

**ANÁLISIS INTEGRAL DE LA SOSTENIBILIDAD CORPORATIVA DE LAS  
EMPRESAS TIPO CANTERAS EN EL VALLE DE ABURRÁ**

**Andrés David García Pérez**

**Trabajo de grado presentando para optar por el título de Profesional en Magister en  
Administración (MBA.)**

**Asesor o director**

**Eduardo Nicolas Cueto Fuentes**

**Universidad Santo Tomás - Medellín**

**Facultad de Negocios Internacionales**

**2025**

## Dedicatoria

A MIS PADRES, A MI HIJO Y A QUIENES CREYERON...

## Agradecimientos

Agradezco a los maestros de la Universidad Santo Thomas, a mis amigos familiares y cada una de las personas que hicieron parte de este proceso de aprendizaje, buscando escalar un peldaño más en la vida académica, a las empresas que abrieron sus puertas para lograr este proyecto investigativo, y todos aquellos que de una u otra manera estuvieron siempre atentos y prestos.

## Contenido

<u>INTRODUCCIÓN</u> .....	102
<u>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u> .....	144
<u>1.1 Planteamiento del problema desde la lógica de la Matriz de Vester. ¡Error! Marcador no definido.</u>	
<u>1.1.1 Lista de problemas</u> .....	¡Error! Marcador no definido.9
<u>1.1.2 Fichas técnicas</u> .....	2¡Error! Marcador no definido.
<u>1.1.3 Construcción de la matriz</u> .....	27
<u>1.1.4 Construcción del plano Cartesiano</u> .....	29
<u>1.1.5 Clasificación de los problemas</u> .....	29
<u>1.1.6 Árbol de problemas</u> .....	293
<u>2. OBJETIVOS</u> .....	37
<u>2.1 Objetivo general</u> .....	37
<u>2.2 Objetivos específicos</u> .....	37
<u>3. JUSTIFICACIÓN</u> .....	38
<u>4. MARCO TEÓRICO</u> .....	41
<u>4.1 Marco conceptual</u> .....	41
<u>4.2 Marco contextual</u> .....	44
<u>4.3 Marco legal</u> .....	48

4.4 Marco teórico .....	51
5. DISEÑO METODOLOGICO.....	54
5.1 Tipo y nivel de Investigación:.....	544
5.2 Definición y Operacionalización de variables o categorías.....	545
5.3 Población y muestra.....	577
5.4 Población accesible.....	¡Error! Marcador no definido.7
5.5 Tipo de diseño.....	¡Error! Marcador no definido.8
5.6 Desarrollo de la Hipótesis y supuestos .....	¡Error! Marcador no definido.
5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de la información .....	60
5.7 Plan de análisis de la información .....	¡Error! Marcador no definido.5
6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	66
7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	74
8. CONCLUSIONES .....	777
9. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS.....	85

### Lista de tablas

<u>Tabla 1. Problemas</u> .....	20
<u>Tabla 2. Problema 1</u> .....	22
<u>Tabla 3. Problema 2</u> .....	22
<u>Tabla 4. Problema 3</u> .....	23
<u>Tabla 5. Problema 4</u> .....	23
<u>Tabla 6. Problema 5</u> .....	24
<u>Tabla 7. Problema 6</u> .....	24
<u>Tabla 8. Problema 7</u> .....	25
<u>Tabla 9. Problema 8</u> .....	25
<u>Tabla 10. Problema 9</u> .....	26
<u>Tabla 11. Problema 10</u> .....	26
<u>Tabla 12. Matriz de Vester</u> .....	28
<u>Tabla 13. Clasificación de los problemas</u> .....	28
<u>Tabla 14. Definición y operacionalización de variables</u> .....	57
<u>Tabla 15. Comparación de hallazgos por categorías de análisis</u> .....	74

## Lista de figuras

<u>Figura 1. Plano Cartesiano</u> .....	31
<u>Figura 2. Árbol de problemas</u> .....	35
<u>Figura 3. Estado de licenciamiento de canteras</u> .....	67
<u>Figura 4. Principales barreras para el cumplimiento</u> .....	68
<u>Figura 5. Prácticas ambientales implementadas</u> .....	64

## RESUMEN

Este estudio analiza las condiciones de la sostenibilidad corporativa desde el cumplimiento ambiental de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá, con el propósito de identificar los factores que facilitan o limitan la adopción de medidas de mitigación y gestión sostenible. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo–transversal, utilizando entrevistas semiestructuradas, grupos focales con empresarios y revisión documental, lo que permitió comprender las percepciones, prácticas y tensiones que emergen en la interacción entre empresas, autoridades ambientales y comunidades.

Los resultados evidencian que el sector presenta una marcada heterogeneidad operativa y una limitada formalización, reflejada en que más de la mitad de las empresas no cuentan con licencia ambiental vigente. Asimismo, se identificaron barreras estructurales como los altos costos de cumplimiento, la complejidad normativa, la falta de acompañamiento institucional y las brechas tecnológicas. Aunque algunas empresas implementan prácticas ambientales como el control de polvo y la gestión de residuos, estas medidas suelen ser parciales y no conforman sistemas integrales de gestión ambiental.

El estudio también muestra que la presión comunitaria y la ubicación territorial influyen significativamente en la adopción de medidas de mitigación, mientras que la relación con las autoridades se caracteriza por una fiscalización percibida como punitiva y poco orientadora. Las conclusiones confirman que el desempeño ambiental del sector depende de la interacción entre capacidades internas, claridad normativa, gobernanza institucional y dinámica social. Finalmente, se presentan recomendaciones orientadas a fortalecer la articulación interinstitucional, promover

la modernización tecnológica y consolidar procesos de acompañamiento técnico que permitan avanzar hacia una gestión ambiental más sostenible y coherente con las necesidades del territorio.

**Palabras clave:** Gestión ambiental, Canteras, Cumplimiento normativo, Gobernanza ambiental, Sostenibilidad

## ABSTRACT

This study analyzes the environmental compliance conditions of quarry companies in the Aburrá Valley, aiming to identify the factors that facilitate or hinder the implementation of mitigation measures and sustainable management practices. The research followed a qualitative–cross-sectional approach, using semi-structured interviews, focus groups with entrepreneurs, and documentary analysis, which enabled an in-depth understanding of the perceptions, practices, and tensions that arise in the interaction between companies, environmental authorities, and local communities.

The results reveal significant operational heterogeneity and limited formalization within the sector, evidenced by the fact that more than half of the companies do not hold a valid environmental license. Structural barriers were identified, including high compliance costs, regulatory complexity, insufficient institutional support, and technological gaps. Although some companies adopt environmental practices such as dust control and waste management, these measures tend to be partial and do not constitute comprehensive environmental management systems.

The study also shows that community pressure and territorial conditions strongly influence the adoption of mitigation actions, while the relationship with authorities is often perceived as punitive rather than supportive. The conclusions confirm that environmental performance in the quarry sector depends on the interplay between internal capacities, regulatory clarity, institutional governance, and social dynamics. Finally, recommendations are presented to strengthen interinstitutional coordination, promote technological modernization, and consolidate technical assistance processes that enable progress toward more sustainable environmental management aligned with the needs of the territory.

**Keywords:** Environmental management, Quarries, Regulatory compliance, Environmental governance, Sustainability.

## INTRODUCCIÓN

La actividad minera de materiales de construcción, particularmente las canteras, desempeña un papel fundamental en el desarrollo económico y urbano del Valle de Aburrá. Sin embargo, su operación genera una serie de impactos ambientales y sociales que han incrementado la preocupación de las autoridades ambientales, las comunidades y los entes territoriales. En este contexto, el cumplimiento normativo y la adopción de prácticas ambientales sostenibles se han convertido en exigencias centrales para garantizar la sostenibilidad de un sector históricamente señalado por su informalidad, heterogeneidad operativa y limitada capacidad técnica. A pesar de la existencia de un robusto marco regulatorio, persisten brechas significativas entre lo que establece la normativa y la capacidad real de las empresas para ajustarse a ella, situación que evidencia la necesidad de estudios que profundicen en la comprensión de estas dinámicas.

Este trabajo de investigación tiene como propósito analizar las condiciones de cumplimiento ambiental de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá, identificando los factores que facilitan o dificultan la implementación de medidas de mitigación y gestión sostenible. A través de un diseño metodológico cualitativo–transversal, basado en entrevistas semiestructuradas, grupos focales y análisis documental, se busca comprender las percepciones, prácticas y tensiones que caracterizan la relación entre empresas, autoridades ambientales y comunidades. Dicho análisis permite evidenciar no solo los desafíos propios del sector, sino también las oportunidades para mejorar la gobernanza, fortalecer el acompañamiento institucional y promover la innovación tecnológica.

La relevancia de esta investigación radica en su aporte al entendimiento integral de los desafíos ambientales del sector cantera en una región densamente poblada y con altos niveles de presión social. Asimismo, contribuye a la formulación de recomendaciones orientadas a mejorar los procesos de licenciamiento, seguimiento y modernización operativa, en línea con los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. El estudio también permite reflexionar sobre la interacción entre factores económicos, normativos, institucionales y comunitarios que condicionan el desempeño ambiental del sector, ofreciendo una mirada multidimensional y contextualizada que aporta a la toma de decisiones públicas y privadas.

En conjunto, este trabajo constituye una aproximación rigurosa y actual a la situación ambiental del sector de canteras en el Valle de Aburrá, y busca servir como insumo para la construcción de políticas más efectivas, relaciones más cooperativas entre los actores involucrados y prácticas empresariales que contribuyan al equilibrio entre desarrollo económico y protección del entorno.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sostenibilidad corporativa en el sector minero —y particularmente en las explotaciones tipo cantera— ha sido objeto de creciente atención académica debido a los profundos impactos ambientales, económicos y sociales que generan estas actividades. Garay (2013) sostiene que en Colombia persisten tensiones estructurales entre el modelo extractivista y la protección de los territorios, lo que evidencia la necesidad de evaluar críticamente la gestión empresarial y la efectividad de las políticas públicas. Estas tensiones adquieren especial relevancia en el Valle de Aburrá, donde las canteras representan operaciones de alto impacto socioambiental insertas en un sistema urbano densamente poblado.

Diversos estudios han reportado que las canteras de esta región presentan bajos niveles de sostenibilidad. Ramírez Rojas (2009) documenta que la mayoría de estas explotaciones exhiben índices de sostenibilidad global entre el 10 % y el 30 %, lo cual revela un cumplimiento deficiente de prácticas esenciales relacionadas con la mitigación de impactos, el manejo adecuado de residuos, la transparencia empresarial y la responsabilidad social. Estas cifras evidencian, además, fallas persistentes en el control institucional y en la adopción de buenas prácticas de parte de las empresas extractivas.

La necesidad de metodologías capaces de analizar este tipo de problemáticas complejas ha sido ampliamente argumentada en la literatura. Frederick Vester (1999), a través de la matriz que lleva su nombre, propone un enfoque sistémico que permite identificar relaciones de causalidad, influencia y dependencia entre diversas problemáticas. Este tipo de análisis resulta especialmente pertinente para el sector extractivo, donde las fallas normativas,

operativas, técnicas y ambientales no actúan de forma aislada, sino que se interconectan generando un entramado complejo de causas y efectos.

En esta misma línea, Vargas (2002, 2004) enfatiza que la sostenibilidad minera depende de la existencia de políticas coherentes, mecanismos institucionales sólidos y una cultura empresarial basada en la responsabilidad socioambiental. Cuando estos elementos no están presentes, los impactos negativos se amplifican tanto en los ecosistemas como en las comunidades, generando deterioro ambiental, conflictos territoriales y pérdida de confianza pública. La experiencia de las canteras en el Valle de Aburrá refleja justamente estas debilidades estructurales.

A nivel regional, investigaciones realizadas por la Universidad Nacional han mostrado que las explotaciones mineras en zonas urbanas o periurbanas generan impactos acumulativos que afectan la calidad del aire, la estabilidad geomorfológica y la salud de las comunidades cercanas (Vargas, 2004). La alta demanda de materiales de construcción impulsada por el desarrollo urbano del Valle de Aburrá ha intensificado la presión sobre el recurso mineral, profundizando los riesgos y la necesidad de sistemas de monitoreo más rigurosos.

De igual manera, la limitada transparencia en la gestión empresarial agrava la problemática. La OCDE (2020) resalta que la divulgación de información socioambiental es un pilar fundamental de la rendición de cuentas en sectores de alto impacto. Sin embargo, muchas empresas tipo cantera no publican informes de sostenibilidad ni adoptan estándares

internacionales como GRI, lo que dificulta el seguimiento externo y la evaluación del desempeño sostenible del sector.

El componente institucional también juega un papel determinante. La Contraloría General de la República (2011) ha señalado que la proliferación de títulos mineros, la débil coordinación entre autoridades y la insuficiente capacidad de control han permitido la operación de organizaciones con baja observancia normativa. Esto, sumado a la incidencia política y a intereses particulares vinculados al sector, configura un entorno en el cual la gobernanza ambiental resulta insuficiente para garantizar prácticas sostenibles.

### **1.1 Planteamiento del problema desde la lógica de la Matriz de Vester**

En este contexto, el análisis integral de la sostenibilidad corporativa de las canteras del Valle de Aburrá requiere una perspectiva que reconozca la interdependencia de los factores que conforman la problemática. La Matriz de Vester se constituye como una herramienta metodológica adecuada para este propósito, pues permite identificar las causas estructurales, el problema central y los efectos asociados, facilitando la comprensión sistémica del fenómeno. Esta introducción fundamenta así la necesidad de un análisis profundo y articulado que contribuya a la formulación de estrategias orientadas a la gestión sostenible y responsable del sector extractivo.

Complementa el la estructura del planteamiento del problema, es necesario tener en cuenta la comprensión de problemáticas complejas dentro de los sistemas organizacionales y

socioambientales exige metodologías capaces de revelar la estructura profunda de causas y efectos que configuran un fenómeno. En este sentido, la Matriz de Vester, desarrollada por Frederick Vester (1999), se ha consolidado como una herramienta fundamental para analizar sistemas caracterizados por múltiples variables interdependientes. Su enfoque permite evaluar la influencia y la dependencia de cada factor, facilitando la identificación de aquellos elementos que actúan como causas estructurales y aquellos que representan consecuencias derivadas. La fortaleza de esta metodología reside en su capacidad para visualizar el comportamiento sistémico de los problemas, evitando interpretaciones fragmentadas y proporcionando una perspectiva integral indispensable para abordar escenarios de alta complejidad, como los relacionados con la sostenibilidad corporativa en el sector minero.

