



**Visor Geográfico para identificar zonas de extracción de materiales de
construcción en la ciudad de Bucaramanga**

Modalidad

Proyecto de investigación

Alex Julián Orduz Acosta
CC. 1.098.729.576

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias naturales e Ingenierías
Tecnología en Levantamientos Topográficos
Bucaramanga, 19 de noviembre 2024



**Visor Geográfico para identificar zonas de extracción de materiales de
construcción en la ciudad de Bucaramanga**

Modalidad

Proyecto de investigación

Alex Julián Orduz Acosta
CC. 1.098.729.576

**Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Levantamientos Topográficos**

DIRECTOR

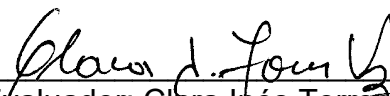
José Luis Gómez Díaz

Grupo de investigación – GRIMAT

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias naturales e Ingenierías
Tecnología en Levantamientos Topográficos
Bucaramanga, 19 de noviembre 2024**

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar el título Tecnólogo en Levantamientos Topográficos según acta No.30 del 26 de noviembre de 2024 del Comité de Proyectos de Grado.



Firma del Evaluador: Clara Inés Torres Vásquez



Firma del Director: José Luis Gómez Díaz

Dedicatoria

Agradecimientos

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	10
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	11
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2. JUSTIFICACIÓN	13
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. ESTADO DEL ARTE	16
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1.2. ANÁLISIS ESPACIAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE CONSTRUCCIÓN	19
2.1.3. APLICACIONES DE ARCGIS EN LA CONSTRUCCIÓN	19
2.1.4. MINERÍA Y EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	20
2.1.5. OPTIMIZACIÓN DE RUTAS Y LOGÍSTICA EN LA CONSTRUCCIÓN	20
2.1.6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA-SIG	21
2.2. MARCO LEGAL	22
2.2.1. LEY 685 DE 2001- CÓDIGO DE MINAS	22
2.2.2. LEY 99 DE 1993	22
2.2.3. LEY 388 DE 1997- LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	23
2.2.4. DECRETO 1076 DE 2016- DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	23
2.2.5. RESOLUCIÓN 1257 DE 2013- LICENCIAS AMBIENTALES	24
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.3.1. ARCGIS	24
2.3.2. ANÁLISIS ESPACIAL	24
2.3.3. OPTIMIZACIÓN DE RUTAS	25
2.3.4. EXPLOTACIÓN MINERA	25
2.4. MARCO AMBIENTAL.....	26
2.4.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL- EIA	26
2.4.2. GESTIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS.....	27
2.4.3. MITIGACIÓN DE IMPACTOS.....	27
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	29

4.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	36
5.	RESULTADOS.....	54
5.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
6.	CONCLUSIONES	57
7.	RECOMENDACIONES	58
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
9.	ANEXOS	62

Lista de figuras

<i>Figura 1. Identificación de zonas de extracción minera en el departamento de Santander años 2020 al 2023</i>	<i>37</i>
<i>Figura 2. Producción total de minerales en el departamento de Santander durante los años 2021 al 2023</i>	<i>39</i>
<i>Figura 3. Diseño de mapa y selección de las zonas mineras en Bucaramanga departamento de Santander</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4. Títulos mineros Bucaramanga-Santander últimos 30 años apreciados en color rojo</i>	<i>46</i>
<i>Figura 5. Información general visor geográfico desde ArcGIS</i>	<i>47</i>
<i>Figura 6. Diseño de visor geográfico desde ArcGIS</i>	<i>48</i>
<i>Figuras 7 y 8. Diseño de visor geográfico desde ArcGIS, configuración de Widgets y atributos</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9. Vista de diseño de visor geográfico desde ArcGIS.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 10. Información de zonas de explotación minera años 2021 al 2023.....</i>	<i>52</i>
<i>Figuras 11 y 12. Información de zonas de explotación minera y concesiones últimos 30 años.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 13. Visor geográfico publicado</i>	<i>55</i>

Resumen ejecutivo

Este trabajo presenta el desarrollo de un visor geográfico para identificar las zonas de extracción de materiales de construcción en Bucaramanga, Santander. El objetivo principal del proyecto fue crear una herramienta interactiva que permita la consulta de datos geoespaciales, facilitando la toma de decisiones por parte de los usuarios en los sectores de construcción y medio ambiente. Para ello, se utilizaron datos geoespaciales obtenidos de concesiones mineras activas, que fueron procesados y visualizados utilizando ArcGIS Pro, un software avanzado de SIG.

La metodología incluyó la investigación y posterior recopilación de datos geoespaciales en formato GeoJSON y shapefiles, que fueron cargados y procesados en ArcGIS Pro. Posteriormente, se diseñó el visor, integrando capas de información sobre las concesiones mineras, los tipos de materiales extraídos y su distribución geográfica. Se emplearon funcionalidades interactivas que permiten a los usuarios acceder a detalles específicos de cada concesión, como el tipo de mineral explotado y la extensión de las áreas de extracción.

Entre los resultados más destacados se encuentra la visualización clara y detallada de las zonas de explotación minera, que permite una mejor comprensión de la distribución geográfica de las concesiones y su impacto en la región. el visor geográfico desarrollado es una solución eficiente para facilitar la gestión y toma de decisiones en el ámbito de la minería de materiales de construcción. Proporciona una plataforma interactiva que puede escalarse a otros sectores y regiones, contribuyendo a la transparencia y sostenibilidad de las actividades mineras.

Palabras clave. *ArcGIS Pro, concesiones, extracción minera, datos geoespaciales, visor geográfico.*

Introducción

El crecimiento urbano y los proyectos de infraestructura en Bucaramanga, Santander, han generado una creciente demanda de materiales de construcción como arena, grava, asfalto y caliza (Prieto et al., 2022). Identificar las zonas de extracción de estos recursos es muy importante para asegurar un desarrollo sostenible y eficiente, por lo cual este proyecto tiene como objetivo diseñar un visor geográfico que permita a los usuarios visualizar las zonas de explotación minera y las concesiones activas de la región, apoyando así los procesos de planificación y toma de decisiones en los sectores de la construcción y el medio ambiente.

La implementación del visor se realizó utilizando ArcGIS Pro, una herramienta avanzada de SIG que permite la gestión, visualización y análisis de datos geoespaciales (ESRI Colombia, 2021). Con este visor, se pretende ofrecer una plataforma interactiva donde los usuarios interesados logren consultar los detalles de cada concesión minera y el tipo de material extraído, facilitando el acceso a información clave que puede ser utilizada tanto por entidades públicas como privadas en la planificación de proyectos de construcción y en la gestión sostenible de recursos naturales.

1. Descripción del trabajo de investigación

1.1. Planteamiento del problema

Considerando el constante desarrollo para el sector de la construcción, la ciudad de Bucaramanga ha experimentado un notable crecimiento del mismo, ya que este aumento en este campo; ha generado un impacto significativo en la demanda de materiales de construcción, y de los costos de estos insumos.

Según el documento Balance de la Construcción en Santander, de la Cámara de Comercio de Bucaramanga del año 2023: “Durante el primer semestre de 2023 el Producto Interno Bruto de Colombia presentó un crecimiento de 1,7% respecto al 2022. A nivel sectorial, la construcción registró una contracción de 3,6% en el PIB, dentro de la cual, la mayor contribución a este ajuste estuvo explicado por los subsectores de obras civiles (-16,3%) y actividades especializadas (-3,1%). Mientras, la construcción residencial y no residencial registró un leve crecimiento (2,6%)” (CCB, 2023).

A pesar del dinamismo en la demanda de los materiales para la construcción en el departamento de Santander en los últimos años, surge la necesidad de explorar nuevas estrategias, especialmente a la luz de las nuevas tecnologías, dada la limitación de desplazamiento de los compradores y los posibles costos, tanto económicos como de tiempo, al buscar proveedores de estos materiales. Por esto, es necesario plantear la necesidad de abordar la problemática de manera innovadora.

Sin embargo, la gran oferta de materiales de construcción no siempre está accesible para todos los compradores. En otras palabras, la carencia de información sobre los lugares de explotación minera en la ciudad de Bucaramanga y alrededores se

manifiesta como un problema en cuanto la obtención de materia prima, esto por la falta de conocimiento sobre la ubicación de estos puntos de extracción, dificulta el abastecimiento para el desarrollo continuo de la construcción en la región Bumanguesa.

Lo anterior conlleva a la pregunta problema de investigación: ¿Cómo impacta el costo de desplazamiento de materias primas en el sector de la construcción y cuáles son los lugares de explotación minera de la ciudad de Bucaramanga, Santander y sus alrededores, y como se pueden identificar?

1.2. Justificación

En el contexto temporal actual, se destaca la importancia de avanzar en la investigación para comprender a fondo la dinámica de los centros de abastecimiento de materias primas y su competencia en el mercado. Para lograr esto, se investigará el cómo podría implementarse un innovador aplicativo que logre recopilar de manera integral toda la información relevante sobre los sitios de explotación minera en la Ciudad de Bucaramanga y sus alrededores. Recordemos que al utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) como base, este permite la generación de datos adicionales, lo que permitiría mostrar la ubicación espacial de estos lugares, descripción de estos, brindando así una perspectiva completa de la realidad minera en la región.

La realización de este proyecto de investigación se presenta como esencial, ya que los frutos de la indagación se traducirán en un componente práctico capaz de satisfacer las demandas de la población en el ámbito comercial. En la actualidad, atender estas necesidades se ha vuelto imperativo debido al constante crecimiento del sector de la construcción. En este contexto, la adquisición de materiales es un factor importante para llevar a cabo eficientemente las actividades constructivas, abarcando desde la identificación de canteras hasta la obtención de materiales de arrastre.

El impacto de los costos en el sector de la construcción es una variable crítica que influye de manera significativa en la viabilidad y el éxito de los proyectos en la región de Bucaramanga y sus alrededores, la fluctuación de los precios de los materiales de construcción puede tener repercusiones directas en el presupuesto total de una obra, lo que a su vez puede afectar la planificación financiera y el cronograma de ejecución. Los costos elevados pueden generar dificultades financieras para las empresas del sector, limitando su capacidad para competir en el mercado y llevar a cabo proyectos de manera rentable.

En un entorno económico donde la eficiencia y la optimización de recursos son imperativos, los altos costos de los materiales pueden representar un obstáculo significativo para el desarrollo de proyectos de construcción. La disponibilidad y accesibilidad de los materiales de construcción son factores clave que influyen en los costos finales de un proyecto, por lo que la identificación de lugares de explotación minera y la optimización de la cadena de suministro son aspectos críticos a considerar para mitigar el impacto de los costos en el sector.

Este proyecto, aportará conocimientos específicos sobre la disponibilidad y calidad de estos recursos, contribuirá significativamente a optimizar los procesos en el sector de la construcción, respondiendo de manera efectiva a las demandas cambiantes del entorno comercial.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un Visor Geográfico que permita la visualización y análisis de las respectivas zonas de explotación minera cercanos a la Ciudad de Bucaramanga, Santander, utilizando herramientas de gestión de datos geoespaciales, para facilitar la adquisición de materiales en el campo de la construcción

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las zonas de extracción minera a partir de la consulta de información de instituciones como la Agencia Nacional de Minería, y sobre aplicaciones de mapas en la web para consolidar una base de datos geográfica de zonas de extracción de materiales para la construcción.

- Categorizar los materiales de construcción y las zonas de extracción de estos, por medio de revisión de fuentes secundarias y análisis de los datos, para facilitar la consulta de la información.

