State of the art and future challenges. In *Journal of Cleaner*

Production (Vol. 489). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144725>

- Wilson, N. J. (2019). Seeing Water Like a State?: Indigenous water governance through Yukon First Nation Self-Government Agreements. *Geoforum*, *104*, 101–113. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.05.003>
- Yan, J., Li, R., & Ran, R. (2022). When Collaborative Water Governance Meets Authoritarian Environmentalism: The Dilemma of Safe Water Supply Project in Coal Mining Villages of China's Shanxi Province. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(3). <https://doi.org/10.3390/su14031277>
- Zapata Mesa, J. R. (2019). *Reasentamiento y minería: estudio de caso del proyecto Gramalote en el municipio de San Roque, Antioquia*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) Ecuador.

Apéndices

Apéndice A. Infográfico de resultados

Apéndice B. Documentos incluidos en el análisis temático