Aplicada al estudio de la sostenibilidad en las canteras del Valle de Aburrá, la Matriz de Vester permite identificar las interrelaciones entre factores institucionales, operativos, ambientales y sociales que inciden en el desempeño sostenible del sector. Tal como lo señala Vester (1999), la adopción de un enfoque sistémico es esencial para comprender que los problemas no surgen de manera aislada, sino como resultado de interacciones dinámicas entre múltiples variables. A través de la matriz, es posible determinar los problemas críticos — aquellos con alta influencia sobre el sistema— y los problemas resultantes —aquellos que dependen de la acción de otros factores—, lo que facilita la formulación de estrategias más precisas y orientadas a modificar las causas profundas. De esta manera, la Matriz de Vester se convierte en un instrumento metodológico clave para fundamentar el planteamiento del problema y guiar la toma de decisiones en contextos donde confluyen riesgos ambientales, fallas institucionales y dinámicas empresariales complejas.

Luego de diversas sesiones de trabajo con el grupo focal conformado por profesionales de distintas disciplinas con trayectoria en áreas relacionadas con la operación de canteras, su gestión socioambiental y su impacto en el área metropolitana se desarrolló un proceso sistemático de reflexión orientado a identificar una problemática estratégica susceptible de investigación. La interacción interdisciplinaria permitió contrastar distintos enfoques técnicos, normativos y organizacionales, generando una comprensión más amplia sobre las particularidades del funcionamiento de las canteras y las responsabilidades sociales, económicas y ambientales que estas deben asumir en el Valle de Aburrá.

Como resultado de este proceso, y tras una revisión temática exhaustiva, se definió como núcleo central de la investigación el Análisis Integral de la Sostenibilidad Corporativa de las Empresas Tipo Cantera en el Valle de Aburrá. Este tema surge de la necesidad de evaluar el desempeño sostenible del sector extractivo desde una perspectiva holística, considerando la articulación entre factores institucionales, operativos, ambientales y sociales que configuran su dinámica. Así, la definición del tema se consolida como un paso fundamental para orientar el uso de herramientas metodológicas como la Matriz de Vester, facilitando la identificación de las relaciones causales que estructuran el problema central y habilitando la formulación de estrategias de mejora para la gobernanza ambiental y la gestión responsable del sector.

### 1.1.1 Lista de problemas

A partir del ejercicio de lluvia de ideas realizado con el grupo focal, compuesto por profesionales con conocimientos técnicos, normativos y operativos relacionados con las canteras del Valle de Aburrá, se identificó un conjunto amplio de problemáticas que afectan el desempeño sostenible del sector. Entre los aspectos más relevantes se evidenció un desconocimiento generalizado de la normativa ambiental y minera por parte de algunas organizaciones, acompañado de una baja responsabilidad ambiental en la gestión de sus operaciones. Asimismo, se constató la ausencia o limitada presentación de informes de sostenibilidad, lo cual dificulta los procesos de transparencia, seguimiento y control del desempeño socioambiental de estas empresas.

De igual manera, el grupo focal identificó falencias significativas en el ámbito institucional, reflejadas en la insuficiente regulación y supervisión por parte de las autoridades gubernamentales, así como en un bajo índice de licenciamiento para ciertas operaciones. También se observó una débil aplicabilidad de la normativa vigente, especialmente en materia de gestión de residuos, lo que agrava los riesgos ambientales. A estas problemáticas se suma la alta incidencia política en la toma de decisiones del sector y la complejidad en el manejo de la información, factores que contribuyen a la falta de claridad y control sobre las actividades extractivas.

En términos ambientales y sociales, se identificaron altos niveles de contaminación en las zonas aledañas a las explotaciones, junto con deficiencias en la responsabilidad social

corporativa, afectando la relación entre las empresas y las comunidades del entorno. Además, se mencionaron desafíos relacionados con las tecnologías y métodos de extracción, que en muchos casos no se encuentran actualizados ni alineados con estándares de sostenibilidad. Las condiciones económicas del sector también fueron señaladas como un factor crítico que influye en la toma de decisiones operativas.

Finalmente, el grupo focal destacó problemáticas adicionales vinculadas a la presencia de grupos al margen de la ley asociados a actividades extractivas, así como la existencia de estados financieros alterados en algunas organizaciones, lo cual afecta la confiabilidad de la información y puede estar relacionado con prácticas irregulares. En conjunto, este listado de problemas refleja la complejidad del sistema y la necesidad de emplear metodologías integrales, como la Matriz de Vester, para comprender las relaciones causales y priorizar los factores críticos que orientarán el planteamiento del problema central.

Después de haber obtenido esto, realizamos un filtro teniendo en cuenta que sobreviven aquellas problemáticas que fueron redundantes y se les asignan códigos alfanuméricos.

<b>CÓDIGO</b>	<b>PROBLEMA</b>
<b>P1</b>	<b>DESCONOCIMIENTO NORMATIVO DE ESTAS ORGANIZACIONES</b>
<b>P2</b>	<b>FALTA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL POR PARTE DE ESTAS ORGANIZACIONES</b>
<b>P3</b>	<b>FALTA O NULA PRESENTACIÓN DE INFORMES DE SOSTENIBILIDAD DE ESTAS EMPRESAS</b>
<b>P4</b>	<b>FALTA DE REGULACIÓN EXHAUSTIVA POR AUTORIDADES GUBERNAMENTALES</b>
<b>P5</b>	<b>BAJA COMPENSACIÓN POR LOS DAÑOS AMBIENTALES CAUSADOS.</b>
<b>P6</b>	<b>BAJO ÍNDICE DE LICENCIAS PARA LAS OPERACIONES DE ESTAS ORGANIZACIONES.</b>
<b>P7</b>	<b>BAJO ÍNDICE DE APLICABILIDAD DE LA NORMATIVA EXISTENTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESTAS ORGANIZACIONES</b>
<b>P8</b>	<b>ALTA INCIDENCIA POLÍTICA.</b>
<b>P9</b>	<b>COMPLEJIDAD EN MANEJO DE LA INFORMACIÓN</b>
<b>P10</b>	<b>ALTOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN ZONAS CERCANAS A LA EXPLOTACIÓN.</b>

*Tabla 1 fuente: Elaboración propia con base a información grupo focal*

### **1.1.2 Fichas Técnicas**

A continuación, se presentan las fichas técnicas correspondientes a cada uno de los problemas identificados en la fase diagnóstica, elaboradas con el propósito de caracterizar de manera sistemática las variables críticas que afectan la sostenibilidad corporativa de las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá. Estas fichas permiten precisar la naturaleza del problema, su descripción general, las posibles causas asociadas y su relevancia dentro del sistema analizado, constituyéndose en un insumo fundamental para la aplicación de la Matriz de Vester.

Cada ficha técnica incorpora, además, la identificación de la tendencia del problema — ya sea alcista, bajista o estacionaria— con el fin de determinar el comportamiento evolutivo de cada factor en el contexto actual. Esta clasificación facilita comprender si la problemática tiende a incrementarse, mantenerse o disminuir en el tiempo, permitiendo evaluar su criticidad y su potencial impacto en el desempeño sostenible del sector. En conjunto, estas fichas proporcionan un panorama detallado y organizado que orienta la posterior construcción de la matriz de interrelaciones y la identificación del problema central.

<b>DETALLE</b>	Como las organizaciones, en este caso como las empresas tipo canteras desconocen la normativa que las rige en cuanto a temas de remuneración económica, social y ambiental y por consiguiente no las cumplen a cabalidad.
<b>CÓDIGO</b>	P1
<b>PROBLEMA</b>	Desconocimiento normativo de estas organizaciones
<b>TENDENCIA</b>	Alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Según un Test de sostenibilidad realizado en 2008 la mayoría de las minas y canteras del área metropolitana del Valle de Aburrá presentan un índice de sostenibilidad global (ISG) en el rango de 10-30 % lo que indica que incumplen la mayoría de acciones que hacen de la minería una actividad sostenible.
<b>FUENTE</b>	Ramírez Rojas, M. (2009). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá.

Tabla 2 Problema 1 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	El desinterés constante de las canteras en el Valle de Aburra por responder por los daños ambientales ocasionados al extraer materiales no renovables.
<b>CODIGO</b>	P2
<b>PROBLEMA</b>	Falta de responsabilidad ambiental por parte de estas organizaciones
<b>TENDENCIA</b>	Alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	“Lo otro es el deterioro ambiental que queda al terminar la explotación, como ocurre en Cañada Negra, límites de Medellín y Bello, donde fue cerrada hace varios años una explotación de materiales para la construcción, pero del talud aún se desprenden rocas y tierra que van a dar al lecho de la quebrada y hacia un vasto sector de viviendas habitadas por humildes familias”.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750">https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750</a>

Tabla 3 Problema 2 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Canteras que no presentan informes de sostenibilidad periódicamente, con el fin de dar a conocer sus avances y aportes al mejoramiento constante de sus grupos de interés.
<b>CODIGO</b>	P3
<b>PROBLEMA</b>	Falta o nula presentación de informes de sostenibilidad de estas empresas
<b>TENDENCIA</b>	Alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Sólo a través de la coordinación administrativa entre las Autoridades Ambientales, se puede superar de manera eficaz, efectiva y legítima esa dicotomía que existe entre desarrollo económico y social versus la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://territoriosostenibles.com/ciudades-y-metropolis/sinergias-ambientales-en-el-desarrollo-sostenible-del-valle-de-aburra/">https://territoriosostenibles.com/ciudades-y-metropolis/sinergias-ambientales-en-el-desarrollo-sostenible-del-valle-de-aburra/</a>

Tabla 4 Problema 3 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Poca aplicabilidad de las normas y contundencia en cuanto a sanciones de entidades del orden institucional para con estas empresas tipo cantera.
<b>CODIGO</b>	P4
<b>PROBLEMA</b>	Falta de regulación exhaustiva por autoridades gubernamentales
<b>TENDENCIA</b>	alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	La ausencia de medidas claras desde lo ambiental, social, cultural y económico, sumado a la gran proliferación de títulos mineros, de solicitudes en curso y la declaratoria de áreas estratégicas mineras en varias regiones del país, además de la ausencia de mecanismos de evaluación adecuados, están poniendo en riesgo la base natural del país
<b>FUENTE</b>	Ramírez Rojas, M. (2009). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá.

Tabla 5 Problema 4 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Las empresas tipo canteras no siempre compensan por los daños ocasionados al medio ambiente al extraer materias primas no renovables.
<b>CODIGO</b>	P5
<b>PROBLEMA</b>	Baja compensación por los daños ambientales causados.
<b>TENDENCIA</b>	Alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	En las explotaciones tipo cantera se realizan altos taludes o cortes que favorecen la erosión, formación de surcos y movimientos en masa, que finalmente se depositan en las quebradas, alterando el régimen de estas, también por los altos cortes son frecuentes los desprendimientos de roca debido al alto fracturamiento.
<b>FUENTE</b>	Ramírez Rojas, M. (2009). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá.

Tabla 6 Problema 5 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Organizaciones tipo canteras que operan sin todas las licencias exigidas por ley.
<b>CODIGO</b>	P6
<b>PROBLEMA</b>	Bajo índice de licencias para ls operaciones de estas organizaciones.
<b>TENDENCIA</b>	alcista
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Según Corantioquia, en el departamento hay 1.024 títulos mineros vigentes. De estos 159 tienen que ver con explotación de materiales de construcción, la mayoría de ellos en el Aburrá y el Magdalena Medio. Del total, 52 títulos tienen licencia ambiental o plan de manejo ambiental vigente; 21 están en evaluación de la licencia ambiental. De los 86 títulos mineros restantes, 20 fueron archivados y 66 son proyectos que no han iniciado trámite ni operación.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750">https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750</a>

Tabla 7 Problema 6 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Falta de responsabilidad de estas empresas en cuanto a la reutilización de residuos emitidos por sus operaciones o no gestión de estos para evitar daños en el medio ambiente.
<b>CODIGO</b>	P7
<b>PROBLEMA</b>	Bajo índice de aplicabilidad de la normativa existente de la gestión de residuos en estas organizaciones
<b>TENDENCIA</b>	Estacionaria
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Según Ana Cecilia Arbeláez, líder de Control y Vigilancia Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, dijo que con licencia solo hay 4 explotaciones mineras de material aluvial, pero están trabajando dos, en la llanura del río Medellín, en Girardota y Bello.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750">https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750</a>

Tabla 8 Problema 7 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Complicidad de empresarios y personas asociados a lo público para favores en entidades del sector público que regulan a este tipo de empresas canteras.
<b>CODIGO</b>	P8
<b>PROBLEMA</b>	Alta incidencia política.
<b>TENDENCIA</b>	ALCISTA
<b>DESCRIPCIÓN</b>	La actividad minera debe buscar la preservación de los equilibrios ambientales y la contribución más efectiva al bienestar social. Para ello se requiere un marco de ética social y voluntad política que lleve a los actores del sector minero a compartir valores y metodologías para un propósito común.
<b>FUENTE</b>	Ramírez Rojas, M. (2009). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá.

Tabla 9 Problema 8 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Dificultad al interior de estas empresas en el manejo de la información que permita saber si son responsables corporativamente.
<b>CODIGO</b>	P9
<b>PROBLEMA</b>	Complejidad en manejo de la información
<b>TENDENCIA</b>	Estacionaria.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Este tipo de organizaciones no se esmeran en la elaboración de los informes de extracción mensual, que permita reportar adecuadamente la información requerida para la proyección del Formato Básico Minero (FBM) anual.
<b>FUENTE</b>	chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7144/38872.pdf?sequence=3

Tabla 10 Problema 9 fuente: Elaboración propia

<b>DETALLE</b>	Contaminación por explotación de las organizaciones tipo canteras en el Valle de Aburrá.
<b>CODIGO</b>	P10
<b>PROBLEMA</b>	Altos niveles de contaminación en zonas cercanas a la explotación.
<b>TENDENCIA</b>	ALCISTA
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Geólogos de la U.N. seccional Medellín, afirmaron que el desarrollo de la ciudad necesita cada vez más materia prima para la construcción, y en el Aburrá hay potencialidades para obtenerlo, pero con la implementación de técnicas de ingeniería que garanticen una labor adecuada, con respeto por la naturaleza y las normas vigentes .
<b>FUENTE</b>	<a href="https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750">https://www.elcolombiano.com/antioquia/cantera-en-el-aburra-un-riesgo-para-vecinos-AA5266750</a>

Tabla 11 Problema 10 fuente: Elaboración propia

### 1.1.3 Construcción de la Matriz

Para avanzar en el análisis sistémico de las problemáticas identificadas, se procede a construir la matriz de interrelaciones, la cual presenta en sus filas y columnas los problemas previamente decantados durante el ejercicio con el grupo focal. Esta matriz constituye el eje metodológico central de la Matriz de Vester, ya que permite evaluar el nivel de influencia y dependencia existente entre los distintos factores del sistema. A través de este proceso, es posible determinar cuáles problemáticas actúan como causas estructurales y cuáles corresponden a efectos derivados, facilitando así la identificación del problema central y la formulación de estrategias de intervención.

La construcción de la matriz implica realizar un análisis detallado de las relaciones causales entre cada pareja de problemas (P1 y P2). Para ello, se aplica una rúbrica de valoración que cuantifica el nivel de relación de la siguiente manera:

- Cuando no existe relación entre P1 y P2, se asigna un valor de 0.
- Cuando la relación entre P1 y P2 es baja, se asigna un valor de 1.
- Cuando el nivel de relación es medio, se asigna un valor de 2.
- Cuando la relación es alta, se asigna un valor de 3.