- Diseñar el visor geográfico con apoyo de la herramienta ArcGIS, que permita la consulta de los datos geoespaciales para apoyar los procesos de toma de decisión por parte de los usuarios de la construcción.

1.4. Estado del arte

La aplicación de conceptos mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el sector económico de la construcción en la Ciudad de Bucaramanga revela una creciente tendencia hacia la integración de estas tecnologías para optimizar procesos y tomar decisiones informadas. En la actualidad, la aplicación de SIG en el ámbito de la construcción se ha convertido en una herramienta esencial para la gestión eficiente de recursos y la planificación estratégica.

Varios estudios como lo menciona el libro de Kang & Zhang (2017), aplicaciones prácticas de SIG en la Planificación Urbana y Construcción, en donde analizan casos prácticos de aplicación de SIG en planificación urbana y construcción, resaltando beneficios en la optimización de recursos y la toma de decisiones, destacan su utilidad en la identificación de ubicaciones geospaciales óptimas para proyectos de construcción, la evaluación de la disponibilidad de materiales de construcción y la optimización de rutas logísticas (Kang & Zhang, 2017).

Se ha observado que las constructoras en Bucaramanga, como Inversiones y Proyectos Constructivos S.A.S y Construcciones Bucaramanga Ltda, los cuales han empezado en adoptar SIG para la visualización y análisis de datos geospaciales, facilitando la toma de decisiones basada en información precisa y actualizada, donde la integración de estos sistemas ha permitido una planificación más precisa de proyectos, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia operativa.

Según Jonker de IBM, “los sistemas de información geográfica (SIG) son sistemas informáticos que producen visualizaciones conectadas de datos geospaciales, es decir, datos referenciados espacialmente a la Tierra, además de crear visualizaciones, los SIG son capaces de capturar, almacenar, analizar y gestionar datos geospaciales” (Jonker, 2023)

En cuanto a la explotación de recursos para la construcción, la aplicación de SIG ha demostrado ser valiosa al mapear y analizar las canteras y depósitos de materiales

de arrastre en la región. Teniendo en cuenta el informe de ICMM (Consejo Internacional de Minería y Metales de Londres, 2021), detalla que la fase de exploración de recursos para la construcción se enfoca en identificar y evaluar los materiales presentes en la corteza terrestre o en la superficie que son útiles para proyectos constructivos. Estos recursos son esenciales para determinar la viabilidad económica de la extracción y se refieren a las reservas de materiales que pueden ser utilizadas de manera rentable.

En cuanto a la explotación de recursos para la construcción, existen diversas técnicas que se emplean según las características del terreno y los materiales requeridos. Una de las técnicas más comunes es la minería de superficie, que implica la eliminación de la vegetación, el suelo y, en algunos casos, capas de roca para acceder a los depósitos minerales o materiales de construcción enterrados. Dentro de esta categoría, se destacan la explotación a cielo abierto y la explotación por destape. La primera consiste en la recuperación de materiales de un área que se va ampliando y profundizando progresivamente, utilizando maquinaria pesada para el transporte del material extraído.

Mientras tanto, la explotación por destape implica la remoción selectiva de las capas superficiales para exponer los materiales útiles. Por otro lado, la minería subterránea también puede ser utilizada para la extracción de materiales de construcción, esta técnica implica la creación de pozos verticales en el suelo, desde donde se excavan túneles laterales a diferentes profundidades para alcanzar los depósitos de materiales. Los vehículos se encargan de transportar el material desde el frente de explotación hasta las áreas de procesamiento en la superficie.

Esto no solo optimiza la selección de sitios para la extracción de materiales, sino que también contribuye a una gestión más sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, aunque se observa un avance significativo en la adopción de SIG en la

construcción en Bucaramanga, aún existen oportunidades para mejorar la integración de estas tecnologías en toda la cadena de valor del sector (ICCM, 2021).

Para concluir y teniendo en cuenta el libro: Evaluación de Riesgos y Toma de Decisiones en Proyectos de Construcción de los autores: Cheng & Li del año 2020, analizan y determinan el estudio que logra examinar el uso de los SIG en la evaluación de riesgos y la toma de decisiones en proyectos de construcción, resaltando su papel en la mitigación de riesgos (Cheng & Li, 2020).

2. Marco referencial

2.1. Marco teórico

2.1.2. Análisis espacial en la identificación de sitios de construcción

La identificación de sitios de construcción a través del análisis espacial es una de las aplicaciones más valiosas de ArcGIS, implica la evaluación de la idoneidad de ubicaciones basándose en múltiples factores, como la accesibilidad, la topografía, las restricciones ambientales y la proximidad a infraestructuras existentes (ESRI Colombia , 2021).

Leguizamón et al (2018) proporcionan un análisis de los métodos de análisis de adecuación de uso del suelo basados en SIG, destacando cómo estas herramientas pueden mejorar la eficiencia en la planificación de proyectos de construcción para la planificación minera, al considerar factores como la elevación, el drenaje y la cercanía a vías de transporte, ArcGIS permite a los planificadores identificar las ubicaciones más adecuadas para el desarrollo, minimizando riesgos y costos (Leguizamón et al, 2018)

2.1.3. Aplicaciones de ArcGIS en la construcción

Su capacidad para representar espacialmente variables clave facilita la identificación de sitios óptimos para proyectos de construcción, la planificación urbana y la gestión de recursos naturales, la integración de datos multidisciplinarios en ArcGIS permite a los profesionales del sector tomar decisiones informadas y eficientes (Aeroterra, 2023).

Esri Colombia (2021), destaca que ArcGIS permite la visualización y análisis de datos geoespaciales en tiempo real, lo que es importante para la planificación y ejecución de proyectos de construcción. La herramienta facilita la identificación de ubicaciones adecuadas para nuevos desarrollos, la evaluación de la accesibilidad y la topografía, y la gestión de restricciones ambientales y legales (ESRI Colombia , 2021).

2.1.4. Minería y explotación de materiales de construcción

La explotación de recursos para la construcción se puede realizar mediante minería de superficie o subterránea. La minería de superficie incluye la explotación a cielo abierto y la explotación por destape, mientras que la minería subterránea implica la creación de pozos verticales y túneles laterales para acceder a los depósitos de materiales (IngeoExpert, 2019).

El Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, 2021) destaca que la fase de exploración de recursos para la construcción se enfoca en identificar y evaluar los materiales presentes en la corteza terrestre o en la superficie que son útiles para proyectos constructivos, estos recursos son esenciales para determinar la viabilidad económica de la extracción y se refieren a las reservas de materiales que pueden ser utilizadas de manera rentable.

2.1.5. Optimización de rutas y logística en la construcción

ArcGIS también cuenta con la optimización de rutas y la planificación logística en la construcción, lo que incluye la identificación de depósitos de materiales de construcción y la planificación eficiente de la cadena de suministro. Ceballos et al (1011) desarrollaron un marco basado en SIG para optimizar el reciclaje de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Cali, demostrando cómo estas herramientas pueden reducir costos y mejorar la eficiencia operativa (Ceballos et al, 2021).

Dado los autores, la optimización de rutas con ArcGIS permite a las empresas de construcción planificar el transporte de materiales de manera más eficiente, considerando factores como el tráfico, las condiciones de las carreteras y la distancia a los sitios de construcción. Esto no solo reduce los costos de transporte, sino que también minimiza el impacto ambiental asociado con el transporte de materiales.

2.1.6. Sistemas de Información geográfica-SIG

Son herramientas tecnológicas que integran datos geoespaciales para el análisis y la visualización; permiten capturar, almacenar, manipular, analizar, gestionar y presentar todo tipo de datos georreferenciados. La principal ventaja de los SIG radica en su capacidad para integrar diversas fuentes de información en un único sistema, lo que permite realizar análisis complejos y obtener resultados precisos y útiles para la toma de decisiones (Aeroterra, 2023).

ArcGIS, desarrollado por Esri, es uno de los softwares líderes en esta categoría. Ofrece herramientas avanzadas para la gestión, análisis y representación de datos espaciales, permitiendo la creación de mapas interactivos y detallados que facilitan la comprensión y análisis de los datos geográficos. ArcGIS proporciona capacidades avanzadas que son esenciales para la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y la evaluación de riesgos en proyectos de construcción (Aeroterra, 2023).

2.2. Marco legal

2.2.1. Ley 685 de 2001- Código de minas

Regula las actividades mineras en Colombia, estableciendo los principios y procedimientos para la exploración y explotación de recursos minerales y es fundamental para asegurar que el proyecto cumpla con todas las regulaciones legales y ambientales

Sus principales aspectos incluyen el título minero, le cual define los requisitos y procedimientos para la obtención de títulos mineros, que autorizan la exploración y explotación de minerales. Los derechos y obligaciones, las cuales establecen los derechos de los titulares mineros, así como las obligaciones en términos de protección ambiental, seguridad industrial y derechos laborales.

Los procedimientos y permisos para la adjudicación de áreas mineras, las condiciones de los contratos de concesión y las licencias ambientales requeridas y la fiscalización y control que detallan los mecanismos de supervisión y control de las actividades mineras por parte de las autoridades competentes para asegurar el cumplimiento de la normativa. (CRC, 2001).

2.2.2. Ley 99 de 1993

Crea el Ministerio del Medio Ambiente y desarrolla los principios generales para la protección del medio ambiente en Colombia, es de considerar las disposiciones de esta ley para asegurar que el proyecto no afecte negativamente al medio ambiente, se establece el principio de precaución que ante la falta de certeza científica no debe ser motivo para posponer medidas que eviten la degradación ambiental.

Desarrollo sostenible, que promueve el uso sostenible de los recursos naturales para garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras, la EIA más conocida como la Evaluación de Impacto Ambiental que introduce la obligatoriedad de realizar evaluaciones de impacto ambiental para proyectos que puedan afectar el medio ambiente y la participación ciudadana que garantiza los procesos de toma de decisiones ambientales. .(CRC, 1993).

2.2.3. Ley 388 de 1997- Ley de ordenamiento territorial

Establece los lineamientos para la planificación y uso del suelo en Colombia y permiten asegurar que las actividades de extracción de materiales de construcción estén alineadas con la planificación urbana y rural, como lo es el POT o Plan de Ordenamiento Territorial que define la elaboración de los mismos por parte de los municipios y distritos, estableciendo el uso del suelo y las áreas de protección ambiental, regula el uso del suelo para diferentes actividades, incluyendo la explotación minera, asegurando su compatibilidad con la planificación urbana y rural. Y promueve el desarrollo urbano y rural sostenible, asegurando el equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación ambiental. (CRC , 1997).

2.2.4. Decreto 1076 de 2016- Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible

Compila y sistematiza las regulaciones ambientales en Colombia e incluye disposiciones sobre la gestión de recursos naturales, la protección del medio ambiente y la sostenibilidad, que son esenciales para cualquier proyecto de extracción de recursos. Como lo son las disposiciones sobre la conservación, uso y manejo sostenible de los recursos naturales, las normas para la protección de los ecosistemas y la biodiversidad, junto a los lineamientos para asegurar que los proyectos y actividades económicas sean sostenibles y minimicen su impacto ambiental. (CRC, 2015).

2.2.5. Resolución 1257 de 2013- Licencias ambientales

Regula la expedición de licencias ambientales para proyectos mineros y de construcción, estableciendo los requisitos y procedimientos para obtener las autorizaciones necesarias, para obtener licencias ambientales, incluyendo la documentación necesaria y los estudios de impacto ambiental, Establece los procedimientos para la evaluación y aprobación de las solicitudes de licencias ambientales y dispone las obligaciones de los titulares de las licencias para monitorear y reportar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las licencias (CRC, 2013).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. ArcGis

Software desarrollado por Esri para el manejo de datos geoespaciales y facilita la creación, análisis y visualización de mapas y datos relacionados con el espacio geográfico. Permite la elaboración de mapas detallados con múltiples capas de información geográfica, facilita la realización de análisis complejos para identificar patrones, tendencias y relaciones espaciales, ofrece herramientas para la gestión y almacenamiento eficiente de grandes volúmenes de datos geoespaciales y proporciona diversas opciones de visualización, incluyendo mapas interactivos y gráficos, que mejoran la interpretación de los datos (Aeroterra, 2023).

