

**EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE DE LA ZONA  
MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE  
CALENTURITAS – CESAR**



**XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO**

**MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA & TECNOLOGÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR / CESAR**

**2019**

**EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE DE LA ZONA  
MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE  
CALENTURITAS – CESAR**

**XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA**

**KARINA PAOLA TORRES CERVERA  
MSc. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE  
DIRECTOR**

**JUAN EVANGELISTA CASTILLEJO BELTRÁN  
INGENIERO QUÍMICO  
ASESOR TÉCNICO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA & TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR / CESAR**

**2019**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN .....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
2. JUSTIFICACIÓN .....	13
3. OBJETIVOS .....	14
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
4. MARCO REFERENCIAL.....	15
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
4.2. MARCO TEÓRICO.....	19
4.2.1. Calidad Paisajística.....	19
4.2.2. Fragilidad Paisajística .....	20
4.2.3. Alteración del Paisaje.....	22
4.2.4. Valoración del Paisaje.....	23
4.2.5. Extracción Minera y Paisaje .....	24
4.2.6. Procesos de Zonificación de Información.....	25
4.3. MARCO CONCEPTUAL .....	26
4.4. MARCO CONTEXTUAL.....	29
4.5. MARCO LEGAL .....	30
5. MARCO METODOLÓGICO .....	31
5.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	31
5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
5.3. POBLACIÓN .....	31

5.4.	MUESTRA.....	31
5.5.	DESARROLLO METODOLÓGICO .....	32
5.5.1.	Etapa 1: Caracterización de los atributos naturales y antrópicos de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar...32	
5.5.2.	Etapa 2: Determinación de los factores que definen la Calidad y Fragilidad del Paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar. ....	34
5.5.3.	Etapa 3: Estimación del valor del paisaje de acuerdo a la fragilidad y la calidad de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar .....	37
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
6.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS NATURALES Y ANTRÓPICOS DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR. ....	38
6.1.1.	Revisión Bibliográfica.....	38
6.1.2.	Insumos Cartográficos Obtenidos .....	42
6.1.3.	Análisis Preliminar de la Cartografía .....	48
6.1.4.	Diseño Muestral .....	50
6.2.	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE DEFINEN LA CALIDAD Y FRAGILIDAD DEL PAISAJE DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR.....	52
6.2.1.	Análisis Temporal-Satelital.....	52
6.2.2.	Obtención de Factores .....	58
6.2.3.	Estimación de la Calidad del Paisaje .....	66
6.2.4.	Estimación de la Fragilidad del Paisaje.....	67

6.3. ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL PAISAJE DE ACUERDO A LA FRAGILIDAD Y LA CALIDAD DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR.....	71
6.3.1. Valor paisajístico .....	71
6.3.2. Inferencias de los resultados.....	72
6.3.3. Transcripción Artículo Científico.....	75
7. CONCLUSIONES.....	76
8. RECOMENDACIONES .....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	84

### LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Clasificación de la Calidad del Paisaje.....	23
Tabla 2. Clasificación de la Fragilidad del Paisaje .....	24
Tabla 3. Clasificación de los Valores del Paisaje .....	24
Tabla 4. Normativa Aplicable .....	30
Tabla 5. Clasificación de la Orientación .....	34
Tabla 6. Clasificación de la Vegetación .....	35
Tabla 7. Clasificación de la Cuenca Visual .....	35
Tabla 8. Clasificación de Usos del Suelo .....	36
Tabla 9. Clasificación del Uso del Suelo .....	36
Tabla 10. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).....	39
Tabla 11. Producción de minas en inmediaciones de La Loma de Calenturitas (2018) .....	42
Tabla 12. Área concesionada para los proyectos en La Loma de Calenturitas (2018) .....	42
Tabla 13. Característica Satélite LandSat 8.....	53
Tabla 14. Clasificación propuesta por Olivio C. ....	54