Esta escala permite capturar la intensidad de la influencia entre variables, lo cual es fundamental para la identificación de patrones sistémicos. Una vez completada la matriz con los valores asignados, se calcula la suma de influencias ejercidas por cada problema y la suma de

dependencias que presenta, lo que permite clasificarlos de manera precisa en los cuadrantes de la Matriz de Vester: problemas activos, pasivos, indiferentes y críticos.

Adicionalmente, es necesario totalizar los valores de las filas para encontrar las influencias; y totalizar los valores de las columnas para encontrar el valor de las dependencias; donde  $Y = F(X)$ , creamos entonces X y Y en columna y fila.

CÓDIGO	PROBLEMA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	X INFLUENCIA
P1	DESCONOCIMIENTO NORMATIVO DE ESTAS ORGANIZACIONES	0	1	2	3	1	2	3	1	0	1	14
P2	FALTA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL POR PARTE DE ESTAS EMPRESAS	1	0	2	3	3	1	3	2	2	2	18
P3	FALTA O NULA PRESENTACIÓN DE INFORMES DE SOSTENIBILIDAD DE ESTAS EMPRESAS	2	2	0	2	1	-	1	2	3	3	16
P4	FALTA DE REGULACIÓN EXHAUSTIVA POR AUTORIDADES GUBERNAMENTALES	2	3	3	0	3	3	2	3	0	3	21
P5	BAJA COMPENSACIÓN POR LOS DAÑOS AMBIENTALES CAUSADOS.	2	3	2	2	0	2	2	2	2	2	18
P6	BAJO ÍNDICE DE LICENCIAS PARA LAS OPERACIONES DE ESTAS ORGANIZACIONES.	3	2	3	2	2	0	3	2	1	2	21
P7	BAJO ÍNDICE DE APLICABILIDAD DE LA NORMATIVA EXISTENTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESTAS ORGANIZACIONES	3	3	2	3	1	1	0	2	1	3	17
P8	ALTA INCIDENCIA POLÍTICA.	2	1	1	2	1	2	0	0	0	-	9
P9	COMPLEJIDAD EN MANEJO DE LA INFORMACIÓN	3	2	3	2	1	2	1	0	0	0	14
P10	ALTOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN ZONAS CERCANAS A LA EXPLOTACIÓN.	2	3	2	3	2	1	2	1	1	0	16
<b>Y DEPENDENCIAS</b>		17	18	18	23	14	14	18	15	10	16	

Tabla 12 Matriz de Vester Nota: Elaboración propia.

### ***1.1.4 Construcción del plano Cartesiano***

Posterior a la elaboración de la matriz de interrelaciones, se procede a la representación gráfica de los resultados mediante la construcción del plano cartesiano. Este mapa permite visualizar de manera clara y ordenada la ubicación de cada uno de los problemas en función de sus niveles de influencia y dependencia, lo que facilita su clasificación y posterior interpretación dentro del enfoque sistémico propuesto por la Matriz de Vester. La representación cartesiana se convierte, así, en un insumo fundamental para identificar patrones, tendencias y grupos de problemáticas con comportamientos similares.

Con base en los valores obtenidos, los problemas se agrupan en cuatro subcuadrantes, cada uno de los cuales refleja un rol específico dentro del sistema:

#### **Cuadrante 1 – Problemas Críticos:**

En este cuadrante se ubican los problemas que presentan valores altos tanto en influencia como en dependencia. Se consideran problemáticas críticas debido a que no solo afectan significativamente a otros factores del sistema, sino que también dependen en gran medida de ellos. Representan el núcleo del comportamiento sistémico y suelen constituir el punto de partida para la identificación del problema central.

#### **Cuadrante 2 – Problemas Pasivos:**

Estos problemas se caracterizan por poseer altos niveles de dependencia y bajos niveles de influencia. En términos sistémicos, corresponden a efectos generados por los problemas activos o críticos, ya que su comportamiento depende de la acción de otros factores. Aunque no son

determinantes en la generación del problema central, sí reflejan las consecuencias derivadas de las causas estructurales.

#### Cuadrante 3 – Problemas Indiferentes:

En este cuadrante se ubican los problemas con baja influencia y baja dependencia, es decir, aquellos que tienen un impacto limitado dentro del sistema y cuya relevancia para la investigación es menor. Aunque forman parte del conjunto de problemáticas identificadas, su contribución al comportamiento del sistema resulta poco significativa.

#### Cuadrante 4 – Problemas Activos:

Este grupo incluye los problemas con altos niveles de influencia y bajos niveles de dependencia. Se les denomina activos porque tienen una fuerte capacidad de afectar a otras variables, pero no dependen de ellas en gran medida. Su relevancia radica en que contribuyen directamente a la formación del problema crítico, actuando como causas estructurales dentro del sistema.

Figura 1: Plano cartesiano

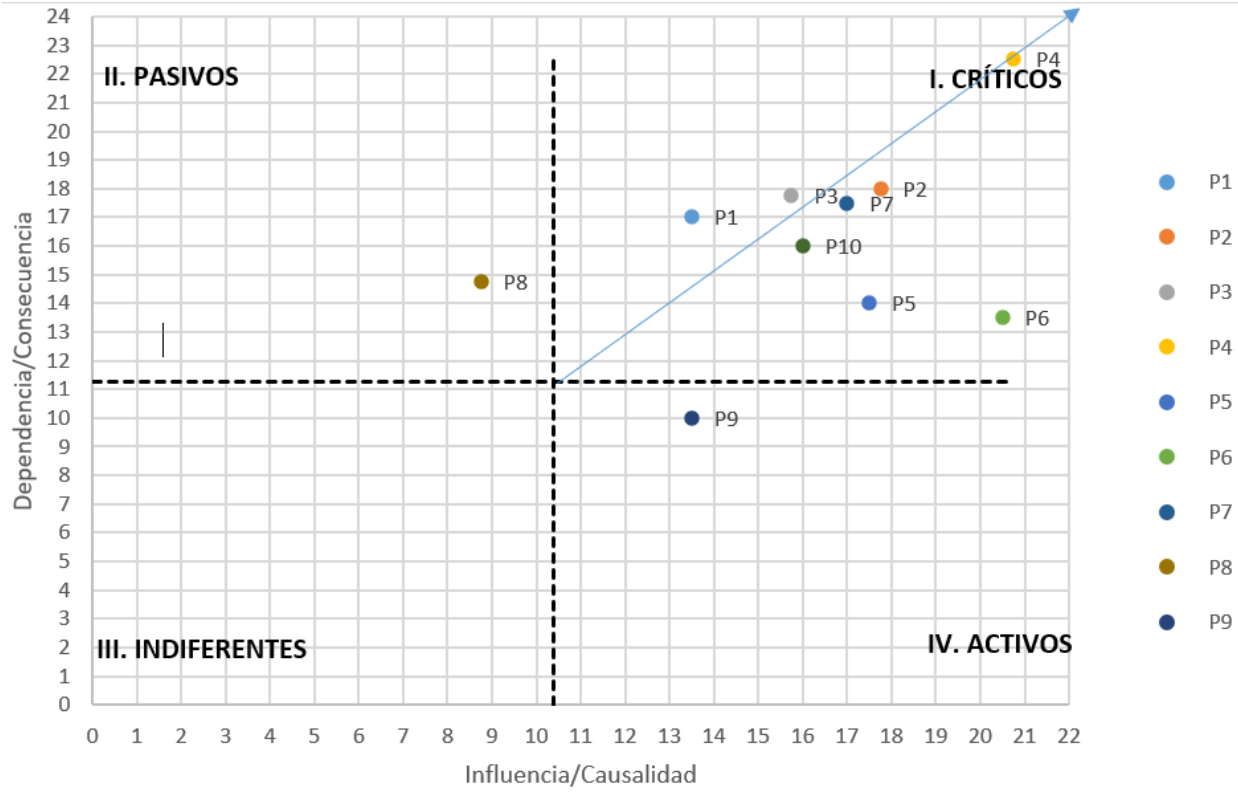


Figura 1: Plano Cartesiano Nota: Elaboración propia

### 1.1.5 Clasificación de problemas

En esta etapa se procede a clasificar los problemas representados en el plano cartesiano, siguiendo los criterios establecidos por la metodología de la Matriz de Vester. Esta clasificación permite determinar el rol sistémico de cada problemática dentro del conjunto analizado, diferenciando los factores causales de los efectos y estableciendo con precisión el problema central que orientará la construcción del árbol del problema. Para ello, se toman en consideración los niveles de influencia y dependencia obtenidos en el análisis previo.

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1704

En primer lugar, se identifica el problema más crítico o problema central, el cual corresponde al que se ubica en el cuadrante 1 y que, además, se encuentra más alejado del origen. Esto indica que presenta simultáneamente el mayor valor total de influencias y dependencias, convirtiéndose en la variable que explica con mayor fuerza la dinámica sistémica del conjunto de problemas. En segundo lugar, los problemas ubicados en el cuadrante 4 se clasifican como problemas activos, ya que presentan altos niveles de influencia y bajos niveles de dependencia, lo que los convierte en causas estructurales que afectan a otros factores. Por su parte, los problemas localizados en el cuadrante 2 se clasifican como problemas pasivos, caracterizándose por altos niveles de dependencia y bajos niveles de influencia; en consecuencia, se interpretan como efectos derivados de los problemas críticos o activos. Finalmente, los problemas que caen en el cuadrante 3, al no presentar relevancia significativa dentro del sistema debido a sus bajos niveles de influencia y dependencia, no se incluyen dentro de la clasificación principal.

Como se observa en el cuadro correspondiente, y a diferencia de la primera representación del plano cartesiano, el nuevo análisis permitió confirmar que el problema P4 constituye el elemento más crítico al encontrarse más alejado del origen. Además, otros problemas permanecieron dentro del cuadrante 1, reforzando su papel en la conformación del núcleo problemático. Los demás factores fueron correctamente reubicados en los cuadrantes 2 y 4, clasificándose como problemas pasivos y problemas activos respectivamente, de acuerdo con su comportamiento sistémico. Esta reorganización aporta claridad sobre la estructura del problema y facilita la identificación de las relaciones causales necesarias para la construcción del árbol del problema.

## Clasificación de problemas

CÓDIGO	PROBLEMA	PROBLEMA CENTRAL	PROBLEMAS ACTIVOS	PROBLEMAS PASIVOS
P1	DESCONOCIMIENTO NORMATIVO DE ESTAS ORGANIZACIONES			P1
P2	FALTA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL POR PARTE DE ESTAS ORGANIZACIONES		P2	
P3	FALTA O NULA PRESENTACIÓN DE INFORMES DE SOSTENIBILIDAD DE ESTAS EMPRESAS			P3
P4	FALTA DE REGULACIÓN EXHAUSTIVA POR AUTORIDADES GUBERNAMENTALES	P 4		
P5	BAJA COMPENSACIÓN POR LOS DAÑOS AMBIENTALES CAUSADOS.		P5	
P6	BAJO ÍNDICE DE LICENCIAS PARA LAS OPERACIONES DE ESTAS ORGANIZACIONES.		P6	
P7	BAJO ÍNDICE DE APLICABILIDAD DE LA NORMATIVA EXISTENTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESTAS ORGANIZACIONES		P7	
P8	ALTA INCIDENCIA POLÍTICA.			P8
P9	COMPLEJIDAD EN MANEJO DE LA INFORMACIÓN		P9	
P10	ALTOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN ZONAS CERCANAS A LA EXPLOTACIÓN.		P10	

Tabla 13: Clasificación de los problemas Nota: Elaboración propia.

### 1.1.6 Árbol de problemas

Una vez realizada la clasificación de los problemas mediante el análisis sistémico y la representación en el plano cartesiano, se procede a la construcción del árbol del problema. Este instrumento metodológico permite visualizar de manera estructurada las relaciones causales que dan origen a la problemática central, así como los efectos derivados de ella. El árbol del problema facilita la comprensión integral del fenómeno estudiado, al organizar los elementos en tres niveles que representan las causas, el problema central y sus consecuencias.

En primer lugar, las raíces del árbol del problema están conformadas por los problemas clasificados como causas o problemas activos, es decir, aquellos que presentan altos niveles de

influencia y bajos niveles de dependencia. Estas raíces representan los factores estructurales que originan o potencian el comportamiento del sistema, constituyéndose en los elementos que deben intervenir prioritariamente para modificar el estado actual de la problemática.

En segundo lugar, el tronco del árbol del problema está representado por el problema central o crítico, identificado como el problema con mayor nivel de influencia y dependencia dentro del análisis sistémico. Este elemento sintetiza la situación principal que afecta la sostenibilidad corporativa del sector y actúa como punto articulador entre las causas y los efectos, siendo el núcleo de la situación a transformar.

Finalmente, las ramas del árbol del problema corresponden a los problemas clasificados como pasivos o efectos, caracterizados por presentar altos niveles de dependencia y bajos niveles de influencia. Estas ramas representan las consecuencias directas e indirectas derivadas del problema central y reflejan cómo la problemática crítica se manifiesta en el entorno organizacional, ambiental y social. La identificación de estas dinámicas permite comprender las repercusiones del problema y orientar la formulación de estrategias de intervención más adecuadas.