2.3.2. Análisis espacial

Proceso de examinar ubicaciones, atributos y relaciones de características en datos espaciales a través de operaciones analíticas para obtener información útil para la

toma de decisiones a la vez permite la identificación de las mejores ubicaciones para actividades específicas basándose en criterios geográficos y espaciales, la detección de patrones y tendencias en los datos espaciales, lo cual es útil para la planificación y gestión de recursos, la evaluación de la proximidad y accesibilidad de recursos, servicios e infraestructuras y la creación de modelos para simular y prever escenarios futuros basados en datos espaciales. (ESRI Colombia , 2021)

2.3.3. Optimización de rutas

Técnica utilizada para determinar la ruta más eficiente para el transporte de bienes y servicios, minimizando costos y tiempos de desplazamiento, utiliza algoritmos matemáticos y computacionales para encontrar la ruta más corta o más rápida, incluye la evaluación de factores como la distancia, el tiempo, el costo del combustible, el tráfico y las condiciones de la carretera, utilizada ampliamente en la logística y gestión de la cadena de suministro para mejorar la eficiencia del transporte y la entrega de productos (Enciso, 2018).

2.3.4. Explotación minera

Proceso de extracción de minerales y otros materiales geológicos valiosos de la tierra, importante para la obtención de materiales de construcción. Entre las que se encuentra la extracción de materiales desde la superficie terrestre, eliminando la capa superior de tierra y roca, la extracción de materiales mediante la creación de túneles y pozos bajo la superficie terrestre, la extracción de minerales valiosos de depósitos aluviales, usualmente en lechos de ríos y playas junto a la evaluación de los efectos ambientales de las actividades mineras y las medidas para mitigarlos (IngeoExpert, 2019).

2.4. Marco ambiental

2.4.1. Evaluación de Impacto ambiental- EIA

Evaluación del efecto potencial de las actividades de extracción minera sobre el medio ambiente, incluyendo aire, agua, suelo y biodiversidad. La normativa ambiental vigente, como la Ley 99 de 1993, que es de gran importancia para garantizar que el proyecto cumpla con los estándares ambientales (CRC, 1993).

Junto a esta Ley, la evaluación dada la ANDI (2016) debe considerar:

2.4.1.1. Calidad del aire: Monitoreo y control de emisiones de polvo y gases contaminantes durante las actividades de extracción y transporte de materiales.

2.4.1.2. Recursos hídricos: Evaluación de la disponibilidad y calidad del agua, asegurando que las actividades mineras no contaminen las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

2.1.4.3. Suelos: Análisis del impacto de la extracción en la estabilidad y calidad del suelo, incluyendo la prevención de erosión y degradación.

2.1.4.4. Biodiversidad: Identificación y protección de especies y ecosistemas locales, evitando la destrucción de hábitats naturales.

2.1.4.5. Paisaje: Conservación del paisaje natural y minimización de alteraciones visuales significativas (ANDI, 2016).

2.4.2. Gestión sostenible de recursos

Prácticas y estrategias para la explotación de recursos naturales de manera sostenible, minimizando el impacto ambiental y asegurando la disponibilidad de estos recursos para futuras generaciones (ONU , 2020).

2.4.3. Mitigación de Impactos

Medidas y estrategias implementadas para reducir o eliminar los efectos negativos de las actividades de extracción minera sobre el medio ambiente, lo que incluye la rehabilitación de áreas degradadas y la implementación de tecnologías limpias (Ministerio de Ambiente , 2016).

Por su parte la ANLA (2023) analiza que, para minimizar el impacto ambiental, se deben implementar las siguientes prácticas sostenibles:

2.4.3.1. Rehabilitación de sitios: Restauración de áreas afectadas por la extracción, mediante la replantación de vegetación nativa y la estabilización de suelos.

2.4.3.2. Gestión de residuos: Implementación de estrategias para reducir, reutilizar y reciclar residuos generados durante las actividades de extracción y procesamiento.

2.4.3.3. Control de erosión: Utilización de barreras naturales y artificiales para prevenir la erosión del suelo y la sedimentación en cuerpos de agua.

Eficiencia Energética: Uso de maquinaria y equipos eficientes en el consumo de energía para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.4.3.4. Monitoreo ambiental: Establecimiento de programas de monitoreo continuo para evaluar la calidad del aire, agua y suelo, y para asegurar el cumplimiento de los estándares ambientales.

2.4.3.5. Educación y capacitación: Capacitación de los trabajadores y la comunidad en prácticas ambientales responsables y sostenibles.

3. Diseño de la investigación

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto cuenta con un enfoque metodológico que combina características de investigación exploratoria y es fundamental, ya que implica la identificación y sistematización de información sobre zonas de explotación minera, una tarea que no ha sido ampliamente desarrollada en el área específica de Bucaramanga. Esta fase exploratoria es esencial para descubrir nuevas áreas de interés, establecer relaciones entre variables y formular hipótesis que guíen la fase siguiente del proyecto.

Por lo anterior, la investigación exploratoria se utiliza principalmente cuando el objetivo es investigar un tema o problema que no ha sido ampliamente estudiado o que presenta muchas incógnitas. Este enfoque permite al investigador familiarizarse con el fenómeno en cuestión, identificar variables clave, y formular preguntas o hipótesis para estudios futuros. La exploración es importante para descubrir nuevos conocimientos y generar un entendimiento preliminar que sirva de base para investigaciones más detalladas (Velázquez, 2021).

Y descriptiva ya que, tras la identificación inicial, el proyecto adopta este enfoque con el fin de documentar y caracterizar las zonas mineras, así como para analizar los materiales de construcción extraídos de estas áreas. La investigación descriptiva permitirá generar un entendimiento profundo y detallado de las características

geográficas, ambientales y socioeconómicas de las zonas de explotación, lo cual es de importancia para el desarrollo de un visor geográfico útil y preciso.

La investigación descriptiva, por otro lado, se centra en la observación y descripción detallada de un fenómeno específico, tal como se presenta en su entorno natural. El propósito es proporcionar un retrato preciso y detallado de las características, propiedades o comportamientos de dicho fenómeno. Este enfoque es útil para documentar situaciones actuales, identificar patrones o tendencias, y crear una base sólida de datos que puede ser utilizada para análisis posteriores o para la toma de decisiones informadas (Muguira, 2021).

3.2. Enfoque

El proyecto adopta un enfoque metodológico **mixto**, combinando tanto componentes cuantitativos como cualitativos para proporcionar una comprensión integral y detallada del problema abordado, es fundamental para captar no solo los aspectos medibles y numéricos, sino también las dimensiones sociales, normativas y contextuales que rodean la explotación minera y su impacto en el sector de la construcción en Bucaramanga, Santander.

El enfoque cuantitativo se centra en la recolección y análisis de datos numéricos para explicar fenómenos, identificar patrones, establecer relaciones entre variables y, en muchos casos, generalizar los resultados a una población más amplia. Este enfoque es sistemático y estructurado, y suele utilizar herramientas estadísticas para el análisis de

datos. Los investigadores que adoptan un enfoque cuantitativo buscan medir variables de manera precisa y objetiva, lo que permite obtener resultados replicables y confiables (Ortega, 2022).

El enfoque cuantitativo es predominante en este proyecto, particularmente en el análisis de datos geoespaciales, donde la naturaleza numérica de este enfoque permite una evaluación precisa y objetiva de diversos elementos clave, como coordenadas geográficas, distancias entre puntos de extracción y centros de consumo, volúmenes de materiales extraídos, y tiempos de transporte. Estos datos son esenciales para optimizar las rutas de transporte, mejorar la logística, y categorizar eficientemente los materiales de construcción. Además, la precisión numérica asegura que los resultados obtenidos sean fiables y reproducibles, lo que es muy importante para la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica. El uso de herramientas como ArcGIS para gestionar y analizar estos datos geoespaciales fortalece la capacidad del proyecto para ofrecer soluciones basadas en evidencia concreta y cuantificable.

El enfoque cualitativo, por otro lado, se centra en explorar y comprender los significados, experiencias, y perspectivas de las personas, así como los contextos y procesos sociales. A diferencia del enfoque cuantitativo, que busca la objetividad y la generalización, el enfoque cualitativo se enfoca en la subjetividad, la profundidad y el detalle. Las técnicas cualitativas incluyen entrevistas, grupos focales, observaciones y análisis de contenido, que permiten a los investigadores obtener una comprensión rica y compleja de los fenómenos estudiados (Olivares, 2022).

El análisis cualitativo se aplica al estudiar y contextualizar las regulaciones legales y ambientales que rigen la explotación minera en el país, así como al interpretar las opiniones y perspectivas de expertos en el sector minero y de la construcción. Este enfoque permite entender mejor las implicaciones sociales, normativas y ambientales del proyecto, más allá de los números. Por ejemplo, la evaluación de las normativas no solo se limita a su existencia, sino que también analiza su aplicabilidad y el impacto que tienen en las operaciones mineras y en la sostenibilidad ambiental.

3.3. Método

El proyecto se basa en una combinación estratégica de los métodos deductivo e inductivo para abordar de manera integral los diversos aspectos del problema planteado. Cada uno de estos métodos aporta un enfoque distinto, complementándose mutuamente para asegurar un análisis bien fundamentado.

El método deductivo es un enfoque que parte de principios generales o premisas aceptadas como verdaderas para aplicar estos principios a casos específicos y llegar a conclusiones particulares. En esencia, el deductivo se basa en un proceso lógico y sistemático donde la validez de las conclusiones depende de la corrección de las premisas y de la estructura lógica del razonamiento (Narvaez, 2020).

Este método en el proyecto se utiliza para garantizar que las actividades de minería y gestión ambiental se ajusten a las normativas vigentes. Si una ley establece requisitos específicos para la explotación minera, el método deductivo ayuda a aplicar

estos requisitos a las zonas mineras identificadas, asegurando el cumplimiento de las regulaciones legales y se toma como base la legislación vigente en materia de minería y medio ambiente, y se aplica de manera específica a la identificación y categorización de zonas de explotación minera cerca de Bucaramanga.

Ahora bien, para el método inductivo se enfoca en observar datos específicos o casos concretos para desarrollar conclusiones generales o teorías. A diferencia del método deductivo, que comienza con principios generales, el inductivo empieza con la recolección de evidencia empírica y busca patrones o regularidades que permiten formular generalizaciones (Narvaéz, 2022).

El método inductivo para el proyecto se utilizará para analizar los datos geoespaciales recolectados, como las coordenadas geográficas de las zonas mineras, volúmenes de extracción, y tiempos de transporte. A través de este enfoque, es posible identificar patrones y tendencias emergentes que no son evidentes de inmediato, lo que permite desarrollar mejores prácticas para la explotación minera y el transporte de materiales de construcción.

3.4. Técnicas

3.4.1. Observación directa y cartografía digital

Se emplearán herramientas avanzadas, como el software ArcGIS, para realizar una observación directa de datos geoespaciales. La cartografía digital juega un papel

muy importante en este proyecto, permitiendo la representación visual de las zonas de explotación minera y las rutas de transporte.