Tabla 15. Clasificación de la Orientación de la zona de estudio.....	58
Tabla 16. Clasificación de la Pendiente (para la fragilidad) de la zona de estudio	59
Tabla 17. Clasificación de la Pendiente (para la calidad) de la zona de estudio ...	60
Tabla 18. Clasificación de la Vegetación de la zona de estudio .....	61
Tabla 19. Clasificación de la cuenca visual de la zona de estudio.....	62
Tabla 20. Clasificación de la infraestructura de la zona de estudio .....	63
Tabla 21. Clasificación de los usos del suelo de la zona de estudio.....	63
Tabla 22. Clasificación de la condición del uso del suelo de la zona de estudio ...	64
Tabla 23. Clasificación de la calidad del paisaje de la zona de estudio .....	66
Tabla 24. Clasificación de la fragilidad intrínseca del paisaje de la zona de estudio .....	67
Tabla 25. Clasificación de la fragilidad adquirida del paisaje de la zona de estudio .....	69
Tabla 26. Clasificación de la fragilidad del paisaje de la zona de estudio.....	70
Tabla 27. Clasificación del valor del paisaje de la zona de estudio .....	71

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Principales corrientes sobre la definición del paisaje, a la vista de la consideración del componente territorial y de la percepción. ....	19
Figura 2. Modelo de Calidad Visual del Paisaje.....	20
Figura 3. Modelo de Factores que componen la fragilidad intrínseca.....	21
Figura 4. Modelo de la Fragilidad Visual Adquirida.....	21
Figura 5. Modelo de Valoración del Paisaje.....	23
Figura 6. Superposición de Capas como representación de Geoprocesos .....	25
Figura 7. Loma de Calenturas – Cesar .....	29
Figura 8. Corregimiento de La Loma / División Política e Infraestructura Vial .....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>Pag.</b>
Gráfico 1. Calidad Ambiental afectada por Impactos Ambientales .....	22
Gráfico 2. Cambio de las coberturas Aguas/sombras.....	54
Gráfico 3. Cambio de la cobertura suelo desnudo .....	55
Gráfico 4. Cambio de la cobertura vegetación escasa + suelo .....	55
Gráfico 5. Cambio de la cobertura vegetación dispersa .....	56
Gráfico 6. Panorama de cambios de las coberturas .....	56
Gráfico 7. Porcentajes de clasificación de la orientación en la zona de estudio ....	58
Gráfico 8. Porcentajes de clasificación de la pendiente (para la fragilidad) en la zona de estudio .....	59
Gráfico 9. Porcentajes de clasificación de la pendiente (para la calidad) en la zona de estudio .....	60
Gráfico 10. Porcentajes de clasificación de la vegetación en la zona de estudio ..	61
Gráfico 11. Porcentajes de clasificación del tipo de uso de suelo en la zona de estudio .....	64
Gráfico 12. Porcentajes de clasificación de la condición del uso de suelo en la zona de estudio .....	65
Gráfico 13. Porcentajes de clasificación de la calidad del paisaje en la zona de estudio .....	66
Gráfico 14. Porcentajes de clasificación de la fragilidad intrínseca del paisaje en la zona de estudio.....	68
Gráfico 15. Porcentajes de clasificación de la fragilidad adquirida del paisaje en la zona de estudio.....	69
Gráfico 16. Porcentajes de clasificación de la fragilidad del paisaje en la zona de estudio .....	70
Gráfico 17. Porcentajes de clasificación del valor del paisaje en la zona de estudio .....	71

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pag.</b>
Ilustración 1. Modelo Digital de Elevación Departamento del Cesar.....	44
Ilustración 2. Infraestructura Física-Construida departamento del Cesar .....	45
Ilustración 3. Vocación del suelo del departamento del Cesar .....	46
Ilustración 4. Usos del suelo del departamento del Cesar .....	47
Ilustración 5. Puntos Calculados del Diseño Muestral .....	51

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la fuerte dinámica de la difusión de las estructuras urbanas sobre el territorio en forma desconcentrada, dispersa y difusa, característica innata del crecimiento urbano contemporáneo ha suscitado la pérdida de la calidad visual y en consecuencia la pérdida de la identidad-nexo de los habitantes del paisaje con su entorno (Másmela Díaz, 2010), el corredor minero-agrícola del departamento del Cesar ha vivido el creciente y desconcertante aumento y expansión de la línea minera, la cual ha desplazado y desaparecido otros pueblos como lo fuera el corregimiento de Boquerón.