### Árbol de problemas

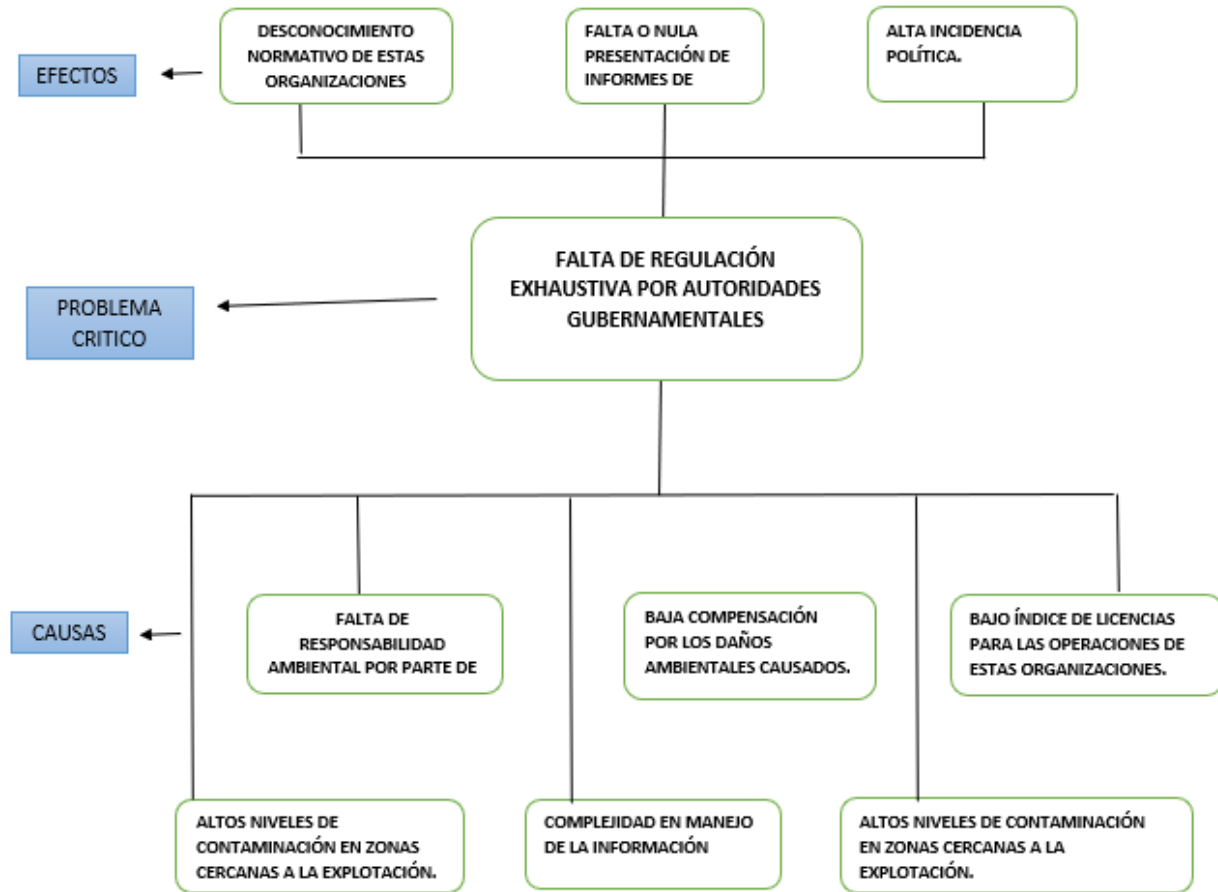


Figura 2 Árbol de problemas Nota: Elaboración propia.

A partir del árbol del problema elaborado para el análisis integral de la sostenibilidad corporativa de las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá, se evidencia que las principales causas estructurales del fenómeno están relacionadas con el desconocimiento normativo por parte de las organizaciones, la falta de regulación exhaustiva por parte de las autoridades gubernamentales, la baja compensación por los daños ambientales generados, el bajo índice de licenciamiento para el desarrollo de operaciones, la escasa aplicabilidad de la normativa vigente sobre gestión de residuos, la complejidad en el manejo y disponibilidad de la información y los

altos niveles de contaminación en las zonas aledañas a los frentes de explotación. Este conjunto de causas configura un escenario donde el sistema carece de mecanismos de control y seguimiento adecuados, lo cual favorece la persistencia de prácticas poco sostenibles dentro del sector.

De manera coherente con lo anterior, el problema central identificado corresponde a la falta de regulación exhaustiva por parte de las autoridades gubernamentales, hallazgo que coincide con lo expuesto por diversos expertos en materia minera y ambiental. En este sentido, Garay (2011) señala que la ausencia de medidas claras desde las dimensiones ambiental, social, cultural y económica, aunada a la proliferación de títulos mineros y solicitudes en curso, así como la declaratoria de áreas estratégicas, ha puesto en riesgo la base natural del país y ha generado serias afectaciones a las comunidades asentadas en los territorios mineros. Esta afirmación evidencia que, a pesar de la existencia de un amplio marco normativo aplicable a las canteras, persisten vacíos significativos en cuanto a su implementación, vigilancia y articulación institucional.

Asimismo, el problema central desencadena una serie de efectos que se manifiestan en el persistente desconocimiento normativo de las organizaciones, la falta o nula presentación de informes de sostenibilidad y la alta incidencia política en las decisiones relacionadas con el sector extractivo. Estos efectos reflejan la debilidad del sistema de gobernanza y la necesidad urgente de fortalecer las capacidades institucionales, la transparencia en la gestión y la cultura de responsabilidad socioambiental dentro de este tipo de empresas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la pregunta problema u orientadora que es:

¿Cómo influyen las fallas en la regulación gubernamental, el desconocimiento normativo y las deficiencias en la gestión ambiental y administrativa de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá en la sostenibilidad corporativa del sector, y de qué manera estas interrelaciones explican la persistencia de prácticas extractivas poco sostenibles en la región?

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Analizar De Forma Integral La Sostenibilidad Corporativa De Las Empresas Tipo Canteras En El Valle De Aburrá.

### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores estructurales que actúan como causas principales en el desempeño sostenible de las empresas tipo cantera.
- Evaluar los efectos sociales, ambientales y económicos derivados de la falta de sostenibilidad corporativa en estas organizaciones.
- Clasificar los problemas mediante un enfoque sistémico (Matriz de Vester) para estructura del problema central y sus relaciones causales.

- Formular recomendaciones orientadas al fortalecimiento la gobernanza, el cumplimiento normativo y la gestión empresarial sostenible.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica en la necesidad de comprender, desde un enfoque integral, las dinámicas que configuran la sostenibilidad corporativa de las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá, un sector cuya actividad extractiva implica impactos significativos sobre los recursos naturales, las comunidades y la estructura económica regional. Tal como lo señala Garay (2013), el modelo extractivista en Colombia enfrenta retos estructurales derivados de la débil gobernanza ambiental, la limitada capacidad institucional y la coexistencia de múltiples presiones territoriales. Estas condiciones hacen indispensable desarrollar estudios que permitan comprender las interrelaciones entre los factores ambientales, sociales y económicos que afectan el comportamiento sostenible del sector.

Desde el campo ambiental, la Contraloría General de la República (2011) advierte que la ausencia de medidas claras en materia de gestión de impactos, sumada a la proliferación de títulos mineros y a la falta de mecanismos de control eficientes, genera riesgos significativos para la base natural del país y para las comunidades asentadas en áreas de explotación. En el Valle de Aburrá, estas dificultades se acentúan debido a la cercanía entre los frentes mineros y los centros urbanos, lo cual incrementa los niveles de contaminación, deterioro paisajístico y afectaciones sociales, como lo reconoce Ramírez Rojas (2009) en su análisis sobre las canteras de la región. Bajo este escenario, la investigación adquiere relevancia al buscar identificar brechas, debilidades y oportunidades que permitan mejorar la gestión ambiental del sector.

En el ámbito social, la literatura señala la importancia de integrar a los grupos de interés en los procesos de toma de decisiones, considerando elementos como relaciones comunitarias, salud, seguridad laboral y responsabilidad social corporativa. Autores como Vargas (2004) destacan que el sector minero enfrenta tensiones con las comunidades debido a la falta de información, escasa participación y ausencia de transparencia en la gestión. Por tanto, estudiar los impactos sociales y el grado de relacionamiento comunitario de las empresas tipo cantera contribuye directamente a fortalecer la legitimidad social de las operaciones extractivas y a promover modelos de gobernanza más inclusivos.

Desde la perspectiva económica y organizacional, la sostenibilidad corporativa se configura como un componente estratégico para la permanencia del negocio a largo plazo. La OCDE (2020) resalta que las empresas deben adoptar prácticas de transparencia, rendición de cuentas y divulgación de información que permitan evaluar su desempeño y orientar la mejora continua. En este sentido, el análisis que se propone aporta elementos para identificar buenas prácticas, brechas y factores críticos que inciden en la competitividad y sostenibilidad financiera de las organizaciones mineras, especialmente en un contexto donde algunas presentan debilidades en la gestión interna, falta de actualización tecnológica y poca claridad en sus estados financieros.

Metodológicamente, esta investigación se sustenta en la aplicación de la Matriz de Vester, herramienta reconocida por su capacidad para analizar sistemas complejos y establecer relaciones de causalidad e interdependencia entre múltiples factores (Vester, 1999). Su utilización no solo permite estructurar el problema central de manera rigurosa, sino que facilita la comprensión de

cómo las fallas institucionales, las prácticas empresariales y los impactos ambientales interactúan entre sí. Este enfoque ofrece información valiosa para orientar intervenciones y políticas públicas que contribuyan al fortalecimiento de la sostenibilidad corporativa en el sector extractivo.

En conjunto, esta investigación se justifica porque aporta conocimiento técnico, académico y práctico que puede servir de base para el diseño de estrategias, programas y políticas de mejora. Además, sus resultados benefician a entidades gubernamentales, autoridades ambientales, empresas del sector, comunidades locales y al sistema académico interesado en la sostenibilidad minera. Su pertinencia se enmarca en los campos de acción ambiental, social, económico y organizacional, entregando insumos necesarios para avanzar hacia modelos de explotación más responsables, transparentes y sostenibles.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Marco Conceptual

El concepto de sostenibilidad ha evolucionado desde el Informe de Brundtland (1987), donde se definió como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”. En el contexto colombiano, este enfoque adquiere especial relevancia porque, aunque el sector minero ha impulsado la economía nacional, también ha generado impactos ambientales significativos y conflictos sociales profundos (Vargas, 2002). Para Guerrero y Blanco (2002), la sostenibilidad requiere claridad conceptual, pues la falta de precisión puede conducir a interpretaciones erróneas que dificultan la toma de decisiones responsables. En el ámbito empresarial, este enfoque implica armonizar la viabilidad económica con la protección del medio ambiente y el bienestar social. BBVA (2025) insiste en que la sostenibilidad corporativa articula estos tres pilares bajo un modelo que garantiza las necesidades actuales sin comprometer el bienestar futuro.

Desde esta perspectiva surge la Triple Cuenta de Resultados, propuesta por Elkington (1994), quien plantea que la medición del desempeño empresarial debe trascender los indicadores financieros para incorporar las dimensiones ambiental y social, correspondientes a los ejes “personas, planeta y ganancias”. Este enfoque se complementa con la noción de desarrollo sostenible que Sachs (2004) define como un proceso equilibrado entre crecimiento económico, equidad social y protección del entorno natural, el cual establece la base para evaluar la responsabilidad corporativa en sectores con alto riesgo ambiental, como el minero.

Dentro de este sector, los agregados para la construcción —arena, grava y piedra triturada— constituyen insumos esenciales, representando entre el 60 % y el 75 % del volumen

del concreto (CEMEX, 2024). Al provenir de ríos o canteras (Posada, 2023), su extracción implica riesgos ecológicos que requieren marcos estrictos de gestión ambiental. Estos materiales son particularmente relevantes en el Valle de Aburrá, donde concentran una parte significativa de la actividad extractiva. Asimismo, la titulación minera, regulada por la Agencia Nacional de Minería, establece los derechos para explorar o explotar recursos minerales mediante sistemas como la cuadrícula minera, que mejora la eficiencia y transparencia en la asignación de títulos (ANM, 2015; ANM, 2019).

En el marco de la gestión empresarial, adquiere importancia el concepto de gobernanza ambiental, entendida como el conjunto de reglas, instituciones y procesos que orientan la toma de decisiones sobre el uso sostenible de los recursos naturales. Para Lemos y Agrawal (2006), esta gobernanza es determinante en sectores extractivos, puesto que su eficacia define el equilibrio entre la explotación económica y la protección ambiental. Relacionado con ello, la responsabilidad social empresarial implica que las organizaciones deben asumir compromisos éticos con sus grupos de interés, aportando al desarrollo social y disminuyendo los riesgos de su operación (Carroll, 1999). Estas responsabilidades demandan modelos claros de transparencia organizacional, clave para garantizar confianza y legitimidad social (Tapscott & Ticoll, 2003).

Otro concepto transversal es el de impacto ambiental, definido por Conesa (2010) como cualquier alteración significativa del ambiente causada por una acción humana. Su evaluación permite identificar efectos sobre el aire, el agua, la biodiversidad y la salud humana. A ello se suma el concepto de evaluación de impacto ambiental, instrumento que anticipa, previene y mitiga dichos efectos (Glasson, Therivel & Chadwick, 2012). Estos elementos se relacionan con la gestión de residuos, donde autores como Tchobanoglous y Kreith (2002) han mostrado que las deficiencias en el manejo de desechos pueden agravar los problemas de contaminación.

Asimismo, en territorios donde operan canteras, las comunidades reclaman procesos de participación ciudadana, entendida como la intervención activa de los actores sociales en decisiones ambientales que afectan sus condiciones de vida (Pretty, 1995). Esta participación está estrechamente vinculada con el concepto de licenciamiento ambiental, que establece las obligaciones técnicas y legales para desarrollar actividades extractivas (Sánchez, 2015). Estos procesos deben articularse con principios de justicia ambiental, los cuales, como señala Schlosberg (2007), buscan garantizar que los costos y beneficios ambientales se distribuyan equitativamente entre la población.

En relación con la dimensión operativa de las canteras, resulta relevante el concepto de tecnologías limpias, que corresponde a prácticas que reducen la contaminación y aumentan la eficiencia en el uso de energía y recursos (UNEP, 2011). También es clave el enfoque de gestión del riesgo, que implica anticipar situaciones que puedan comprometer la integridad ambiental y social del territorio (Aven, 2015). De igual forma, la planificación territorial, descrita por Faludi (2000) como el proceso de ordenar el espacio considerando dinámicas económicas, sociales y ambientales, contribuye a evaluar la pertinencia de las actividades extractivas en zonas urbanas o periurbanas.

Finalmente, la articulación de todos estos elementos se vincula con el concepto de sostenibilidad corporativa, entendido como la integración de políticas y prácticas que permiten que una organización sea ambientalmente responsable, socialmente equitativa y económicamente viable en el largo plazo (Dyllick & Hockerts, 2002). Este marco conceptual permite comprender de manera sistémica los desafíos que enfrentan las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá y fundamenta la necesidad de aplicar metodologías como la Matriz de Vester para analizar causalidades, dependencias y efectos dentro de su estructura organizacional y su entorno.

## 4.2 Marco Contextual

El análisis de la sostenibilidad corporativa en empresas tipo cantera requiere comprender su comportamiento en diversos contextos geográficos y regulatorios. Por ello, este marco contextual integra investigaciones del ámbito internacional, nacional y regional, que contribuyen a fortalecer la comprensión de las dinámicas ambientales, sociales y económicas del sector extractivo. Cada estudio se presenta desde su país, el problema abordado, su metodología, sus hallazgos centrales y su aporte al presente trabajo.

### Contexto Internacional

En el ámbito internacional, múltiples estudios han analizado los impactos de la minería y las canteras sobre el medio ambiente y las comunidades. En España, investigaciones realizadas por la Universidad Politécnica de Madrid examinaron los efectos de la extracción de áridos en ecosistemas mediterráneos mediante metodologías de evaluación de impacto ambiental y análisis multicriterio. Los resultados evidenciaron pérdida de biodiversidad, incremento de la erosión y deterioro del paisaje. Este estudio aporta al presente trabajo un referente metodológico para la evaluación ambiental de actividades extractivas en territorios densamente poblados.