Esta técnica facilita la interpretación de la información espacial, ofreciendo una vista comprensible y manipulable para los usuarios, lo que mejora la interacción con los datos y la toma de decisiones (Cleverpy, 2020)

3.4.2. Modelado y simulación

Para la optimización de las rutas de transporte, se utilizarán técnicas de modelado y simulación que permitirán anticipar los impactos de diferentes escenarios de extracción y transporte. Este enfoque es esencial para prever y minimizar costos operativos y tiempos de desplazamiento, mejorando la eficiencia del sector de la construcción.

3.5. Procedimiento y fases

3.5.1. Identificación de fuentes & recolección de la información

Se realizarán consultas de diversas fuentes primarias y secundarias, que incluirá Database geoespaciales, registros de la Agencia Nacional de Minería y aplicaciones de mapas en la web. Utilizando ArcGIS, se recopilarán datos detallados sobre las zonas de explotación minera y las rutas de transporte. Esta fase es fundamental para establecer una base sólida de información precisa y actualizada.

3.5.2. Fase de análisis

Mediante el uso de SIG se analizarán los datos geoespaciales para identificar patrones en la distribución de las zonas mineras y su relación con las rutas de transporte. Este análisis permitirá determinar áreas críticas, evaluar la eficiencia de las rutas y optimizar la asignación de recursos.

identificar las rutas más eficientes para el transporte de materiales, minimizando costos y tiempos de desplazamiento. Este proceso incluirá la evaluación de diferentes escenarios y la selección de las estrategias más efectivas para mejorar la logística y la operativa del proyecto.

3.5.3. Fase de diseño y desarrollo

Con la ayuda de ArcGIS, se diseñará y desarrollará un visor geográfico y permitirá a los usuarios visualizar y analizar las zonas mineras. Incluirá funcionalidades para consultar datos geoespaciales, categorizar materiales y optimizar rutas, facilitando la toma de decisiones informadas y la gestión eficaz de las operaciones.

3.5.4. Fase de validación

Se llevarán a cabo pruebas para evaluar la funcionalidad del visor geográfico, garantizando que cumpla con los requisitos del usuario, la validación es de relevancia para asegurar que el visor no solo sea técnico y funcional, sino también útil y accesible para los usuarios finales.

4. Desarrollo del trabajo de Grado

A continuación, se describen los pasos esenciales para alcanzar los objetivos, asegurando la recolección, el análisis y la visualización precisa e importante de los datos geoespaciales.

4.1. Desarrollo objetivo específico No.1: Identificar las zonas de extracción minera a partir de la consulta de información de instituciones como la Agencia Nacional de Minería y sobre aplicaciones de mapas en la web para consolidar una base de datos geográfica de zonas de extracción de materiales para la construcción.

Figura 1. Identificación de zonas de extracción minera en el departamento de Santander años 2020 al 2023

Materiales de Construcción

Volúmenes de explotación de minerales asociados a pagos de Regalías

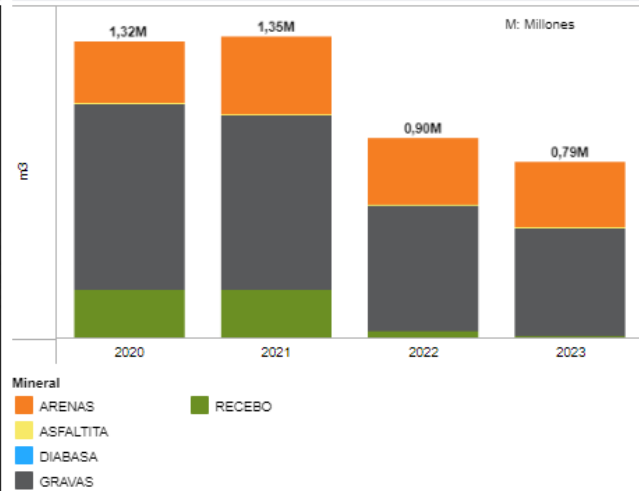
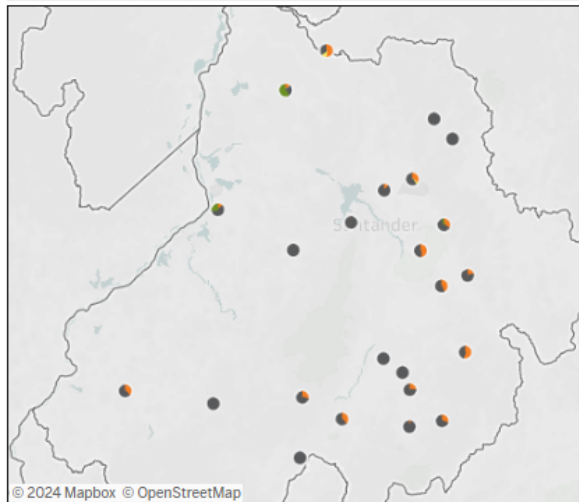
Regalías

Exportaciones

Importaciones

Producción desde 2012

Año: (Valores múltiples) Trimestre: (Todo) Mineral: (Todo) Departamento: SANTANDER Municipio: (Todo)



Año	Mineral	Trimestre	Departamento	Municipio	m3
2023	ASFALTITA	II.	SANTANDER	RIONEGRO	600
				Total	600
			Total		600
	RECEBO	II.	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	7.111
				Total	7.111
			Total		7.111
	ARENAS	I.	SANTANDER	ARATOCA	57.952
				BARRANCABERMEJA	15.340
				BUCARAMANGA	1.515
				CEPITÁ	932
				GIRÓN	0
				LOS SANTOS	1.370
				PIEDICUESTA	10.285
				SABANA DE TORRES	2.880

Fuente: SIMCO (2024)

En el lado izquierdo de la imagen, se muestra un mapa geoespacial del departamento de Santander, que marca las ubicaciones de las zonas de extracción de diferentes materiales de construcción. Cada punto en el mapa está codificado por color

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

para representar diferentes tipos de minerales: arenas en color naranja, asphaltita identificado en color gris, diabasa en color azul y gravas en verde.

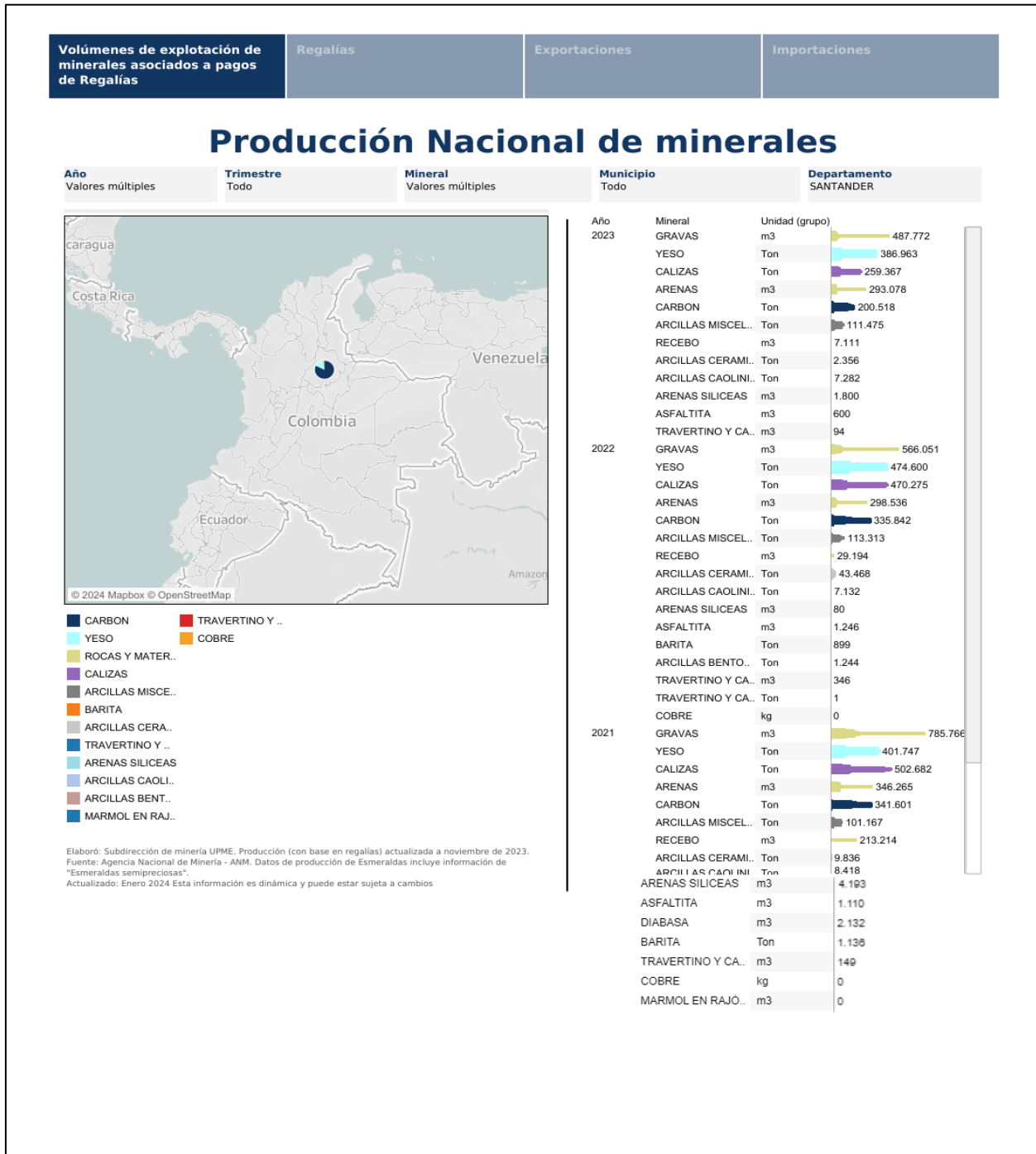
Se indica que la extracción de minerales está distribuida en varias ubicaciones en Santander y cada punto representa una zona de extracción, y la variedad de colores muestra que se extraen diferentes tipos de materiales en diferentes partes del departamento. Por ejemplo, en municipios como Rionegro, Barrancabermeja, y Bucaramanga, se extraen asphaltita, recebo y arenas respectivamente, lo que sugiere una diversificación en las actividades mineras en la región.

A la derecha del mapa, hay un gráfico de barras que muestra la producción anual de materiales desde el año 2020 hasta el año 2023 y proporciona una comparación del volumen de producción en millones de mts³ para cada tipo de material extraído en esos años. La grafica revela que el año 2021 fue el más productivo, con un volumen total de 1.35 millones de m³ de materiales de construcción extraídos. En los años subsiguientes 2022 y 2023, se presentó una disminución notable en la producción, lo que podría deberse a factores económicos, normativos, o ambientales que afectan la extracción minera.

Se observa que las arenas y las gravas son los minerales más producidos en estos años, mientras que la asphaltita y el recebo tienen volúmenes menores, pero estables, para el año pasado la tabla muestra que en el municipio de Rionegro se extrajeron 600 m³ de asphaltita, mientras que en Barrancabermeja se produjeron 7.111 m³ de recebo. El municipio de Aratoca destaca con 57.952 m³ de arenas, lo que representa una contribución significativa a la producción de este material en el departamento, otros municipios como Bucaramanga, Girón y Piedecuesta también contribuyen con volúmenes menores pero importantes de arenas.

4.2. Desarrollo objetivo específico No.2: Categorizar los materiales de construcción y las zonas de extracción de estos, por medio de revisión de fuentes secundarias y análisis de los datos, para facilitar la consulta de la información.

Figura 2. Producción total de minerales en el departamento de Santander durante los años 2021 al 2023



(SIMCO, 2024)

En la figura No.2 se evidencia la distribución geográfica de los sitios de extracción mineral en Santander para los años 2021 al 2023. Los puntos en el mapa indican las áreas de extracción de diferentes minerales, lo cual permite identificar las zonas de explotación minera en el departamento.