Pérez Ortiz (2017), señala que en la XXXV Reunión de Jefes de Estado y Gobierno de Países Miembros del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) en conjunto con el Convenio Europeo del Paisaje (CEP), promueven en Latinoamérica una propuesta análoga denominada Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI); citando a Pellegrino (2012) quién detalla que es necesario integrar el paisaje, con su debida importancia en políticas públicas sectoriales (infraestructura y movilidad, producción, explotación de recursos, energías renovables, salud, urbanismo y vivienda), mientras que La UNESCO (2011) ha determinado que un paisaje cultural es el resultado de las diferentes acciones y actividades del hombre, aplicadas sobre un territorio concreto. Por eso es un entorno dinámico, productivo y vivo que se encuentra en interrelación directa con los seres humanos que lo habitan, conservan y protegen (Pardo Celis & Salazar Martínez, 2013); en otras palabras, hacer del paisaje un integrante del sector ambiente en la toma de decisiones de planificación y ordenamiento territorial en conjunto con lo social y lo económico, en tal sentido es importante generar posibles opciones estratégicas que aporten no solo a una sustentabilidad regional, sino que a través de procesos donde la comunidad se involucre y se apropie de su territorio surjan nuevas ideas desde lo local que conlleven a una armonización real entre el medio ambiente, las actividades mineras y la declaratoria del Paisaje Cultural (Pardo Celis & Salazar Martínez, 2013).

La Evaluación de la Calidad y Fragilidad del Paisaje en el Corregimiento de La Loma de Calenturas, jurisdicción del Municipio de El Paso – Departamento del Cesar, en concordancia con Pellegrino y Pérez Ortiz; busca consolidar información que permitan construir estrategias de planificación territorial y ordenamiento del paisaje, mediante la zonificación de los factores ambientales y estructurales que intervienen en todas las actividades socioeconómicas de la zona de estudio. En vista de la posible transición que las empresas mineras, en sus responsabilidades ambientales, deban cumplir, por lo tanto la proposición del presente documento quiere, mediante tres fases, alcanzar resultados como la delimitación de las zonas más susceptibles por los cambios producto a la evolución de las actividades agrícola-mineras adyacentes al corregimiento de La Loma de Calenturas, clasificación de factores ambientales y estructurales inmiscuidos en los procesos que definen la calidad y fragilidad del paisaje y por último, la estimación global del valor cualitativo del paisaje adyacente al mencionado corregimiento.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El corregimiento de La Loma de Calenturas, se encuentra ubicado en el centro del departamento del Cesar, jurisdicción del Municipio de El Paso y en la actualidad es el centro minero más grande del país dónde se encuentran minas a cielo abierto de dimensiones exuberantes cuyo producto principal es el carbón.

La extracción se generó a partir de la necesidad de encontrar un sustituto energético al petróleo, fue así como se empezó a desarrollarse la minería de carbón a cielo abierto en la costa del Caribe Colombiano; especialmente en los departamentos de la Guajira, Cesar y Córdoba (Perdomo Calvo, Jaramillo Pérez, & Mendieta López, 2010) y actualmente el expansionismo de la línea carbonífera ha impactado en carácter económico, social y ambiental, hasta extinguiendo la belleza paisajística o escénica de las tierras colindantes a los Municipios de El Paso y La Jagua de Ibirico.

El departamento del Cesar es rico en minerales y una prueba legítima se encuentra representada en el Corregimiento de La Loma de Calenturas. Actualmente el departamento del Cesar está inundado por una nube de títulos y solicitudes mineras<sup>1</sup>.

Alterar la calidad del paisaje en esta zona colindante al corregimiento de La Loma de Calenturas, dadas las preocupaciones y las posibles implicaciones que dichas actividades podrían generar dentro del marco territorial y la vocación del suelo (Pardo Celis & Salazar Martínez, 2013), también son productores de efectos negativos como la desertización del departamento por los altos consumos de recursos naturales, por la generación de inestabilidad edáfica, por la ineficiente labor gubernamental para formular e implementar estrategias que permitan crear labores diferentes a la extracción minera que podrían valerse de la reforestación y recuperación de suelos, entre otras, de la cual hay que destacar que en esta zona

---

<sup>1</sup> El cual se puede visualizar observando el mapa de zonas protegidas, títulos y solicitudes mineras, mediante el siguiente link: [https://rds.org.co/apc-aa-files/.../tunjuelo\\_2010.pdf](https://rds.org.co/apc-aa-files/.../tunjuelo_2010.pdf) (recuperado el día 11 de noviembre de 2018).

las altas temperaturas, la ausencia del recurso hídrico y la carencia de servicios básicos de saneamiento e higiene para la comunidad son el fiel reflejo de la ausencia total del gobierno departamental y local, en donde priman las acciones que toman las empresas privadas y extranjeras multinacionales.