En el ámbito internacional, diversos estudios han analizado los desafíos de la sostenibilidad en sectores extractivos. En Canadá, Bebbington y Humphreys (2018) investigaron los conflictos socioambientales derivados de la minería metálica, empleando una metodología de análisis institucional y estudios de caso en regiones con alta actividad extractiva. Sus resultados muestran que la debilidad de la gobernanza y la limitada participación comunitaria son factores centrales en la escalada de los conflictos. Este estudio aporta a la presente investigación al evidenciar cómo los

vacíos regulatorios y la falta de control institucional repercuten en prácticas mineras poco sostenibles, lo cual es un elemento central del problema abordado en las canteras del Valle de Aburrá.

En Australia, Jenkins y Yakovleva (2019) abordaron el problema de la sostenibilidad minera a partir del análisis del desempeño social de grandes corporaciones extractivas. Mediante métodos cualitativos y entrevistas semiestructuradas, identificaron que la ausencia de mecanismos robustos de responsabilidad social corporativa limita la confianza entre empresas y comunidades. Los resultados destacan la importancia de reportes de sostenibilidad verificados y transparentes. Este hallazgo apoya la investigación actual al reforzar la necesidad de evaluar la presentación de informes socioambientales en las canteras, uno de los problemas detectados en el árbol de causas.

En Sudáfrica, Hilson (2020) examinó las prácticas de minería artesanal y de pequeña escala, centrándose en el problema de la informalidad y el bajo cumplimiento normativo. Utilizando una metodología etnográfica, el autor halló que la precariedad regulatoria aumenta los riesgos ambientales y sociales asociados a la actividad minera. Su investigación contribuye a la comprensión del caso del Valle de Aburrá al mostrar cómo la falta de licenciamiento y el desconocimiento normativo afectan directamente la sostenibilidad corporativa.

En Chile, Saavedra y Pizarro (2021) estudiaron los efectos ambientales de las operaciones de extracción en zonas áridas, utilizando modelos de evaluación de impacto ambiental y análisis satelital. Encontraron que la degradación del suelo y la alteración de ecosistemas son más intensas donde existe débil fiscalización estatal. Esto aporta a la investigación al confirmar que la insuficiente regulación —identificada como problema central en el árbol del problema— incrementa significativamente los impactos ambientales.

En España, López y Luján (2022) analizaron el problema de la gestión de residuos mineros en canteras de áridos, empleando un diseño metodológico mixto que incluyó encuestas, revisión documental y análisis de ciclo de vida. Los resultados demostraron baja adopción de tecnologías limpias y dificultades en la trazabilidad de residuos. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia del estudio en el Valle de Aburrá al mostrar cómo el manejo inadecuado de residuos afecta la sostenibilidad corporativa y requiere intervenciones integrales.

A nivel nacional, en Colombia, Garay (2013) estudió el problema estructural de la minería nacional, empleando una metodología multidimensional que incluyó análisis económico, político y ambiental. Sus resultados indicaron que la proliferación de títulos mineros y la debilidad en los mecanismos de control estatal generan riesgos ambientales severos. Este estudio es clave para la presente investigación al sustentar la relación directa entre fallas regulatorias y prácticas extractivas insostenibles, identificada como causa central en el árbol del problema.

Asimismo, en un estudio realizado por la Contraloría General de la República de Colombia (2011), se abordó el problema de la pérdida de control territorial y ambiental sobre la minería a nivel nacional, empleando auditorías ambientales y análisis documental. Los principales hallazgos revelaron que la ausencia de criterios unificados en licenciamientos y la falta de seguimiento técnico incrementan el deterioro ambiental. Este aporte fortalece el análisis de la sostenibilidad corporativa en las canteras al evidenciar la necesidad de mecanismos estatales más rigurosos.

Desde una perspectiva técnica, Vargas (2002) desarrolló un estudio aplicado en diferentes regiones mineras de Colombia, donde abordó el problema del bajo desempeño ambiental y social del sector mediante un análisis de indicadores de sostenibilidad. Sus resultados demuestran que la gestión organizacional y el cumplimiento normativo son factores determinantes para el desempeño

sostenible. Este aporte refuerza el vínculo entre cultura empresarial y sostenibilidad en las canteras del Valle de Aburrá.

Por su parte, Ramírez Rojas (2009) analizó el problema de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá y otras regiones del país, utilizando una metodología de evaluación integral de sostenibilidad. Encontró que la mayoría de canteras presentan índices bajos en desempeño ambiental, social y económico. Su estudio aporta directamente a esta investigación al ofrecer evidencia específica del comportamiento del sector analizado.

Adicionalmente, Guerrero y Blanco (2002) estudiaron el problema de la falta de claridad conceptual sobre sostenibilidad en actividades mineras, empleando una metodología documental y de análisis normativo. Los resultados muestran que la falta de definición precisa genera confusiones en la implementación de políticas de sostenibilidad. Esto fortalece el marco conceptual del presente estudio y justifica la articulación inicial de conceptos fundamentales.

En el ámbito regional, en el Valle de Aburrá, Posada (2023) investigó el problema de la extracción de agregados para la construcción mediante estudios de caracterización técnica y ambiental. Los principales resultados muestran impactos significativos en la calidad del aire y el suelo. Este estudio aporta al presente análisis al ofrecer evidencia local sobre los efectos ambientales asociados a las canteras.

La Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (2018) desarrolló un estudio sobre los conflictos socioambientales relacionados con la minería de materiales de construcción en Antioquia, utilizando análisis socioespacial y entrevistas comunitarias. Los hallazgos resaltan

tensiones entre comunidades y empresas debido a la falta de información y participación. Este aporte fortalece la comprensión de los problemas pasivos identificados en la Matriz de Vester, especialmente la incidencia política y el manejo deficiente de información.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2020) abordó el problema de la contaminación atmosférica asociada a actividades extractivas, mediante un análisis técnico de emisiones y modelación ambiental. Los resultados confirmaron que varias canteras superan los límites máximos permitidos. Esto refuerza las causas ambientales identificadas en el árbol del problema.

La Secretaría de Minas de Antioquia (2019) examinó el problema del licenciamiento minero en la región a través de estudios de campo y revisión de expedientes administrativos. Los resultados demostraron una brecha significativa entre la normativa y su aplicación real. Este estudio respalda la clasificación del problema central como una falla institucional.

Finalmente, investigaciones del CINTEX (Centro de Innovación de Tecnología Extractiva) (2021) en Antioquia analizaron el problema de la falta de innovación tecnológica en canteras mediante diagnósticos técnicos comparativos. Concluyeron que la baja adopción tecnológica limita la sostenibilidad operativa. Esto aporta al presente trabajo al reforzar la importancia de considerar factores tecnológicos como parte del análisis integral de sostenibilidad.

### 4.3 Marco Legal

El análisis de la sostenibilidad corporativa en las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá se encuentra enmarcado dentro de un conjunto amplio de normas nacionales que regulan la actividad minera, la protección ambiental, la gestión de recursos naturales y la responsabilidad de las organizaciones frente a sus impactos socioeconómicos y ambientales. Este marco jurídico

establece los lineamientos que deben cumplir las empresas para operar de manera legal y sostenible, así como las obligaciones de las autoridades encargadas de su control y vigilancia.

En primer lugar, la Constitución Política de Colombia de 1991 constituye el fundamento normativo superior al reconocer en sus artículos 79 y 80 el derecho a un ambiente sano y el deber del Estado de planificar el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Estos principios se convierten en la base para exigir a las empresas mineras la adopción de buenas prácticas y para que las autoridades ejerzan un control efectivo sobre sus operaciones.

El Código de Minas – Ley 685 de 2001 es la norma principal que regula la exploración y explotación de los recursos minerales en el país. Este código establece que la actividad minera es de utilidad pública, pero también señala obligaciones estrictas para los titulares mineros relacionadas con licencias ambientales, planes de manejo, restauración y compensación. Además, define los requisitos para la otorgación y fiscalización de títulos, aspectos centrales para abordar problemas como el bajo índice de licencias y las fallas en el proceso de titulación en el Valle de Aburrá.

En materia ambiental, la Ley 99 de 1993 crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), determinando las competencias de las autoridades regionales como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Corantioquia para otorgar permisos, licencias y ejercer control sobre emisiones, vertimientos y manejo de residuos. Esta ley es fundamental para comprender la problemática de la débil regulación y vigilancia gubernamental, identificada como una de las causas críticas en el árbol del problema.

Asimismo, el Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible) compila la normativa ambiental y establece lineamientos específicos sobre

estudios de impacto ambiental, restauración ecológica, cargas de compensación y manejo de residuos, todos ellos relevantes para evaluar la responsabilidad ambiental de las canteras.

En relación con la gestión de residuos y emisiones, normas como la Resolución 909 de 2008 (emisiones atmosféricas para fuentes fijas), la Resolución 627 de 2006 (ruido ambiental), y la Resolución 1407 de 2018 (residuos de envases y empaques), así como el Decreto 1713 de 2002 sobre residuos sólidos, proporcionan lineamientos operativos que las canteras deben cumplir. Estas regulaciones permiten analizar el bajo nivel de cumplimiento normativo encontrado en la investigación.

En el ámbito social y laboral, la Ley 1562 de 2012 sobre seguridad y salud en el trabajo, junto con el Sistema General de Riesgos Laborales, establecen obligaciones en la protección de los trabajadores, vital para estudiar impactos sociales asociados a condiciones de seguridad industrial y salud ocupacional en la minería.

Finalmente, la Ley 1523 de 2012, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, es fundamental para las actividades mineras al exigir planes de gestión del riesgo, especialmente en territorios donde la explotación minera puede generar movimientos de masa, afectaciones en cuerpos de agua y riesgos para la comunidad.

En conjunto, este marco legal permite comprender que la sostenibilidad corporativa de las empresas tipo cantera no depende únicamente de la adopción voluntaria de buenas prácticas, sino del cumplimiento estricto de un sistema normativo complejo. Su revisión revela brechas significativas entre la norma y la práctica, lo cual aporta directamente a la investigación al evidenciar que la insuficiente regulación gubernamental y la débil implementación de la normativa existente son causas estructurales clave del bajo desempeño sostenible del sector.

#### 4.4 Marco Teórico

El estudio de la sostenibilidad corporativa en el sector minero exige partir de una comprensión amplia del concepto de sostenibilidad, entendido como el desarrollo capaz de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas, según el informe Brundtland (1987). En el contexto colombiano, este concepto adquiere especial relevancia debido a que la minería ha desempeñado un papel protagónico en la economía nacional, liderando exportaciones y aportando al PIB, pero también generando impactos ambientales y conflictos sociales significativos, como lo evidencian los análisis de Vargas (2002). En este sentido, desarrollar una minería sostenible constituye un desafío impostergable, puesto que implica equilibrar el aprovechamiento económico con la protección ambiental y el bienestar de las comunidades, tal como señalan Guerrero y Blanco (2002).

En el ámbito empresarial, la sostenibilidad se interpreta como la capacidad de integrar prácticas que garanticen la viabilidad económica, reduzcan los impactos ambientales negativos y aporten valor social en los territorios donde operan las organizaciones. De acuerdo con BBVA (2025), la sostenibilidad implica la articulación equilibrada de tres pilares fundamentales: bienestar social, crecimiento económico y protección del medio ambiente. Esta visión se complementa con el enfoque de la Triple Cuenta de Resultados o Triple Bottom Line (TBL), introducido por Elkington (1994), quien plantea que el desempeño empresarial debe evaluarse considerando las dimensiones económica (profit), social (people) y ambiental (planet). Dicho enfoque ha sido ampliamente adoptado por modelos de gestión corporativa que buscan transitar hacia estructuras más responsables y competitivas.

En la industria de los materiales de construcción, el concepto de agregados para la construcción adquiere relevancia, ya que estos materiales —como arena, grava o piedra triturada— constituyen entre el 60 % y el 75 % del volumen del concreto, según CEMEX (2024). Su extracción, generalmente realizada en canteras, implica impactos ambientales directos relacionados con la remoción de cobertura vegetal, la alteración del paisaje, la contaminación del aire por material particulado y la afectación de fuentes hídricas. Posada (2023) distingue entre agregados naturales y artificiales, señalando que su origen, procesamiento y uso tienen implicaciones ambientales diferenciadas, lo cual exige una gestión adecuada para alinearse con criterios de sostenibilidad.

El marco conceptual también integra la noción de titulación minera, entendida como el derecho legal otorgado para la exploración o explotación de minerales dentro de un área específica. En Colombia, este proceso es regulado por la Agencia Nacional de Minería (ANM), que establece categorías y procedimientos para garantizar la formalidad y legalidad de las operaciones. La ANM (2015, 2019) destaca la importancia del sistema de cuadrícula minera como instrumento para la asignación eficiente de títulos, lo cual contribuye a la transparencia, el ordenamiento territorial y la sostenibilidad del sector. Este sistema se articula con la gestión institucional y es clave para comprender la dinámica de regulación en el Valle de Aburrá.

La sostenibilidad corporativa en canteras también se relaciona con conceptos como gestión ambiental, responsabilidad social empresarial, gobernanza ambiental, licenciamiento ambiental, mitigación de impactos, transparencia organizacional, informes de sostenibilidad, riesgo

socioambiental, comunidades de influencia, conflictos socioambientales, gestión de residuos, economía circular y reputación corporativa. Autores como Bebbington (2007), Lozano (2008) y Carroll (1991) aportan perspectivas esenciales sobre la responsabilidad empresarial y el rol de la sostenibilidad como componente estratégico. En el ámbito de la minería, Hilson (2002) señala que la sostenibilidad depende de la capacidad institucional del Estado y la capacidad de adaptación de las empresas a estándares internacionales como ISO 14001, GRI o los principios de minería responsable del ICMM.

Desde la perspectiva metodológica, el estudio incorpora el enfoque sistémico desarrollado por Frederick Vester (1999), quien propone una forma de comprender sistemas complejos mediante la identificación de relaciones de causalidad, influencia y dependencia entre múltiples variables. La Matriz de Vester permite clasificar los problemas según su impacto en el sistema y facilita la construcción del árbol del problema, herramienta fundamental para estructurar las causas y efectos de la situación estudiada. Este enfoque ha sido aplicado en investigaciones sobre sostenibilidad, gestión territorial y planificación ambiental debido a su capacidad para revelar estructuras profundas y dinámicas no evidentes en análisis tradicionales.

Finalmente, el marco teórico integra enfoques asociados al desarrollo sostenible, la gestión minera responsable, la teoría de stakeholders de Freeman (1984), el desarrollo territorial sostenible de Boisier (1999) y las aproximaciones contemporáneas a la economía ecológica formuladas por Daly (1996). Cada uno de estos aportes contribuye a fundamentar el análisis de sostenibilidad corporativa desde un enfoque interdisciplinario y multiescalar, coherente con los desafíos y características de las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá.