En el año 2021, se destaca una alta producción de gravas de 785.766 m³ y calizas 502.682 toneladas, estos materiales son fundamentales para la construcción y reflejan una demanda significativa en el sector de la infraestructura durante ese año. Otros minerales como el yeso son 401.747 toneladas y el carbono con 341.601 toneladas también muestran volúmenes importantes. En Aratoca la arena con un volumen de 48.316m³ mantuvo una alta producción, consolidándose como un proveedor clave para la construcción en la región. La gravilla extraída en Barbosa es fundamental para la infraestructura vial y la construcción, indicando una fuerte demanda en proyectos de pavimentación con un volumen de 41.023m³.

En Rionegro, la producción de recebo con un volumen de 18.723m³ subraya la importancia de este material para la preparación de terrenos y pavimentación y en Piedecuesta continuó siendo un productor relevante de arenas, aunque en menor escala comparado con Aratoca con un volumen de 8.715m³.

Para el año 2022, se observa una disminución en la producción de algunos minerales clave, donde las gravas disminuyen a 586.051 m³, mientras que las calizas caen a 470.677 toneladas. Sin embargo, la producción de yeso muestra un ligero incremento a 474.600 toneladas, la producción de arena es relativamente constante con 298.526 toneladas.

Aratoca continuó liderando la producción de arenas, con un ligero aumento respecto al 2021, reflejando una demanda sostenida y un volumen de 52.123m³, la gravilla extraída en Sabana de Torres se utiliza ampliamente en la construcción de carreteras y proyectos de infraestructura con volumen de 36.910m³.

En Girón con un volumen de 9.345m^3 mostró una producción estable de arenas, contribuyendo al suministro regional, en Los Santos complementa la oferta de esta a pesar de su menor escala con un volumen de 7.930m^3 y en Barbosa con un volumen de 15.432m^3 destacó en ese año, subrayando su rol en la preparación de terrenos para la construcción.

En 2023, aunque los datos aún pueden estar en proceso de consolidación, se reporta una disminución continua en la producción de gravas a 487.772 m^3 . La producción de calizas y yeso también sigue una tendencia a la baja, con 259.367 toneladas y 386.963 toneladas, respectivamente.

La explotación de asfaltita en Rionegro es modesta con 600m^3 pero significativa, considerando su uso en pavimentación y otras aplicaciones en construcción, Barrancabermeja, conocida por su industria petrolera, también juega un papel clave en la producción de recebo, un material utilizado principalmente en la estabilización de terrenos y pavimentos para ese último año contó con 7.111m^3

La alta producción de arenas en Aratoca subraya la importancia de este municipio en la provisión de material básico para la construcción, como en la fabricación de concreto con un volumen de 57.952m^3 . Aunque Bucaramanga tiene una producción menor en comparación con otros municipios, sigue siendo un proveedor relevante de arenas, contribuyendo a las necesidades de la ciudad capital contando para el 2023 con un volumen de 1.515m^3 .

Cepitá, con una producción de menor escala, es un contribuyente adicional en la cadena de suministro de materiales para la construcción con 932m^3 , Girón, con su producción moderada, sigue siendo importante en la región por su aporte en materiales de construcción 3.000m^3 , los Santos participa en la producción de arenas, aunque en menor cantidad, complementando la oferta de este material en Santander.

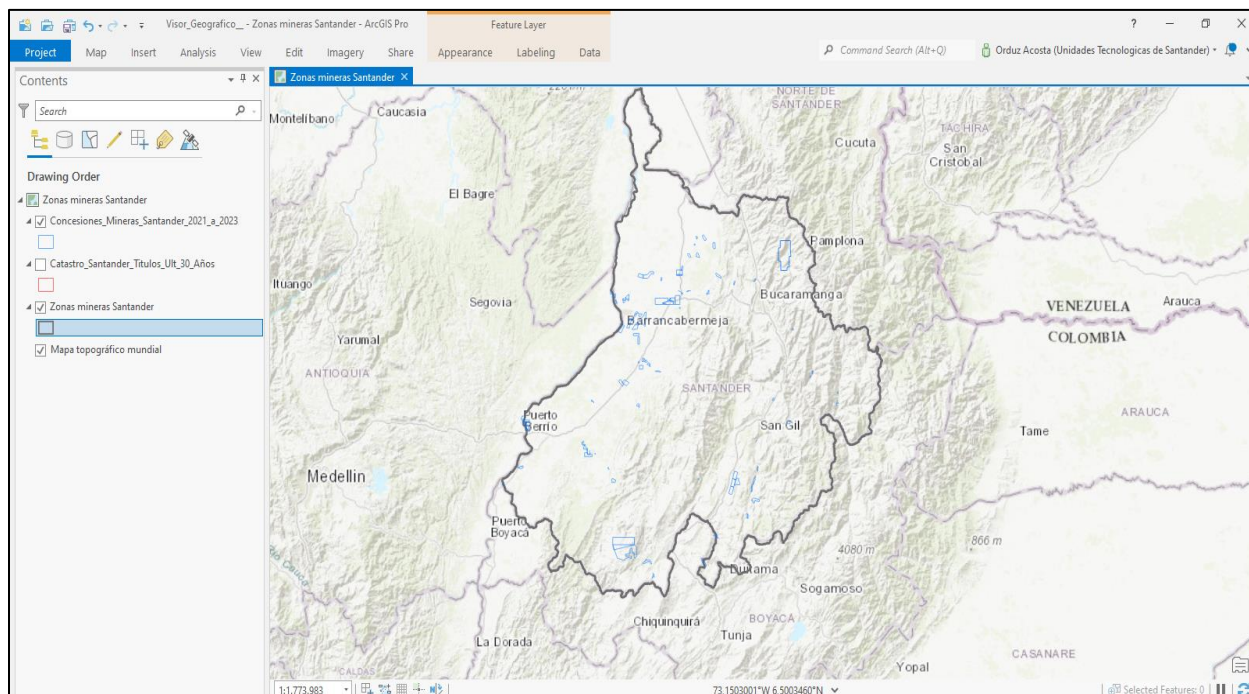
La significativa producción de arenas con un volumen de 10.285m^3 en Piedecuesta la posiciona como un municipio clave para la provisión de este recurso esencial en la construcción. Por último, Sabana de Torres se une a la lista de municipios

que contribuyen con la producción de arenas, apoyando el sector de la construcción en la región.

Por lo anterior se puede analizar que, a lo largo de estos tres años, se observa una tendencia general de disminución en la producción de minerales clave como las gravas, calizas y yeso, lo que podría indicar una reducción en la actividad constructiva o como se mencionó en la figura 1, por cambios en las políticas de explotación minera en la región. A pesar de la disminución general, la producción de ciertos minerales como las arcillas y el asfalto parece mantenerse estable, lo que puede reflejar una demanda constante en aplicaciones específicas, como la fabricación de cerámica o la pavimentación de carreteras.

4.3. Desarrollo objetivo específico No.3: Diseñar el visor geográfico utilizando ArcGIS, que permita la consulta de los datos geospaciales para apoyar los procesos de toma de decisión por parte de los usuarios de la construcción.

Figura 3. Diseño de mapa y selección de las zonas mineras en Bucaramanga departamento de Santander:



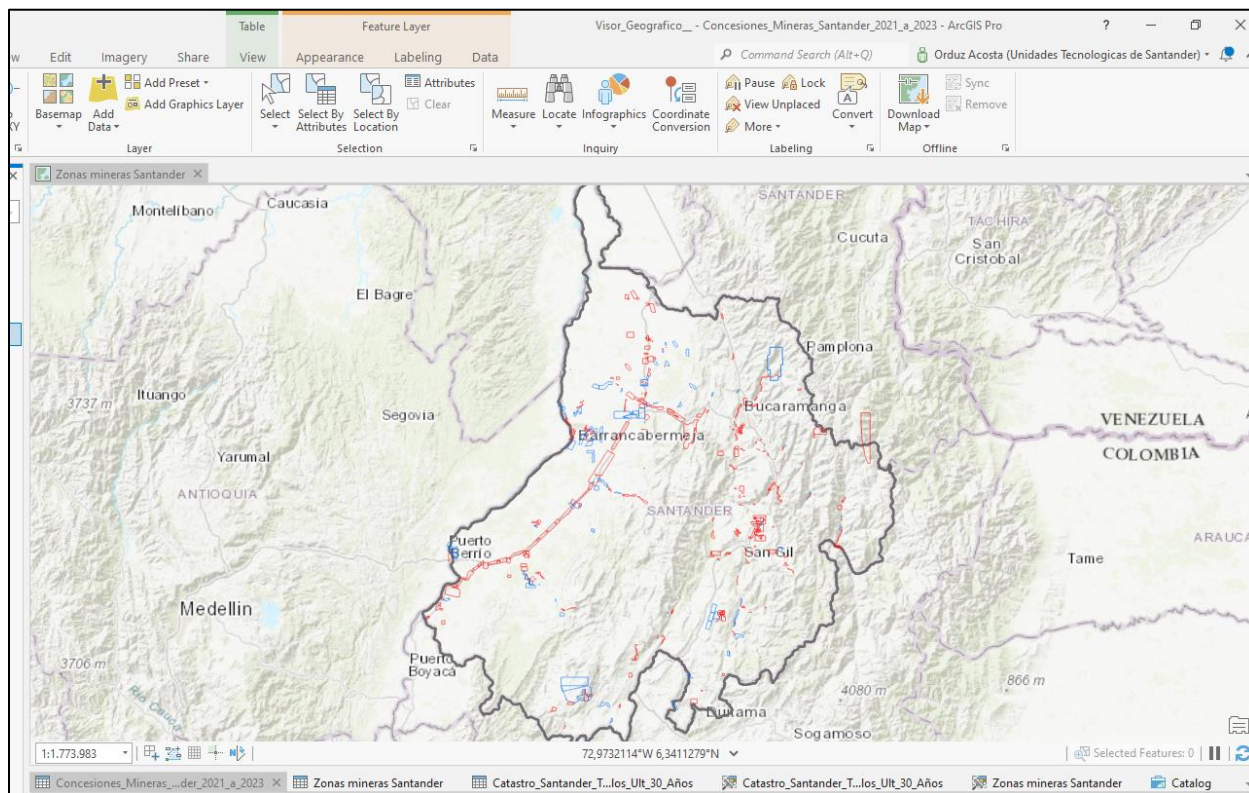
Elaboración propia desde ArcGisPro

Figura 4. Títulos mineros Bucaramanga-Santander últimos 30 años apreciados en color rojo:

F-DC-125

INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO VISOR GEOGRÁFICO ZONAS DE EXTRACCIÓN MINERA EN BUCARAMANGA SANTANDER

VERSIÓN: 2.0



Elaboración propia desde ArcGisPro

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Figura 5. Información general visor geográfico desde ArcGIS