La alteración del paisaje, durante y después de las actividades mineras deja como resultado un paisaje frágil que a la mínima intervención puede verse vulnerable y hasta en peligro de no seguir progresando. Se conoce que las empresas mineras, bajos sus programas de responsabilidad ambiental desarrollan proyectos encaminados a la recuperación de suelos y la foresta como pruebas piloto, pero el aspecto visual y el uso de los recursos dejan una huella ecológica y ambiental difícil de sustituir o borrar. Mediante los métodos de estudio de la fragilidad del paisaje se busca conocer la capacidad de un entorno para expresar el deterioro del espacio territorial objeto de análisis y mediante los estudios de calidad del paisaje se busca encontrar el valor del sitio según su condición de degradación, adaptación o conservación (Pérez Ortiz, 2017), y así obtener mediante análisis multicriterio la valoración de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas.

De acuerdo a (Holguín R., 2011), el departamento del Cesar aumentó su participación nacional al 48% del total nacional alcanzando un producción de casi 35 millones de toneladas<sup>2</sup> y bajo la incertidumbre de expansión de la línea minera, la cual acarrea consecuencias drásticas al desplazamiento de la biodiversidad y la alteración de la calidad y aumento de la fragilidad del paisaje; le permite a los investigadores formular la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál será el valor cualitativo y cuantitativo representado a partir de la valoración de la fragilidad y calidad del paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas en el departamento del Cesar?.

---

<sup>2</sup> Información Minera de Colombia. Tabla “Producción Departamental de Carbón 2006 – 2010”. [www.imcportal.com](http://www.imcportal.com)

## 2. JUSTIFICACIÓN

El departamento del Cesar invierte recursos en la transformación del paisaje priorizando el desarrollo social y económico de las comunidades, siendo el sector ambiente el último en la lista en cuanto a lo que gestión se comprende; sin embargo la Constitución Política Colombiana de 1991, establece en el Artículo 313, ítem 7, la reglamentación del uso del suelo que en concordancia con el artículo 79, 80 y 82, se puede inferir que existe una brecha en cuanto a la ineficiente aplicación de herramientas e instrumentos que contribuyan a la planificación y el ordenamiento del territorio, no obstante, estrategias como la valoración de la calidad y fragilidad del paisaje permitiría establecer decisores y acciones que mediante proyectos de ley entre otras metodologías garanticen la inclusión del sector ambiente en las actividades y/o megaproyectos que generan alteraciones drásticas en el panorama natural de un sector.

El corredor minero-agrícola del departamento del Cesar es, en potencia, una de las zonas más alteradas en cuanto a lo que calidad y fragilidad del paisaje se refiere, enfocando como epicentro de cambios al corregimiento de La Loma de Calenturas; donde se evidencia impactos sociales, económicos y ambientales que poseen pros y contra del rotundo cambio del panorama natural, por lo tanto constituye una zona de análisis para la implementación metodológica de la Valoración del Paisaje, zonificación que permitiría comprender porque el desarrollo minero y agrícola incidieron en los cambios orográficos y que se proyecta a futuro si no se exploran la aplicación de técnicas de análisis que permitan finiquitar medidas de transición y control a los impactos producto de las actividades en esta zona. La valoración de la calidad del paisaje en La Loma de Calenturas permitiría consolidar información que ayude a entender como los servicios ambientales han ido disminuyendo debido a la extensión de las líneas agrícola y minera; en cuanto a la fragilidad del paisaje, sería el comprender como la barrera ambiental viva, se adaptó a condiciones antropogenicas para subsistir con los más mínimos requerimientos, edificando datos de relevancia y de interés general.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la fragilidad y calidad del paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma – Cesar.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los atributos naturales y antrópicos que conforman el paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar.
- Determinar los Factores que definen la fragilidad y calidad del paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar.
- Estimar el valor del paisaje de acuerdo a la fragilidad y la calidad de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar.