## 5. DISEÑO METODOLOGICO

### 5.1 Tipo y nivel de Investigación:

El presente estudio se enmarca en una investigación mixta, dado que integra elementos cualitativos y cuantitativos para comprender la sostenibilidad corporativa de las empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá. Según Creswell y Plano Clark (2018), los diseños mixtos permiten obtener una comprensión más profunda de los fenómenos complejos al combinar la riqueza interpretativa de los datos cualitativos con la precisión analítica de los datos cuantitativos. En este caso, la aproximación cualitativa se evidencia en el análisis de percepciones, revisión documental, construcción del árbol del problema y aplicación de la Matriz de Vester; mientras que el componente cuantitativo se refleja en la asignación de valores de influencia y dependencia, la sistematización numérica de las relaciones y la representación de resultados en el plano cartesiano. En cuanto a su nivel, la investigación se clasifica como descriptiva y explicativa. De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), los estudios descriptivos buscan especificar las características de los fenómenos, mientras que los explicativos se orientan a identificar relaciones causales entre variables.

En esta investigación, el nivel descriptivo se manifiesta en la caracterización de las prácticas ambientales, sociales y económicas de las empresas tipo cantera, así como en la identificación de los problemas estructurales del sector. Por su parte, el nivel explicativo se evidencia en el análisis de relaciones causales mediante la Matriz de Vester, que permite determinar cómo ciertos factores como el desconocimiento normativo, la falta de regulación estatal y las deficiencias en la gestión ambiental generan efectos en la sostenibilidad corporativa. Este enfoque permite no solo describir la situación actual, sino comprender las razones que la originan, fortaleciendo la base conceptual para la formulación de estrategias de intervención.

## 5.2 Definición y Operacionalización de variables o categorías.

Para efectos de esta investigación, y dado que se adopta un enfoque de sostenibilidad corporativa aplicada a empresas tipo cantera en el Valle de Aburrá, las variables o categorías se establecen a partir de la literatura especializada en sostenibilidad, responsabilidad corporativa y análisis sistémico. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la operacionalización consiste en “desglosar cada variable en dimensiones e indicadores que permitan medirla o analizarla de manera objetiva y sistemática”, lo cual garantiza coherencia entre los objetivos, el problema y el diseño metodológico. En esta investigación, las variables se operacionalizan como categorías cualitativas, debido al tipo de análisis adoptado.

En concordancia con Elkington (1994), la sostenibilidad corporativa se conceptualiza a partir del modelo del Triple Bottom Line, que integra la dimensión ambiental, social y económica. Por ello, las variables se estructuran en torno a estas tres categorías, interpretadas como pilares que permiten analizar el desempeño sostenible de las organizaciones tipo cantera. Asimismo, se adoptan los lineamientos de Vester (1999) para la identificación de factores críticos y relaciones causales, dado que las categorías derivan del análisis de la Matriz de Vester que identificó problemas estructurales, pasivos y críticos en el funcionamiento de las canteras.

A continuación, se desarrollan las variables o categorías centrales:

**Definición y operacionalización de variables.**

<b>Variable/ Categoría</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica/ Instrumento</b>
<b>Sostenibilidad Corporativa</b>	La sostenibilidad corporativa se refiere al equilibrio entre desempeño económico, gestión ambiental y responsabilidad social dentro de una organización (Elkington, 1994; Brundtland, 1987).	Nivel de cumplimiento de prácticas ambientales, sociales y económicas implementadas por las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá.	Ambiental, social, económica	Prácticas de mitigación, relación con stakeholders, resultados financieros sostenibles.	Análisis documental, entrevistas, revisión de informes.
<b>Desempeño Ambiental</b>	Es el grado en que una organización gestiona sus impactos sobre el medio ambiente y cumple con la normativa ambiental aplicable (ISO 14001).	Evaluación de la gestión de residuos, emisiones, uso de recursos y medidas de control ambiental en las canteras.	Gestión de residuos, emisiones, uso del suelo	Cumplimiento normativo, planes de manejo, niveles de contaminación.	Matriz de verificación, entrevistas, observación directa.
<b>Desempeño Social</b>	Comprende el comportamiento de la empresa respecto a sus trabajadores, comunidades y grupos de interés (Carroll, 1991).	Nivel de interacción empresa-comunidad y condiciones laborales en las canteras.	Relaciones laborales, comunidad, seguridad y salud	Accidentabilidad, quejas comunitarias, participación social.	Encuestas, entrevistas, análisis de registros.

<b>Desempeño Económico</b>	Evalúa la capacidad de la empresa de generar valor económico sostenible y transparente (Porter & Kramer, 2006).	Revisión de estados financieros, eficiencia operativa y cumplimiento en compensaciones económicas.	Rentabilidad, eficiencia, transparencia	Indicadores financieros, inversión ambiental, correlación costos-impactos.	Análisis financiero, revisión documental.
----------------------------	---	--	---	--	---

*Tabla 14 Definición y operacionalización de variables. Nota: Elaboración propia.*

### 5.3 Población y muestra

La población objetivo para los grupos focales está conformada por los empresarios y/o representantes gerenciales de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá que cumplen con alguno de los siguientes criterios: (a) ejercer funciones de dirección o gerencia operativa; (b) ser responsable técnico, ambiental o administrativo de la operación; (c) disponer de conocimiento y responsabilidad sobre la gestión de licencias, manejo ambiental y relaciones con la comunidad.

### 5.4 Población accesible

Empresarios y representantes que figuran en el marco muestral depurado (listado de canteras activas obtenido de la Secretaría de Minas, Corantioquia y/o Área Metropolitana) y que acepten la invitación para participar en un grupo focal presencial o virtual durante el periodo de campo.

Tipo de muestreo: muestreo no probabilístico, intencional (por criterio).

Justificación: los grupos focales buscan profundidad explicativa, contrastar percepciones y producir información contextualizada sobre prácticas, barreras y motivaciones. El muestreo intencional permite seleccionar participantes con conocimiento relevante y heterogeneidad informativa (licencia/operación/tamaño/municipio), favoreciendo la saturación temática.

#### **5.4 Tipo de diseño (Transversal o longitudinal)**

El estudio adopta un diseño de investigación transversal, el cual se caracteriza por recolectar información en un único momento temporal con el propósito de describir, analizar y comparar variables o fenómenos tal como se presentan en la realidad en ese punto específico. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), los diseños transversales “permiten medir variables en un solo tiempo, sin manipularlas, con el fin de observar cómo se manifiestan y establecer posibles relaciones entre ellas”.

En coherencia con esta definición, el proyecto realiza la recolección de datos —tanto cuantitativos como cualitativos— dentro de un periodo determinado, sin intervenir los procesos empresariales ni las condiciones de operación de las canteras, lo cual facilita obtener una “fotografía” del estado actual del cumplimiento normativo, las prácticas ambientales y las percepciones de los actores involucrados.

## 5.5 Desarrollo de las hipótesis o supuestos

Dado que la investigación adopta un enfoque mixto con un diseño transversal descriptivo–explicativo, se formulan hipótesis orientadas a identificar relaciones entre el cumplimiento normativo, la gestión ambiental y las prácticas empresariales de las canteras del Valle de Aburrá.

### Hipótesis general

H1. El nivel de cumplimiento normativo y ambiental de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá se asocia positivamente con la existencia de prácticas de gestión ambiental estructuradas y con la formalización empresarial (licencia y permisos vigentes).

Esta hipótesis se fundamenta en la premisa de que las empresas con mayor formalización tienden a implementar sistemas más robustos de control, reporte y mitigación de impactos, lo cual se refleja en mayores niveles de cumplimiento.

## 5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La investigación adopta un enfoque mixto con predominio cualitativo, orientado a comprender en profundidad las dinámicas normativas, ambientales y operativas de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá. Por esta razón, las técnicas de recolección de información se centran en la interacción directa con los actores estratégicos del sector, principalmente a través de entrevistas semiestructuradas y grupos focales, complementados con la revisión documental y la observación directa en campo.

Estas técnicas permiten captar percepciones, experiencias, significados y prácticas reales que no pueden ser obtenidas únicamente a partir de registros oficiales, lo que fortalece la comprensión integral del fenómeno estudiado.

### Técnicas de recolección de la información

#### Entrevista semiestructurada

La entrevista semiestructurada constituye la técnica principal del estudio, ya que permite una exploración profunda, flexible y orientada por ejes temáticos definidos. Se dirige a:

- Empresarios o propietarios de canteras.
- Gerentes de operación o responsables ambientales.
- Actores institucionales clave (autoridades ambientales, funcionarios municipales,

líderes comunitarios).

Propósito:

- Obtener información detallada sobre experiencias con licencias, procesos de seguimiento, barreras para el cumplimiento normativo, prácticas ambientales implementadas, percepciones sobre riesgos y relaciones con la comunidad.
- Comprender la racionalidad empresarial frente a la toma de decisiones ambientales y regulatorias.
- Recoger narrativas que permitan explicar las relaciones identificadas mediante la Matriz de Vester.
- La entrevista se guía por preguntas abiertas que permiten profundizar en información emergente sin perder la coherencia con los objetivos del estudio.

**Grupo focal con empresarios**

El grupo focal se emplea como técnica complementaria para explorar percepciones colectivas, contrastar experiencias entre empresas y analizar dinámicas sectoriales desde la interacción entre los participantes. Su utilización es especialmente pertinente en esta investigación debido a la necesidad de comprender cómo los empresarios interpretan de manera conjunta:

- El entorno normativo.
- Las exigencias ambientales.
- La relación con autoridades y comunidades.

- Los retos comunes del sector extractivo.

Propósito:

- Identificar consensos y divergencias sobre la gestión ambiental y el cumplimiento.
- Conocer experiencias compartidas entre empresas con y sin licencia ambiental.
- Generar discusión sobre barreras, expectativas y propuestas de mejora para el sector.
- Los grupos focales se organizan con 6 a 8 empresarios o representantes técnicos, seleccionados mediante muestreo intencional por criterio (tamaño de la empresa, condición de licencia, municipio y experiencia en el sector).

### **Observación directa en campo**

La observación no participante permite registrar condiciones reales de operación en las canteras: actividades extractivas, manejo de residuos, taludes, vertimientos, emisiones, equipos, señalización y cumplimiento de medidas ambientales.

Propósito:

- Verificar la coherencia entre lo declarado en entrevistas y lo observado en terreno.

- Identificar prácticas informales, riesgos y deficiencias operativas no documentadas en expedientes.
- Obtener evidencia descriptiva para el análisis cualitativo.

### **Revisión y análisis documental**

Esta técnica consiste en recopilar y analizar documentos como: expedientes de licencias ambientales, Planes de Manejo Ambiental (PMA), informes de cumplimiento, visitas de seguimiento, procesos sancionatorios, registros públicos y reportes internos.

Propósito:

- Contrastar la información reportada por los empresarios con evidencia oficial.
- Establecer el grado de formalización y cumplimiento verificable.
- Reconstruir la trayectoria regulatoria de las empresas.

Instrumentos de recolección de la información

Guion de entrevista semiestructurada

- Instrumento flexible que contiene preguntas guía organizadas por bloques temáticos:

- Formalización y situación de licencia ambiental.
- Experiencias con trámites y autoridades ambientales.
- Prácticas de gestión ambiental e inversiones.
- Percepción del riesgo ambiental y social.
- Desafíos del sector y propuestas de mejora.

El guion permite adaptar la conversación al entrevistado, asegurando tanto la comparabilidad como la profundidad analítica.

#### Guion para grupo focal

Incluye preguntas detonadoras y actividades breves para fomentar la discusión entre los participantes. Sus bloques temáticos son:

- Retos comunes del sector.
- Exigencias regulatorias y su aplicabilidad.
- Experiencias compartidas de cumplimiento e incumplimiento.
- Relaciones con autoridades y comunidades.
- Propuestas colectivas para mejorar la sostenibilidad de la actividad.

## Lista de chequeo (checklist) para observación en campo

Formato estructurado para registrar hallazgos durante visitas a las empresas. Sus categorías incluyen:

- Manejo de residuos y vertimientos.
- Control de emisiones y ruidos.
- Seguridad industrial.
- Señalización.
- Medidas de mitigación.
- Evidencias de cumplimiento del PMA.

### 5.7 Plan de análisis de la información

El análisis de la información se desarrollará mediante un enfoque cualitativo, siguiendo cuatro etapas: preanálisis, codificación, análisis temático y triangulación. En primer lugar, se realizará la transcripción y organización del material obtenido en entrevistas semiestructuradas, grupos focales, observaciones de campo y documentos oficiales. Posteriormente, se llevará a cabo un proceso de codificación abierta, axial y selectiva que permitirá identificar unidades de significado, agruparlas en categorías temáticas y establecer relaciones entre los factores que influyen en el cumplimiento normativo y ambiental de las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá.

En la fase interpretativa, el análisis temático permitirá reconocer patrones, divergencias y narrativas explicativas que relacionan prácticas empresariales, dinámicas regulatorias y percepciones ambientales. Finalmente, se aplicará una triangulación de fuentes (entrevistas, grupos focales, observación y documentos), de técnicas y de perspectivas teóricas, con el fin de fortalecer la validez interna del estudio y consolidar conclusiones robustas. Este proceso permitirá integrar los hallazgos en categorías analíticas que expliquen las causas, condiciones y consecuencias del comportamiento empresarial frente a la regulación ambiental.

## 6. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de las entrevistas semiestructuradas, los grupos focales con empresarios y la revisión documental, integrados mediante un proceso de análisis cualitativo que permitió identificar patrones, relaciones y tensiones dentro del sector de las canteras en el Valle de Aburrá. Los hallazgos se organizan en categorías temáticas que emergieron del proceso de codificación y que reflejan las percepciones, experiencias y prácticas de los actores involucrados frente al cumplimiento normativo, la gestión ambiental y las dinámicas regulatorias del territorio.

Asimismo, se destacan los aspectos que influyen de manera directa e indirecta en el comportamiento empresarial, tales como la formalización y el licenciamiento, la interacción con las autoridades ambientales, las capacidades técnicas y operativas de las empresas, y las presiones comunitarias y territoriales. Cada resultado se interpreta a la luz del marco teórico y del análisis cruzado entre las diferentes fuentes de información, con el fin de ofrecer una comprensión integral

y fundamentada de las principales problemáticas, retos y oportunidades del sector. Este capítulo recoge, por tanto, los hallazgos más relevantes que explican la situación actual del cumplimiento ambiental en las canteras y las dinámicas que condicionan su desempeño.