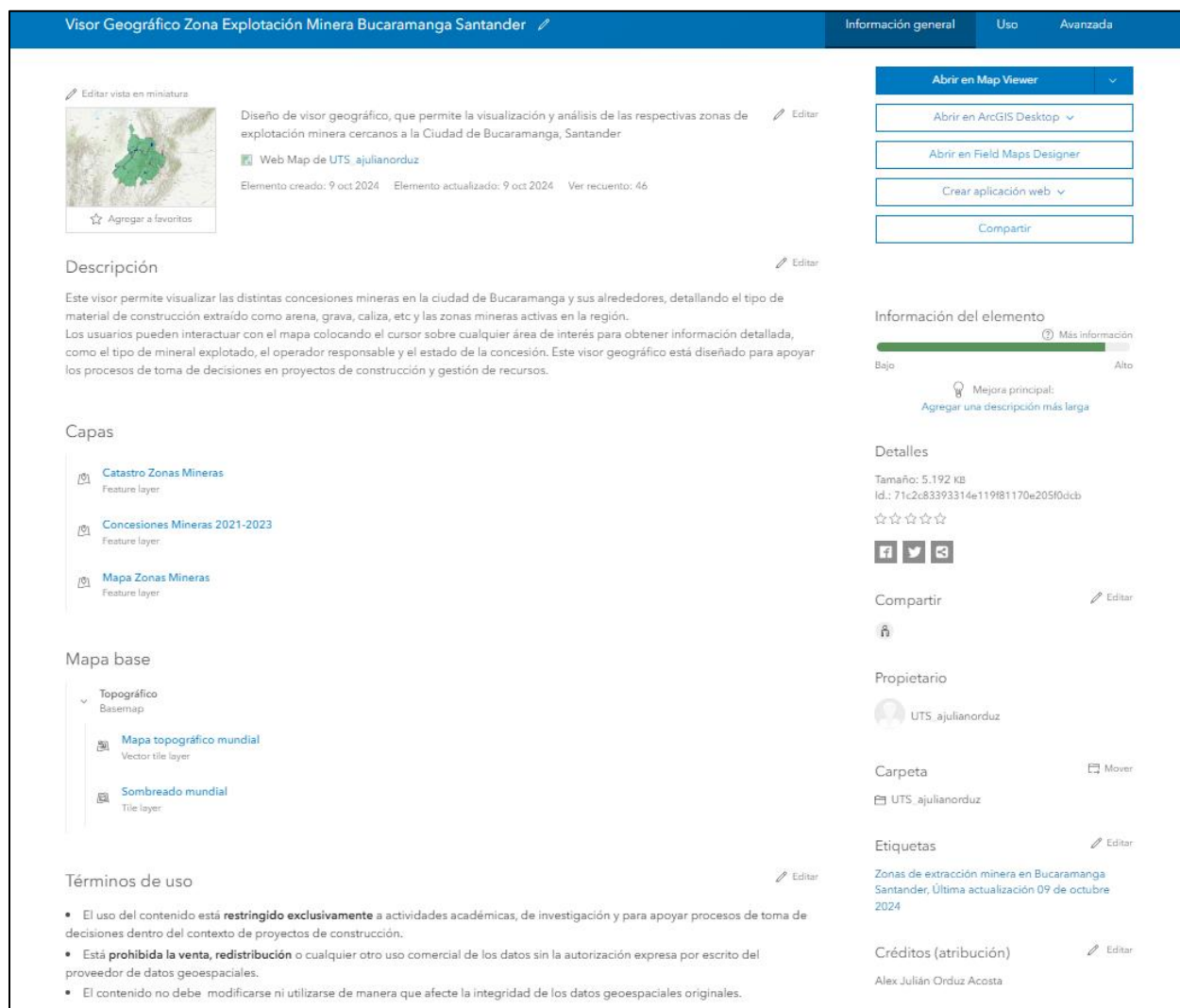
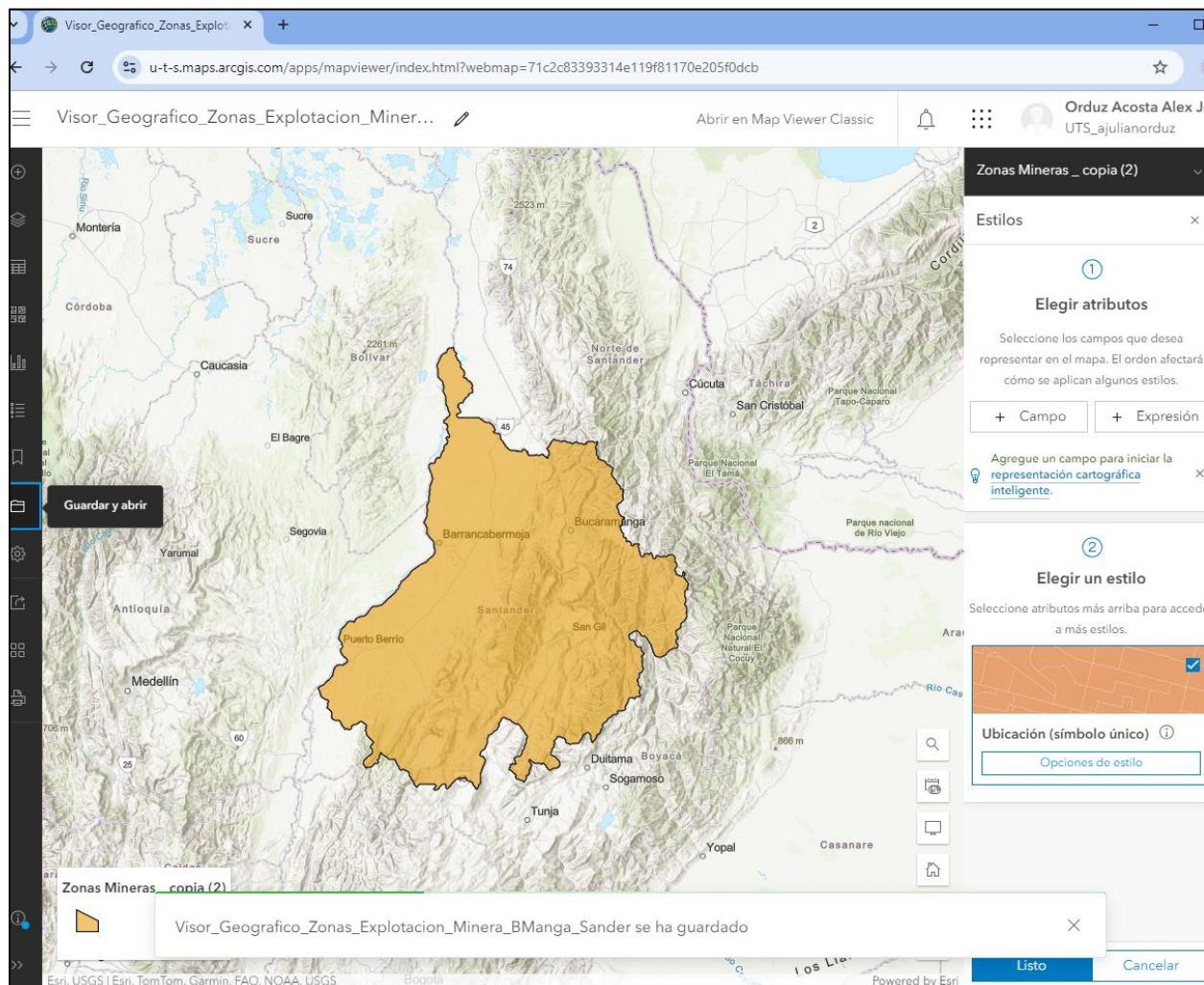


Figura 6. Diseño de visor geográfico desde ArcGIS

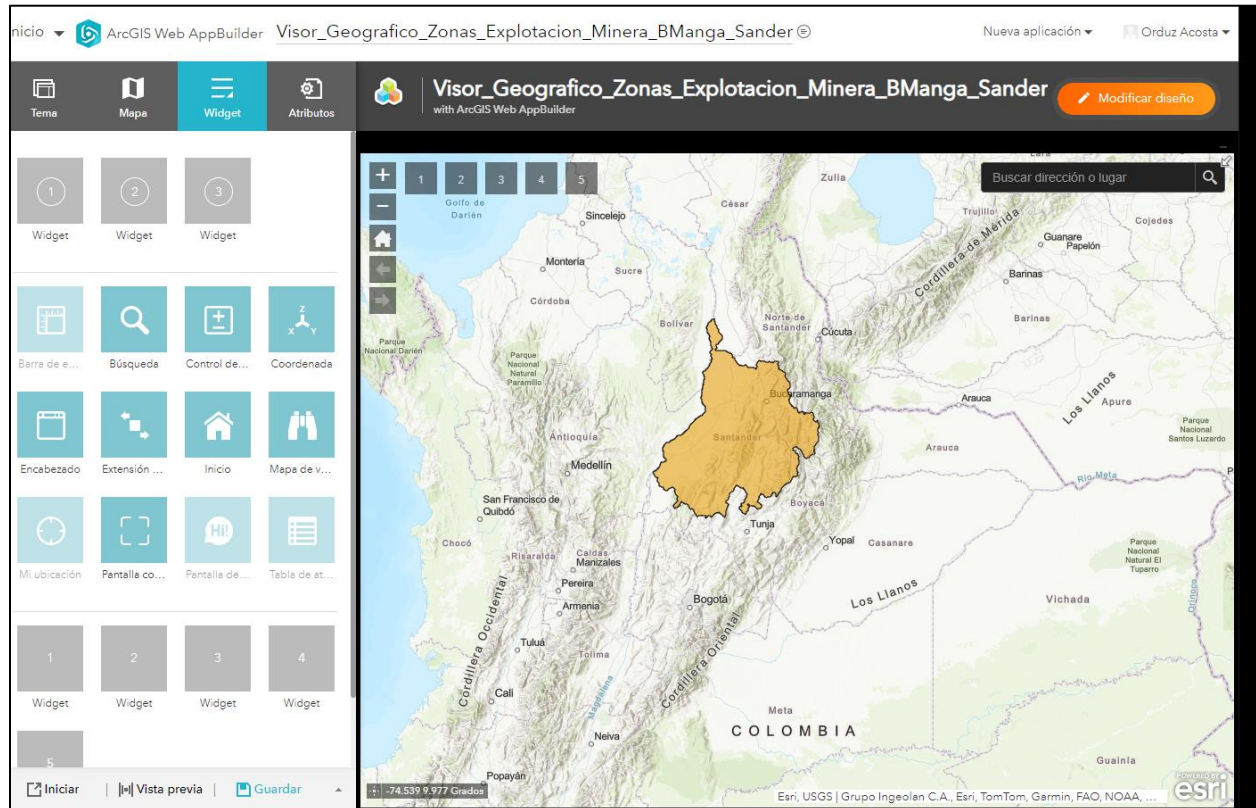


Figuras 7 y 8. Diseño de visor geográfico desde ArcGIS, configuración de Widgets y atributos

F-DC-125

INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO VISOR GEOGRÁFICO ZONAS DE
EXTRACCIÓN MINERA EN BUCARAMANGA SANTANDER