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Montoya, García & Padilla (2004), Realizaron el estudio de utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales, el caso del Valle de Zapotitlán en la reserva de la biosfera de Tehuacán Cuicatlán en México. Mediante la utilización del SIG IDRISI 3.2 concluyen que las amenazas más importantes que atentan contra los ecosistemas de la reserva se centran en las actividades antrópicas y como resultado se tiene un mapa en el cual la determinación del impacto agrícola muestra que en la mayor parte del territorio el impacto es alto y muy alto, el impacto por el incremento de la actividad ganadera también es muy alto en gran parte del territorio así como la localización de polígonos industriales donde las áreas del territorio con los valores más altos de impacto corresponden a un 51,36% de la superficie del territorio.

Pérez (2017), Hizo una valoración de la fragilidad y la calidad visual del paisaje aplicando un SIG. En Santa Ana, Costa Rica. Evaluó el paisaje por medio de técnicas multicriterio diseñadas desde el análisis de los sistemas de información geográfica, donde se obtiene una aproximación al valor paisajístico el cual demuestra en el caso de la fragilidad del paisaje una tendencia de valores medianos , mientras que el caso de la calidad muestra condiciones altas; para el caso de la valoración total del espacio se expresa un valor mediano, indicando que es conveniente una gestión enfocada en promover la calidad del paisaje con el fin de no disminuir esta condición.

Giménez (2017), realizó un estudio acerca de la minería, transformadora del paisaje natural y humano y la extracción de la potasa en la Cataluña central en España. En donde se concluye que la actividad extractiva ha provocado profundos cambios en el paisaje, ligados a una añoranza de un paisaje agrario tradicional y el

aprovechamiento agrario quedó subyugado a la preferente y obligada elección de emplazamientos por el dominante sector minero-industrial que invadió el espacio tradicionalmente usado por el sector primario.

Lima, Teixeira, Herculano & Nogueira (2010), realizaron un estudio del uso del SIG en la zonificación de las áreas protegidas –APA- Itaúna/ Brasil. Con base en la cartografía de las características físicas, ambientales, morfológicas y sociales, así como gestión de riesgos y ocupación de la tierra, encontraron problemas tales como la ocupación desordenada al borde de las presas, la creciente deforestación, las plantaciones de monocultivo, y realizaron un estudio físico geográfico de toda la región para contribuir a una propuesta de zonificación que regula el uso del suelo, y la preservación y conservación del medio ambiente.

Aponte, Escobar & Molina (2017) en su investigación acerca de la exploración de metodologías para la valoración del paisaje en Medellín-Colombia, revisando metodologías de valoración del paisaje aplicadas en diversos lugares del mundo, de forma cualitativa con enfoque hermenéutico y de técnica documental se derivan criterios y variables que permiten caracterizar un paisaje, elementos considerados fundamentales para construir una metodología propia para el reconocimiento, interpretación y valoración del paisaje en la región.

Zubelzu & Mínguez (2014), Realizaron un artículo donde se habla del concepto del paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España, en el cual a partir de un análisis bibliográfico profundo, especialmente la percepción necesaria para su existencia y su carácter territorial deducen una serie de principios que permiten diseñar los instrumentos para su gestión, y a partir de un análisis crítico de los mecanismos de gestión y normativas vigentes concluyen la escasa adecuación de varios de los instrumentos analizados.

Stanford, Padilla y Montoya (2003), realizaron una valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en El Valle de Zapotitlán de Las Salinas, Puebla (México), en la que obtuvieron un valor del paisaje en función de su atractivo o por la evaluación de su mayor o menor susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla cierto uso sobre él, por medio de la creación de una base de datos cartográfica de fácil manejo y compatible con otros estudios, apoyándose en modelos de calidad y fragilidad visual del paisaje y en un SIG para el posterior análisis de la información.

Con todo el análisis de la información concluyen y clasifican estas áreas estudiadas según la calidad y la fragilidad arrojada en los resultados, destacan que aquellas áreas que presentan combinaciones de alta fragilidad y alta calidad serán áreas de gran importancia para su protección; las de alta calidad y baja fragilidad serán zonas usadas para actividades en las cuales el paisaje constituya un factor de atracción; y en cuanto a las zonas que muestren baja calidad y baja fragilidad serán usadas para actividades que puedan causar impactos visuales muy fuertes.