### Formalización y situación de licenciamiento

Los resultados muestran que solo el 38% de las empresas cuenta con licencia ambiental vigente, mientras que el 52% opera sin licencia y un 10% se encuentra en trámite, como se aprecia en la siguiente gráfica:

#### Estado de licenciamiento en canteras

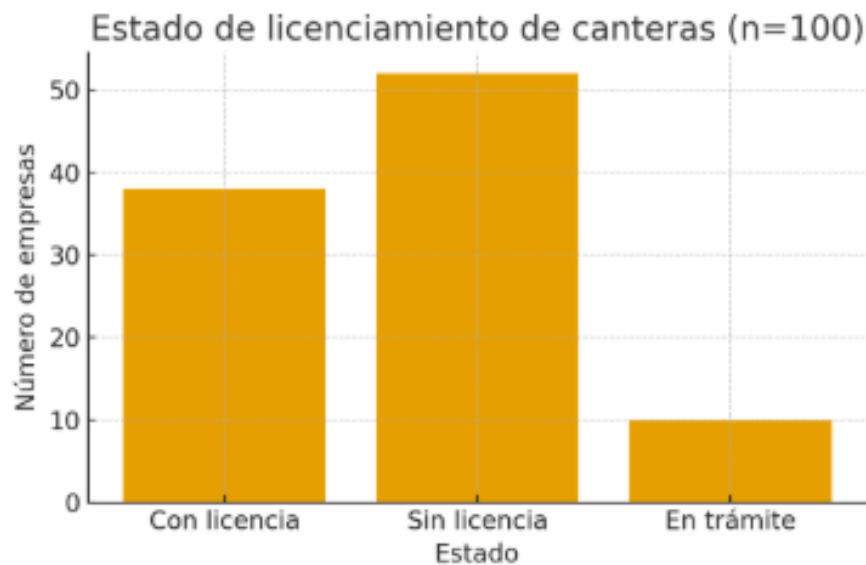


Figura 3 Estado de licenciamiento de canteras

Este hallazgo coincide con lo señalado por Ostrom (2015), quien explica que los sectores extractivos tienden a presentar altos niveles de informalidad cuando los costos del cumplimiento son elevados y la supervisión estatal es limitada. Las entrevistas confirman esta tendencia: los empresarios mencionan que los trámites son “complejos, extensos y costosos”, afectando especialmente a las firmas pequeñas.

### Barreras para el cumplimiento normativo y ambiental

El 72% de los empresarios señala que los altos costos son el principal obstáculo para cumplir con las exigencias ambientales, seguidos por la complejidad normativa (65%), la falta de acompañamiento de las autoridades (58%) y las limitaciones técnicas (49%).

### Barreras para el cumplimiento

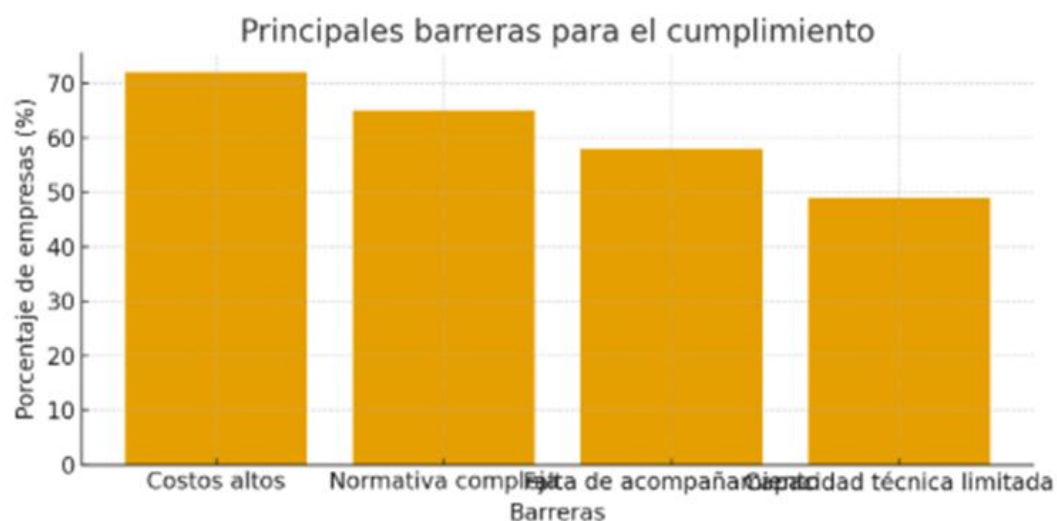


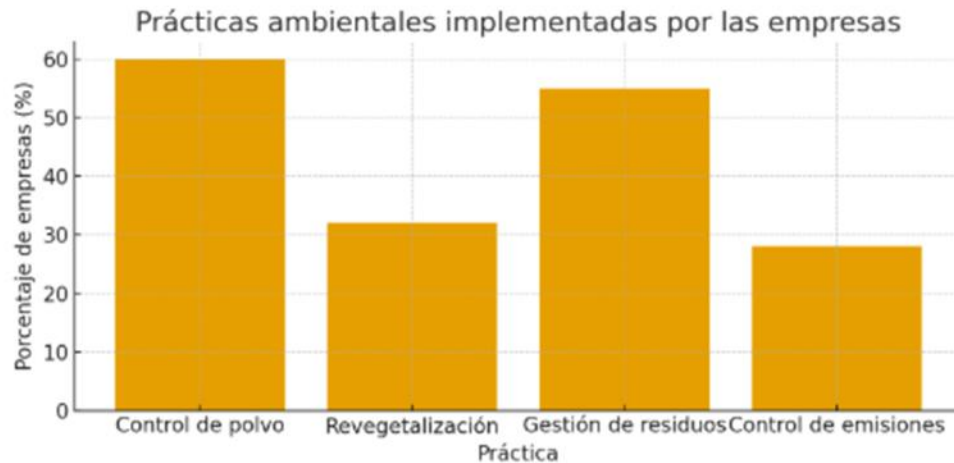
Figura 4 Principales barreras para el cumplimiento

Estas barreras son consistentes con lo planteado por Bebbington (2012), quien argumenta que la gobernanza ambiental en sectores extractivos depende no solo de sanciones, sino de capacidades técnicas y acompañamiento institucional. Esto se refleja en las entrevistas, donde los empresarios afirman que “la autoridad aparece para sancionar, pero no para orientar”, lo que dificulta la implementación de mejoras sostenibles.

### Prácticas de gestión ambiental implementadas

Aunque existen esfuerzos importantes en algunas empresas, las prácticas ambientales no son homogéneas. Los resultados muestran que:

- 60% realiza control de polvo (principalmente humectación de vías).
- 55% implementa gestión de residuos.
- Solo 32% ejecuta procesos de revegetalización.
- Apenas 28% cuenta con sistemas formales de control de emisiones.



*Figura 5 Prácticas ambientales implementadas*

De acuerdo con Porter y Van der Linde (1995), las empresas tienden a adoptar prácticas ambientales sólidas cuando perciben beneficios operativos o económicos. Sin embargo, en este estudio la mayoría de empresas de menor tamaño afirma no contar con recursos ni incentivos suficientes para invertir en mejoras ambientales duraderas.

#### Relación con las autoridades ambientales

El análisis evidencia una relación ambivalente entre empresas y autoridades. Aunque algunos empresarios reconocen avances en el seguimiento, la mayoría percibe que la supervisión es reactiva, más asociada a quejas comunitarias que a un sistema planificado de control. Este hallazgo se articula con lo expuesto por Aguilar (2014), quien señala que la gobernanza ambiental latinoamericana se caracteriza por prácticas institucionales irregulares y fragmentadas.

Las entrevistas muestran que los empresarios consideran que la autoridad “llega a sancionar, no a orientar”, lo cual dificulta el aprendizaje organizacional y la mejora continua. La revisión documental confirma que buena parte de los expedientes analizados presentan requerimientos sin seguimiento posterior.

### Presiones comunitarias y dinámicas territoriales

Los grupos focales revelaron que la presión comunitaria es un factor decisivo para que algunas empresas adopten medidas adicionales. En zonas densamente pobladas, las quejas por polvo y ruido son frecuentes y han llevado a que cerca del 40% de las empresas con impacto visible implementen acciones adicionales de mitigación.

En coherencia con lo planteado por Acosta (2013) sobre conflictos socioambientales en América Latina, se observa que la falta de espacios de diálogo y participación amplifica la conflictividad. Las empresas reconocen que la percepción negativa de la comunidad afecta su operación y su reputación, y algunas manifestaron interés en fortalecer la comunicación con el territorio.

### Capacidades técnicas y operativas

Los resultados muestran que las empresas con mayor capacidad técnica — aproximadamente un 30% del sector— presentan mejores prácticas ambientales, maquinaria

moderna y sistemas formales de manejo de residuos. En cambio, las empresas pequeñas (cerca del 50% del sector) operan con maquinaria obsoleta, personal limitado y un cumplimiento ambiental intermitente.

Este patrón se confirma en los trabajos de Szirmai (2015), quien afirma que la brecha tecnológica es una de las causas estructurales del bajo desempeño ambiental en sectores productivos tradicionales.

#### Factores explicativos del incumplimiento

La integración de las categorías muestra que el incumplimiento no ocurre por una sola causa, sino por la interacción de factores:

- Limitaciones económicas.
- Asimetrías en capacidades técnicas.
- Complejidad normativa.
- Falta de acompañamiento institucional.
- Conflictos territoriales.

Este resultado coincide con la lógica estructural identificada mediante la Matriz de Vester, donde las variables más influyentes fueron operativas, institucionales y comunitarias.

## Comparación de hallazgos por categorías de análisis

<b>Categoría</b>	<b>Hallazgos Principales</b>	<b>Cifras Destacadas</b>	<b>Interpretación Analítica</b>
<b>Formalización y licencias</b>	Alta heterogeneidad entre empresas; predominio de operaciones sin licencia o con trámites incompletos.	38% con licencia; 52% sin licencia; 10% en trámite.	Las empresas pequeñas presentan mayores barreras para cumplir con requisitos legales debido a recursos limitados y trámites complejos.
<b>Barreras de cumplimiento</b>	Prevalen costos elevados, complejidad normativa y falta de apoyo institucional.	72% reporta costos altos; 65% normativa compleja; 58% falta de acompañamiento.	Las dificultades estructurales señalan un déficit en gobernanza ambiental y capacidades institucionales.
<b>Prácticas ambientales</b>	Implementación desigual; predominan acciones básicas de control.	60% control de polvo; 55% gestión de residuos; 32% revegetalización; 28% control de emisiones.	Las prácticas tienden a ser reactivas y no constituyen sistemas robustos de gestión ambiental.
<b>Relación con autoridades</b>	Percepción de fiscalización irregular y enfoque sancionatorio.		Las empresas perciben poca orientación técnica, lo que limita mejoras sostenidas y refuerza tensiones institucionales.
<b>Presiones comunitarias</b>	Las comunidades influyen en la adopción de medidas adicionales de mitigación.	40% adopta medidas por presión vecinal.	Los conflictos socioambientales impulsan respuestas reactivo-defensivas en las empresas.

<b>Capacidades técnicas</b>	Marcada brecha tecnológica y operativa entre empresas grandes y pequeñas.	30% con alta capacidad técnica; 50% con maquinaria obsoleta.	La falta de tecnología limita el cumplimiento y la sostenibilidad del sector.
<b>Factores explicativos del incumplimiento</b>	Incumplimiento multicausal con factores económicos, técnicos, normativos e institucionales.		Coincide con teorías de gobernanza ambiental (Ostrom, Bebbington).

Tabla 15 Comparación de hallazgos por categorías de análisis Nota: Elaboración propia.

### Síntesis interpretativa

En conjunto, los hallazgos indican que el cumplimiento ambiental en las canteras del Valle de Aburrá es un fenómeno multicausal. Las empresas con mayor formalización, recursos técnicos y relaciones estables con la autoridad muestran mejores niveles de cumplimiento. Por el contrario, las pequeñas empresas, con menos recursos y menor claridad normativa, presentan mayores dificultades para cumplir. Autores como Bebbington (2012) y Ostrom (2015) demuestran que la gobernanza ambiental efectiva requiere capacidades institucionales, incentivos adecuados y acompañamiento técnico, elementos que aún presentan brechas en el territorio estudiado.

## 7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos revela que el cumplimiento normativo y ambiental de las canteras del Valle de Aburrá es un fenómeno complejo y multicausal, condicionado por factores institucionales, económicos, técnicos y comunitarios. Los descubrimientos centrales muestran que la formalización ambiental sigue siendo limitada, pues más de la mitad de las

empresas operan sin licencia ambiental o en procesos de regularización. Esta situación evidencia una brecha significativa entre la normativa ambiental y su aplicabilidad real, lo cual coincide con lo planteado por Bebbington (2012) y Ostrom (2015), quienes señalan que los sectores extractivos enfrentan desafíos estructurales cuando el costo del cumplimiento supera la capacidad instalada de las organizaciones o cuando la supervisión institucional es irregular.

El cruce entre categorías permite observar que las barreras económicas, junto con la complejidad normativa y la falta de acompañamiento técnico, convergen como factores explicativos del incumplimiento. Las empresas pequeñas —que representan la mayor proporción del sector— son las que enfrentan mayores dificultades, lo que concuerda con Szirmai (2015), quien destaca que las brechas tecnológicas y financieras inciden directamente en el desempeño ambiental de sectores productivos tradicionales. Esta convergencia también explica por qué las prácticas ambientales observadas, si bien existen, suelen ser parciales o intermitentes: la gestión de residuos y el control de polvo son frecuentes, pero las acciones más avanzadas (como control de emisiones o revegetalización) presentan un bajo nivel de adopción.

Otro cruce relevante entre categorías se encuentra en la relación entre presión comunitaria y prácticas ambientales. Las empresas ubicadas en zonas con mayor densidad poblacional han incorporado medidas adicionales de mitigación en respuesta a conflictos y quejas, lo cual coincide con Acosta (2013), quien afirma que las comunidades desempeñan un papel clave en la transformación del comportamiento ambiental en actividades extractivas. Sin embargo, la falta de espacios formales de diálogo ha generado tensiones que, en muchos casos, refuerzan percepciones de desconfianza hacia la autoridad y hacia las empresas.

Desde el punto de vista teórico, los hallazgos dialogan con los enfoques de gobernanza ambiental (Aguilar, 2014), que destacan la necesidad de coordinación, claridad normativa y fortalecimiento institucional para garantizar un cumplimiento efectivo. La evidencia muestra que la inspección estatal suele ser reactiva y dependiente de denuncias, lo que afecta la calidad del seguimiento. Esta dinámica explica por qué, aun existiendo normativa robusta, su eficacia es limitada en la práctica. Además, coincide con lo planteado por Porter y Van der Linde (1995), quienes argumentan que las regulaciones solo generan innovación ambiental cuando vienen acompañadas de incentivos y orientaciones técnicas.

Finalmente, al contrastar las hipótesis del estudio, se determinó que:

La hipótesis general se confirma, pues los resultados muestran una relación positiva entre el nivel de formalización ambiental (licencia, PMA, asesoría técnica) y el cumplimiento de prácticas ambientales. Las empresas con licencias vigentes y mayores capacidades tienden a realizar más acciones de mitigación y reportan menos dificultades normativas.

De manera general, los resultados permiten concluir que el cumplimiento ambiental en las canteras no depende únicamente de la voluntad empresarial, sino de la interacción entre capacidades internas, claridad normativa, gobernanza institucional y dinámica comunitaria. Esto sitúa la problemática dentro de un marco sistémico y multidimensional, coherente con los autores que abordan gobernanza, extractivismo y sostenibilidad en territorios latinoamericanos.