VERSIÓN: 2.0



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

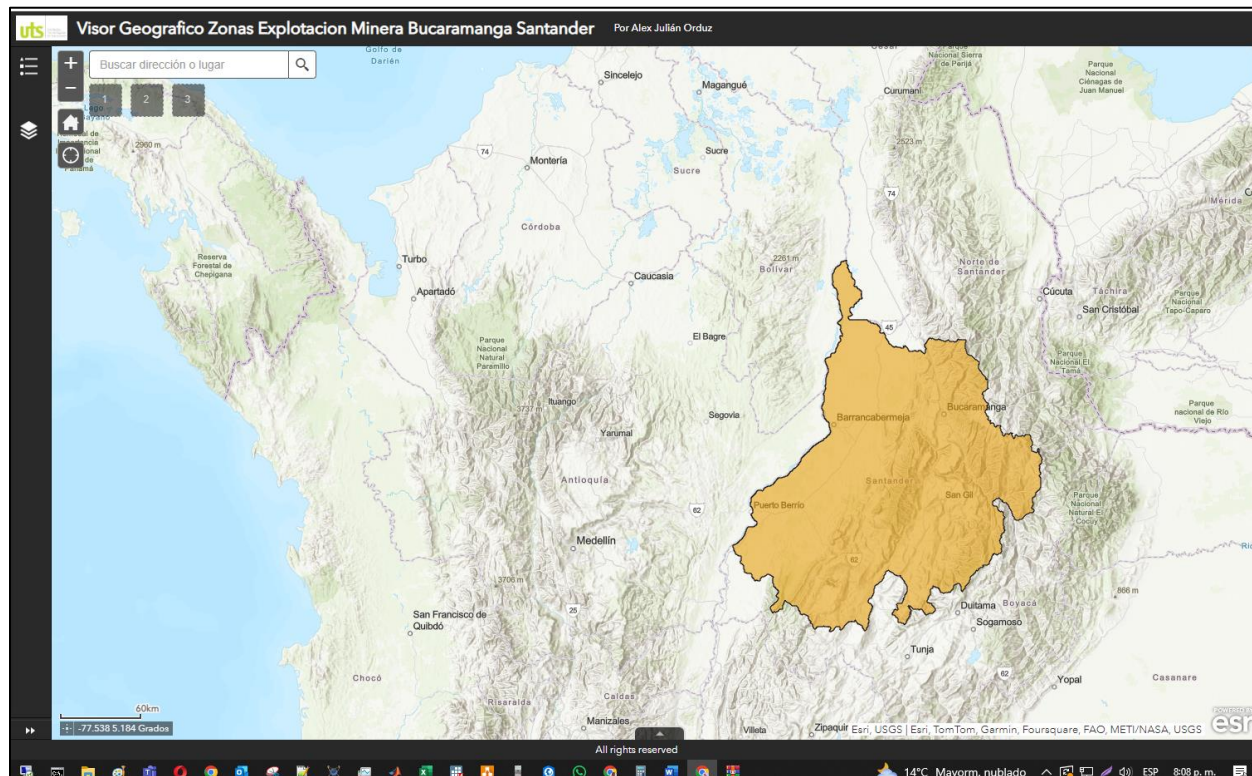
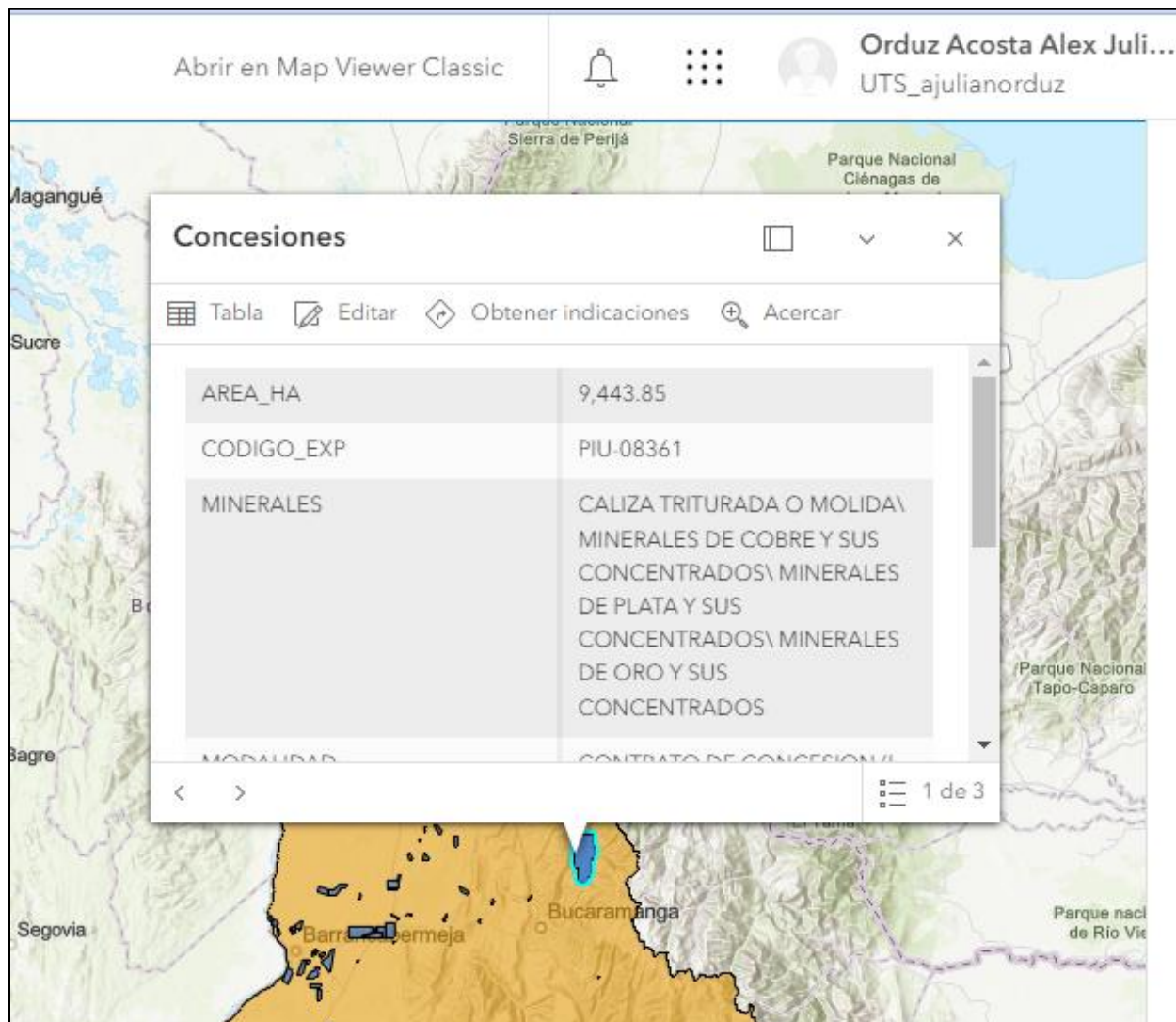


Figura 10. Información de zonas de explotación minera años 2021 al 2023

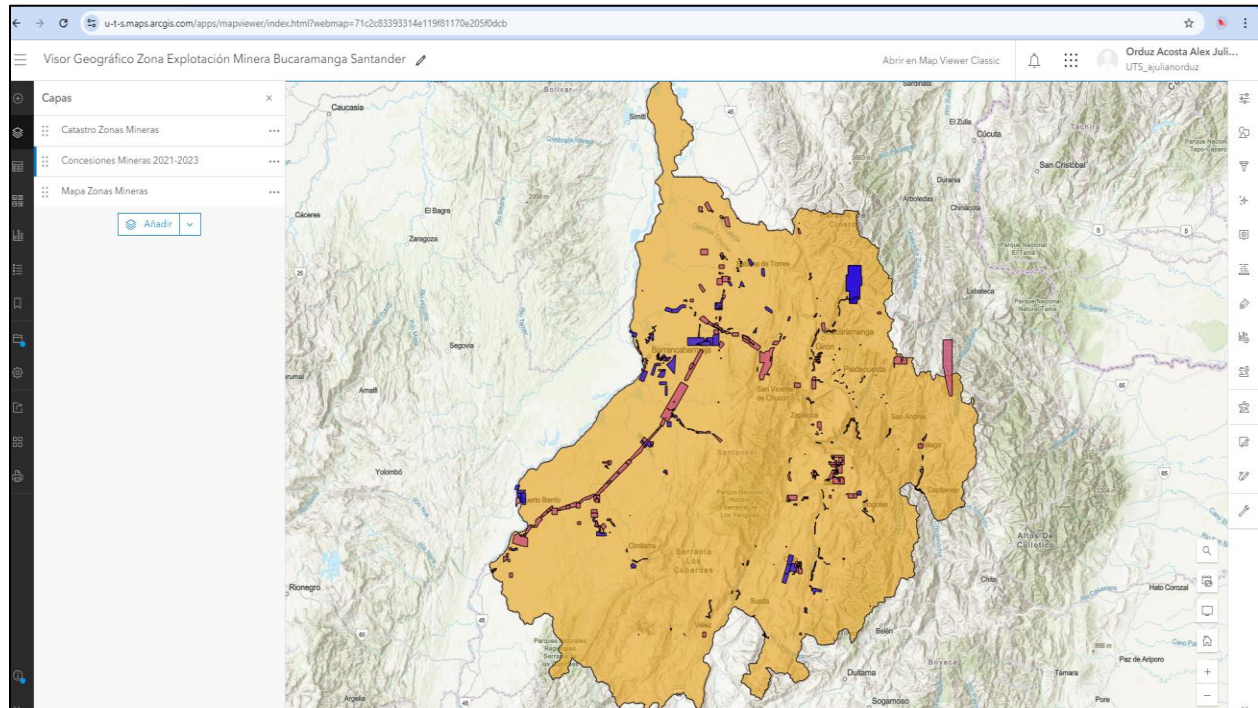


Figuras 11 y 12. Información de zonas de explotación minera y concesiones últimos 30 años

F-DC-125

**INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO VISOR GEOGRÁFICO ZONAS DE
EXTRACCIÓN MINERA EN BUCARAMANGA SANTANDER**

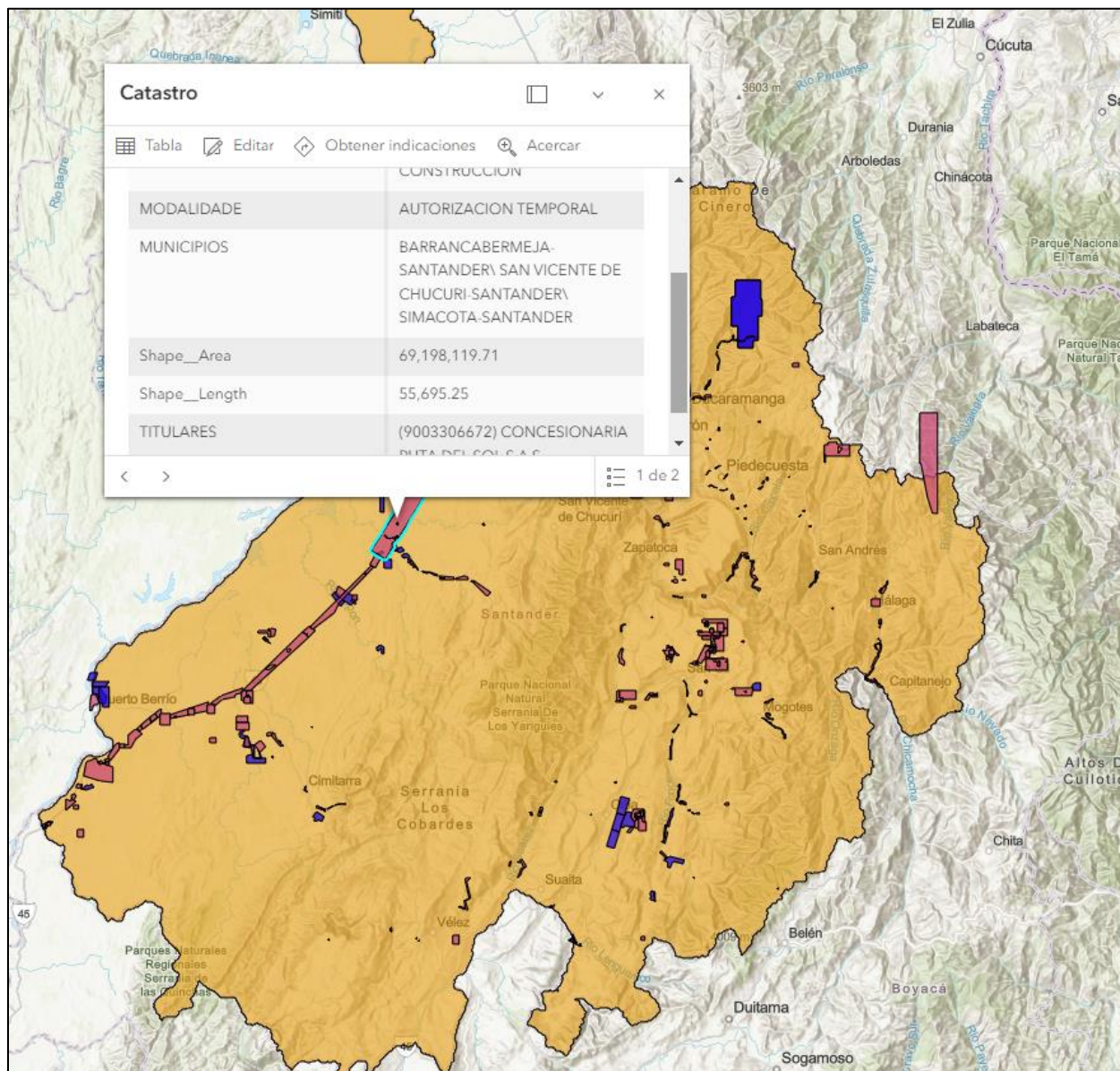
VERSIÓN: 2.0



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

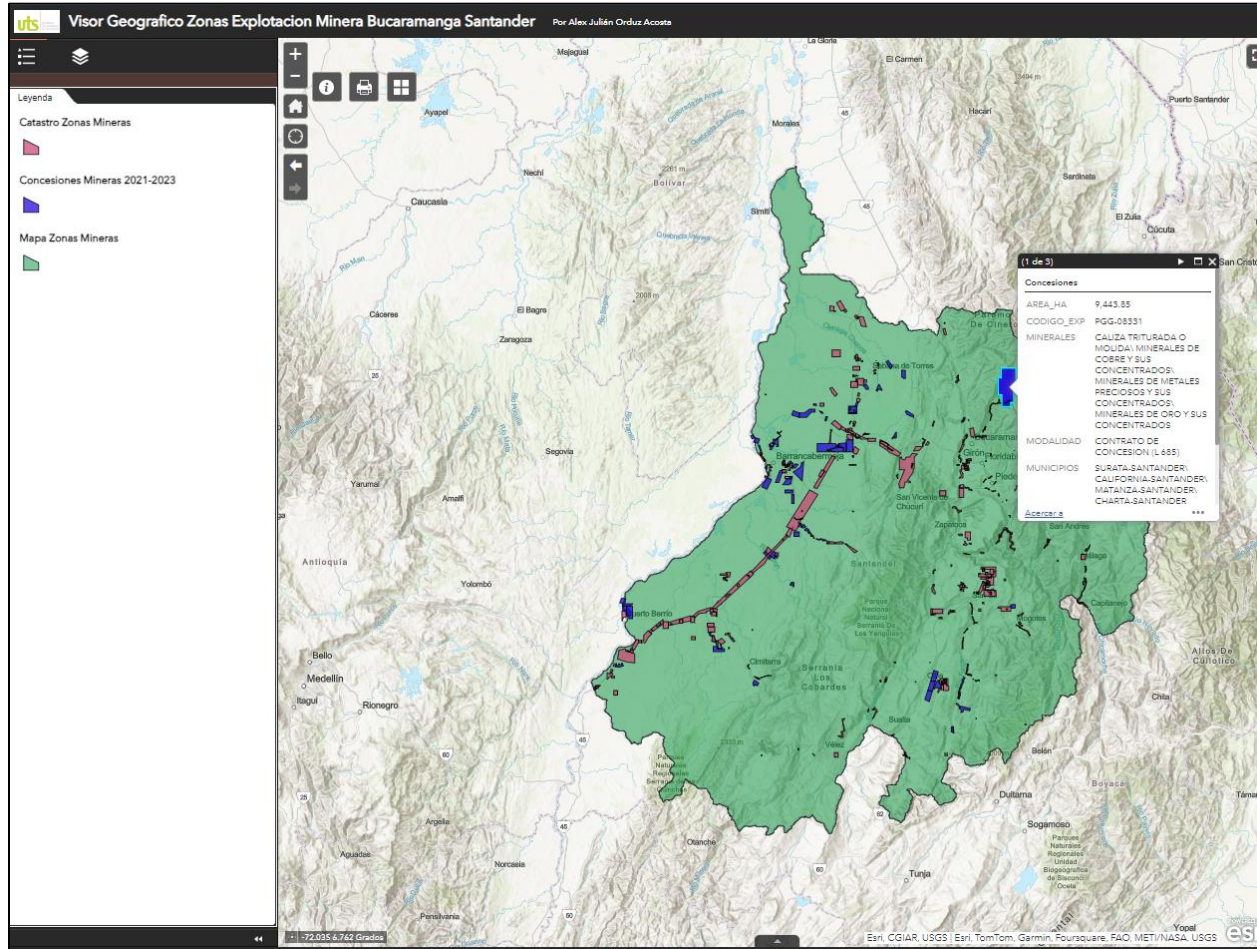
APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023



Elaboración propia desde ArcGISOnline

5. Resultados

Figura 13. Visor geográfico publicado



URL mapa y zonas de estudio

<https://u-t-s.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=71c2c83393314e119f81170e205f0dcb>

URL diseño de visor geográfico

<https://u-t-s.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=db06e711acda4960b073cae7701>

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

5.1. Análisis de resultados

El visor geográfico desarrollado permite visualizar las zonas de extracción minera en Bucaramanga y sus alrededores. Los datos geoespaciales incluyen coordenadas precisas de cada concesión, categorizadas por el tipo de material explotado, como arena, grava, asfalto, y caliza. Esto proporciona a los usuarios una imagen clara de las áreas donde se llevan a cabo las actividades mineras.

El visor muestra claramente las áreas de concentración de la minería de materiales de construcción, con una distribución que resalta las zonas de mayor actividad minera, como las áreas rurales de Bucaramanga y municipios cercanos. Al colocar el cursor sobre las diferentes zonas de extracción, los usuarios pueden obtener detalles como el nombre del operador minero, la cantidad de recursos extraídos, el estatus de la concesión, y la duración de la licencia. Esta funcionalidad interactiva es de gran importancia para facilitar la toma de decisiones informada y basada en los datos diseñados y proporcionados.

El visor permite a los usuarios identificar las diferentes concesiones mineras activas en la región. Las concesiones están representadas en color rojo y el tipo de material extraído, lo que facilita la comparación y análisis de los recursos disponibles. Además, se visualizan las dimensiones de las concesiones en color azul, proporcionando información sobre el tamaño de las áreas de explotación y su posible impacto ambiental.

Se observó que, en los últimos años 3 años, es decir, 2021 a 2023, la extracción de arena y grava ha tenido un crecimiento constante debido a la expansión de proyectos de infraestructura. Sin embargo, la explotación de otros materiales, como el asfalto y la caliza, ha mostrado una variabilidad más dependiente de la demanda específica del sector construcción.

6. Conclusiones

El diseño y desarrollo del visor geográfico para identificar zonas de extracción de materiales de construcción en Bucaramanga ha cumplido su objetivo de proporcionar una herramienta práctica y accesible para la consulta y análisis de datos geoespaciales relacionados con la minería. Este visor se convierte en una herramienta clave para optimizar los procesos de toma de decisiones en proyectos de construcción y garantizar una mejor gestión de los recursos naturales en la región. El visor ofrece transparencia en las actividades mineras al hacer accesibles datos sobre la explotación de recursos naturales. Esto es vital para asegurar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura y para controlar el impacto ambiental en la región.

El visor desarrollado es un ejemplo claro de cómo las tecnologías geoespaciales pueden ser utilizadas para mejorar la gestión y planificación de actividades mineras. En un entorno donde la demanda de recursos naturales está aumentando debido a la expansión de infraestructuras, contar con herramientas que permitan visualizar, analizar y gestionar estos recursos es vital para garantizar su uso responsable.

7. Recomendaciones

Dado que las concesiones mineras y las zonas de extracción pueden cambiar con el tiempo, es muy importante mantener el visor geográfico actualizado con los últimos datos. Se recomienda implementar un sistema de revisión periódica, preferiblemente anual o semestral, que permita incorporar nuevas concesiones y ajustar las áreas de explotación según los permisos vigentes y las modificaciones geográficas.

8. Referencias bibliográficas

Aerostera (2024) ¿Qué es SIG? <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>

ANDI (2016) Sentencia T45 de 2016. Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano. [https://www.andi.com.co/Uploads/10. Diagn%C3%B3stico de la informaci%C3%B3n ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracci%C3%B3n.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/10_Diagnostico_de_la_informacion_ambiental_y_social_respecto_a_la_actividad_minera_y_la_extraccion.pdf)

ANLA (2023) Medidas para la reducción del impacto de la minería. <https://antioquiaminera.co/2023/06/09/medidas-para-la-reduccion-del-impacto-de-la-mineria-hacia-una-industria-mas-sostenible/>

Ceballos et al(2021) Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2021000100027

CRC (1993) Ley 99 de 1993. Creación del Ministerio de Ambiente. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

CRC (1997) Ley 388 de 1997. Consagra la clasificación de los usos del suelo que pueden efectuar los municipios a través de los planes de ordenamiento territorial. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>

CRC (2001) Ley 685 de 2001. Código de minas.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9202>

CRC (2015) 1076: Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

CCB (2023). Cámara de Comercio de Bucaramanga. Balance de la construcción en Santander. Centro de Información Empresarial (CEI).
www.camaradirecta.com/imagenes/vdo_conexion/cone_8c2af332850df5c09dddb89b21215c490df0e5c1.pdf

Cheng & Li (2020). GIS-based risk assessment and decision-making in construction projects. Automation in Construction, page: 114-140

ICMM (2021). La explotación minera. <https://www.icmm.com/es/mineria-y-los-metales/acerca-de-la-mineria/la-explotacion-minera>

Ingeoexpert (2019) La minería subterránea: ¿En qué consiste?
<https://ingeoexpert.com/2019/01/18/la-mineria-subterranea-en-que-consiste/>

Enciso et al (2018) MODELO DE RUTEO DE VEHÍCULOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE, ESTUDIO DE CASO: UMNG SEDE CAMPUS.
<https://www.redalyc.org/journal/6078/607866319006/html/>

Jonker, A (2023). ¿Qué es un sistema de información geográfica (SIG)? Página Web IBM
<https://www.ibm.com/es-es/topics/geographic-information-system>

Leguizamón et al (2018) Análisis espacial y modelos cartográficos: metodología implementada en ArcGIS para la planificación minera. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://editorial.uptc.edu.co/gpd-analisis-espacial-y-modelos-cartograficos-metodologia-implementada-en-arcgis-para-planificacion-minera-9789586602792.html>

Li & Wang (2018). Integration of GIS in construction project management. Procedia Engineering, pages: 208, 311-318.

Kang, Z., & Zhang, L. (2017). Practical applications of GIS in urban planning and construction. Journal of Civil Engineering and Management, pages: 96 a la 104.

MinAmbiente (2016) IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA EN LOS ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO NACIONAL. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/3. Identificacion de impactos EXPERTOS.docx>

Ochoa & Pérez (2016). Future perspectives and challenges of GIS in construction. Journal of Construction Engineering and Management, pages: 130 – 142

ONU (2020) Sostenibilidad. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Sharma & Khan (2019). GIS-based site selection for construction materials extraction. Journal of Materials in Civil Engineering, pages: 31-45

9. Anexos

Se anexa archivo del diseño del mapa y su respectiva información de las zonas mineras y concesiones investigadas desde ArcGIS PRO.