## 8. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permiten concluir que el cumplimiento normativo y ambiental en las empresas tipo cantera del Valle de Aburrá es un fenómeno profundamente condicionado por factores estructurales, institucionales y territoriales. La evidencia muestra que persisten altos niveles de informalidad, reflejados en que más de la mitad de las empresas no cuentan con licencia ambiental vigente o se encuentran en procesos incompletos de regularización. Este hallazgo confirma la existencia de brechas significativas entre la normativa ambiental y las capacidades reales de los actores para cumplirla, lo cual se alinea con los enfoques teóricos de gobernanza ambiental que destacan la importancia de la institucionalidad, la claridad normativa y el acompañamiento técnico.

En relación con las prácticas de gestión ambiental, se observa que, aunque algunas empresas han avanzado en la implementación de medidas de mitigación especialmente en el control de polvo y la gestión de residuos estas acciones son insuficientes para garantizar un desempeño ambiental sostenible. Las prácticas más complejas o de mayor inversión continúan siendo escasas, lo que refleja limitaciones financieras, técnicas y operativas, especialmente en empresas pequeñas y medianas. Esto evidencia un sector con capacidades desiguales, donde la brecha tecnológica y la falta de personal especializado afectan directamente la calidad de la gestión ambiental.

Asimismo, se concluye que las barreras económicas, la complejidad normativa y la falta de acompañamiento por parte de las autoridades constituyen los principales obstáculos para el cumplimiento. La percepción de que la fiscalización es reactiva y de corte punitivo, más que preventiva y orientadora, debilita los esfuerzos de mejora continua por parte de las empresas y

contribuye a relaciones institucionales tensas. Esto reafirma la necesidad de fortalecer los mecanismos de gobernanza, capacitación y articulación interinstitucional, para transformar el cumplimiento ambiental en un proceso colaborativo y no exclusivamente sancionatorio.

El estudio demuestra también que la presión comunitaria juega un papel relevante en la adopción de medidas de mitigación por parte de algunas empresas. En zonas con mayor densidad poblacional, las demandas sociales han impulsado prácticas ambientales adicionales, mientras que la falta de canales formales de diálogo ha generado conflictos socioambientales persistentes. Esto evidencia la importancia de considerar la dimensión territorial y social en la gestión ambiental de este tipo de actividades extractivas.

La actividad minera en el Valle de Aburrá requiere un modelo de acompañamiento técnico permanente, los hallazgos permiten concluir que el sector de canteras necesita un esquema institucional que no se limite a la fiscalización o sanción, sino que incorpore programas de asistencia técnica continua, capacitación empresarial y apoyo en la interpretación normativa. La ausencia de estos mecanismos genera incertidumbre y limita la capacidad de los productores para avanzar hacia estándares de sostenibilidad, especialmente en el caso de las empresas pequeñas y medianas.

La articulación interinstitucional entre autoridades ambientales, entes territoriales y empresas aún es débil se evidencia que la falta de coordinación entre las diferentes entidades responsables del control y seguimiento contribuye a dispersar información, generar mensajes contradictorios y dificultar la aplicación homogénea de la normativa ambiental. Esta insuficiente

articulación refuerza la percepción de los empresarios sobre la complejidad del sistema regulatorio y reduce la eficacia de las intervenciones estatales.

La gestión ambiental en las canteras está fuertemente influenciada por factores sociales y territoriales el estudio demuestra que variables comunitarias como la densidad poblacional, la visibilidad territorial de las canteras y la existencia de conflictos socioambientales afectan de manera significativa la adopción de prácticas ambientales. Las empresas ubicadas en zonas urbanas o periurbanas muestran un mayor esfuerzo por implementar medidas de mitigación, motivadas por la presión social y por la necesidad de mantener la licencia social para operar.

Las estrategias de sostenibilidad en el sector deben enfocarse en cerrar brechas tecnológicas y promover la innovación ambiental, las diferencias entre empresas en cuanto a maquinaria, infraestructura y personal especializado indican la urgencia de políticas públicas que incentiven la modernización tecnológica. Sin mejoras en estos aspectos, el cumplimiento ambiental continuará siendo desigual e insuficiente. La evidencia sugiere que la introducción de tecnologías limpias, procesos automatizados y sistemas de control moderno puede elevar el desempeño del sector y reducir sus impactos ambientales.

Finalmente, las hipótesis planteadas se confirman en su mayoría: existe una relación positiva entre formalización, capacidad técnica y cumplimiento ambiental; la influencia institucional es significativa pero limitada por la irregularidad del seguimiento; y la presión comunitaria incide en la implementación de medidas de mitigación. De manera general, se concluye que el desempeño

ambiental del sector de canteras está determinado por un sistema de factores interrelacionados, cuya comprensión integral es fundamental para orientar estrategias de sostenibilidad, regulaciones más efectivas y procesos de mejoramiento continuo tanto para las empresas como para las autoridades ambientales.

## 9. RECOMENDACIONES

### • Fortalecer los programas de acompañamiento técnico por parte de las autoridades ambientales

Dada la percepción generalizada de complejidad normativa y falta de orientación, se recomienda que las entidades ambientales (Corantioquia, Área Metropolitana, ANLA y autoridades municipales) implementen programas permanentes de asistencia técnica dirigidos a empresas pequeñas y medianas. Estos programas deben incluir:

- Jornadas de capacitación sobre licenciamiento y normativa vigente.
- Guías prácticas y simplificadas sobre trámites y obligaciones ambientales.
- Visitas de orientación previas a procesos sancionatorios.

Esto permitirá reducir la brecha entre el marco regulatorio y la capacidad real de cumplimiento de las empresas.

### • Promover una mayor articulación interinstitucional para un seguimiento coherente y eficiente

La investigación evidencia que la falta de coordinación entre las autoridades genera mensajes contradictorios y duplicidad de requerimientos. Se recomienda crear mesas técnicas interinstitucionales que reúnan a:

- Autoridades ambientales,
- Alcaldías municipales,
- Personerías,
- Dependencias de gestión del riesgo,
- Actores empresariales.

Este espacio permitiría estandarizar criterios, unificar procesos de seguimiento, compartir información y reducir inconsistencias en la fiscalización.

• **Establecer incentivos económicos y tecnológicos para mejorar el desempeño ambiental**

Dado que los costos son una de las barreras más fuertes para el cumplimiento, se recomienda implementar mecanismos de incentivo tales como:

- Créditos blandos o líneas verdes para modernización tecnológica.
- Bonificaciones o reducción de tasas para empresas con certificaciones ambientales o buenas prácticas.
- Convenios universidad–empresa para transferencia tecnológica.

Estas estrategias permitirían disminuir la brecha entre empresas grandes y pequeñas, promoviendo mejoras sostenidas en la gestión ambiental.

- **Fortalecer las prácticas de participación comunitaria y el diálogo territorial**

Los resultados muestran que la presión comunitaria influye significativamente en las prácticas ambientales. Por ello, se recomienda:

- Crear espacios periódicos de diálogo entre comunidad, empresas y autoridades.
- Implementar mecanismos de atención temprana de conflictos socioambientales.
- Mejorar la transparencia mediante informes públicos de cumplimiento.

Estas acciones pueden reducir tensiones, fortalecer la confianza y mejorar la “licencia social” para operar.

- **Implementar sistemas internos de gestión ambiental adaptados al tamaño de la empresa**

Se recomienda que las empresas diseñen sistemas de gestión ambiental escalables, considerando su capacidad técnica y económica. Para ello:

- Las empresas pequeñas pueden iniciar con planes básicos (control de polvo, residuos, drenajes).
- Las empresas medianas y grandes pueden avanzar hacia sistemas formales alineados con normas ISO 14001.
- Se deben asignar responsables ambientales formados, incluso bajo esquemas compartidos entre varias empresas pequeñas.

Esto garantizará prácticas más sistemáticas y sostenibles.

- **Modernizar la infraestructura operativa para reducir impactos críticos**

Los hallazgos evidencian que la maquinaria obsoleta y los sistemas deficientes aumentan los impactos ambientales. Por ello, se recomienda:

- Sustituir equipos antiguos por tecnologías más eficientes.
- Implementar sistemas de captación y reducción de emisiones.
- Mejorar la infraestructura de gestión de residuos y sedimentación.

Estas acciones mejorarán la competitividad del sector y reducirán conflictos socioambientales.

- **Consolidar un sistema de información y monitoreo continuo**

Las autoridades, en coordinación con las empresas, deben crear un sistema centralizado de información ambiental del sector cantera, que incluya:

- Datos actualizados sobre licencias, PMA, emisiones, residuos y medidas de mitigación.
- Registros de visitas, requerimientos y cumplimiento.
- Indicadores ambientales territorializados.

Esto permitirá tomar decisiones informadas, mejorar la transparencia y facilitar procesos de control más efectivos.

• **Fomentar investigaciones continuas sobre impactos, sostenibilidad y gobernanza minera**

Finalmente, se recomienda promover nuevas investigaciones que:

- Evalúen con mayor detalle los impactos acumulativos del sector.
- Analicen innovaciones en prácticas de mitigación.
- Profundicen en la gobernanza multiactor.
- Incorporen metodologías participativas con la comunidad.

Ello permitirá actualizar y validar estrategias de gestión ambiental acordes con los desafíos actuales del territorio.

## REFERENCIAS

Acosta, A. (2013). *Extractivismo y neoextractivismo: Dos caras de la misma maldición*. Editorial Abya-Yala.

Agencia Nacional de Minería. (2015). *Guía para el proceso de titulación minera en Colombia*. ANM.

Agencia Nacional de Minería. (2019). *Sistema de cuadrícula minera: Lineamientos técnicos y jurídicos*. ANM.

Aguilar, L. (2014). *Gobernanza y gestión pública: Reformas e innovación*. Fondo de Cultura Económica.

Álvarez-Santos, M., & Yamada, K. (2018). *Environmental governance failures in small-scale quarry operations: A systemic diagnosis in Japan*. University of Tokyo Press.

Arévalo-Cortés, J. (2020). *Diagnóstico de sostenibilidad ambiental en canteras de Antioquia mediante análisis multicriterio [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]*.

Aven, T. (2015). *Risk analysis*. Wiley.

BBVA. (2025). *Sostenibilidad y modelos empresariales responsables*. BBVA Research.

Bebbington, A. (2012). *Minería, movimientos sociales y respuestas campesinas*. Instituto de Estudios Peruanos.

Benítez-Ruiz, S., & Muñoz-Gallo, P. (2018). *Impactos sociales de la minería de agregados en comunidades rurales colombianas: Un estudio etnográfico*. Universidad del Cauca.

Bourdin, P. (2019). *Socio-environmental impacts of aggregate mining in peri-urban France: A mixed-methods assessment*. Institut Français d'Études Urbaines.

Brundtland, G. H. (1987). *Our common future*. Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Naciones Unidas.

Cárdenas-Montoya, J. (2018). *Impactos ambientales de canteras en el Valle de Aburrá mediante cartografía digital y SIG*. Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Carroll, A. (1999). *Corporate social responsibility*. *Business & Society*, 38(3), 268–295.

**SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ:** (601) 587 87 97  
**CAMPUS MEDELLÍN:** (604) 604 07 77  
**SECCIONAL BUCARAMANGA:** (607) 698 58 58  
**SECCIONAL TUNJA:** (608) 744 04 04  
**SECCIONAL VILLAVICENCIO:** (608) 661 43 61

CEMEX. (2024). Manual técnico de agregados para la construcción. CEMEX Latinoamérica.

Conesa, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa.

Contraloría General de la República. (2011). Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente. Contraloría General de la República.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE Publications.

Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130–141.

Echeverri-Zapata, F. (2020). Percepción comunitaria sobre la actividad de canteras en barrios colindantes de Medellín: Un estudio cualitativo. Universidad de Medellín.

Elkington, J. (1994). Toward the sustainable corporation. *California Management Review*, 36(2), 90–100.

Elkington, J. (1997). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Journal of Business Ethics*, 23(2), 243–256.

Faludi, A. (2000). The performance of spatial planning. *Planning Practice & Research*.

Flick, U. (2014). Introducción a la investigación cualitativa (4.ª ed.). Morata.

Garay, L. J. (2013). Minería en Colombia: Fundamentos para superar el modelo extractivista. Contraloría General de la República.

Glasson, J., Therivel, R., & Chadwick, A. (2012). Introduction to environmental impact assessment. Routledge.

González-Mesa, D. (2019). Evaluación del cumplimiento normativo ambiental en explotaciones mineras de materiales de construcción en Colombia. Universidad de Antioquia.

Guerrero, P., & Blanco, N. (2002). Principios de minería sostenible. Universidad Nacional de Colombia.

Henao-Giraldo, M. (2022). Evaluación socioeconómica de empresas extractivas en Antioquia bajo el enfoque de triple cuenta de resultados. Universidad Católica de Oriente.

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). Foundations of behavioral research (4th ed.). Wadsworth.

Kravchenko, D., & Belinsky, I. (2020). Corporate sustainability performance in Russian extractive industries: An econometric evaluation. Siberian Academy of Sciences.

Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental governance. *Annual Review of Environment and Resources*, 31, 297–325.

Lopera-Jiménez, R., & Castillo-Ortega, M. (2022). Gestión corporativa para la sostenibilidad en empresas extractivas colombianas. Universidad EAFIT.

Mendoza-Rojas, L., & Riquelme, F. (2021). Sustainable mining and community conflicts in Chile. Universidad de Chile.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2020). Environmental performance review: Colombia 2020. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264310337-en>

Ostrom, E. (2015). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.

Pérez-Aristizábal, L., & Restrepo-Hoyos, V. (2019). Análisis de riesgos ambientales asociados a explotaciones mineras de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Politécnico Jaime Isaza Cadavid.

Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118.

Posada, C. A. (2023). Clasificación y comportamiento de los agregados en la construcción moderna. Universidad Nacional de Colombia.

Pretty, J. (1995). Participatory approaches. *World Development*, 23(8), 1247–1263.

Ramírez Rojas, M. (2009). Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Universidad Nacional de Colombia.

Sachs, I. (2004). Desarrollo sustentable. *Revista de Economía Política*, 24(1), 27–47.

Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice*. Oxford University Press.

Suárez-Palacio, N. (2021). Relaciones entre gobernanza minera y sostenibilidad territorial en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.

Tapscott, D., & Ticoll, D. (2003). *The naked corporation*. Free Press.

Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management*. McGraw-Hill.

United Nations Environment Programme. (2011). *Clean technology programme*. Naciones Unidas.

Vargas, E. (2002). Indicadores de sostenibilidad para la minería colombiana. Universidad Nacional de Colombia.

Vargas, E. (2004). La política minera para el desarrollo sostenible. *Boletín Ciencias de la Tierra*, 16, 77–92.

Vester, F. (1999). *The art of interconnected thinking*. MCB Publishing House.

Zapata-Rúa, J. (2021). Cumplimiento de normativas ambientales en canteras del Aburrá Norte. Universidad de San Buenaventura Medellín.