Másmela (2010), realizó un estudio sobre el paisaje como elemento de la ordenación territorial. Un análisis del paisaje desde su enfoque visual en el borde centro oriental de Medellín, Colombia. En esta investigación, la parte metodológica se basa en analizar el paisaje desde su enfoque visual, apoyado en lineamientos de la normativa Española. Mediante esta metodología analizó, caracterizó y evaluó la calidad visual del paisaje del borde urbano-rural centro-oriental de la ciudad de Medellín, un territorio de fuertes dinámicas urbanas, con un fondo escénico de grandes contrastes visuales y de gran visibilidad. Con los resultados obtenidos de este estudio logra demostrar y ratificar cuán valioso es el paisaje y su importancia en la ordenación territorial.

Muñoz (2017), realizó un estudio sobre el paisaje visual: un recurso importante y pobremente conservado, en el que hace un análisis de aquellos procesos que repercuten y atentan contra el paisaje, como el incremento de las zonas urbanas y de infraestructuras productivas y de servicios; los cambios del uso del suelo rural

hacia el monocultivo y el aumento de estructuras antrópicas en el paisaje rural. Todo esto ha traído consigo notables pérdidas en la calidad y riqueza paisajística. Con este estudio concluye que se debe avanzar en políticas encaminadas al monitoreo y restauración de paisajes, como también en grandes programas de educación ambiental orientados a la conservación y recuperación de los mismos.

Holguín (2011), realizó un estudio sobre el contexto minero en el departamento del Cesar; aquí investiga y muestra gran información acerca de la actividad minera realizada en este departamento y se enfoca en la extracción de carbón y la práctica de la minería a cielo abierto. Esta investigación muestra el estado actual, las proyecciones, regalías y los impactos ambientales y sociales asociados a la extracción de carbón en el Cesar. El carbón es el segundo producto de exportación nacional y el Cesar tiene su participación en un 48% del total nacional alcanzando una producción de 35 millones de toneladas.

Salazar (2013), realizó un estudio sobre minería, medio ambiente y paisaje cultural cafetero en el municipio de Quinchía, Risaralda: un reto hacia la sustentabilidad; en el que crea propuestas de armonización ambiental para el municipio de Quinchía, Risaralda, basándose en la declaratoria de paisaje cultural cafetero y la actividad minera realizada en la región; en cuanto al desarrollo metodológico, desarrolló su investigación en tres fases que son el acercamiento con la comunidad, la recolección de la información y la elaboración del diagnóstico delimitando las zonas donde se realizan las actividades mineras que están dentro del marco legal. Todo esto basado en las actividades económico-productivas (PCC y minería), para así llegar a una propuesta de armonización ambiental que incluya estas dos actividades; finalmente esta propuesta abarca las necesidades del Paisaje Cultural Cafetero y enmarca la actividad minera realizada en el territorio.

## 4.2. MARCO TEÓRICO

### 4.2.1. Calidad Paisajística

Se entiende por calidad de un paisaje al grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (Blanco, 1979).

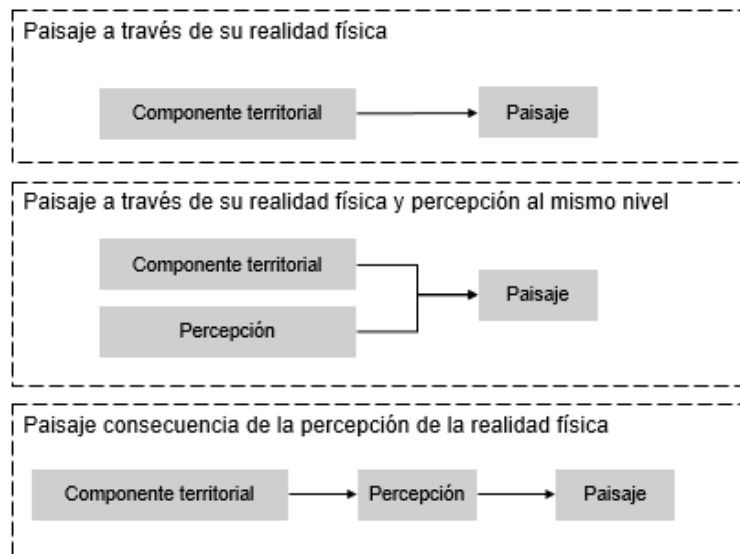


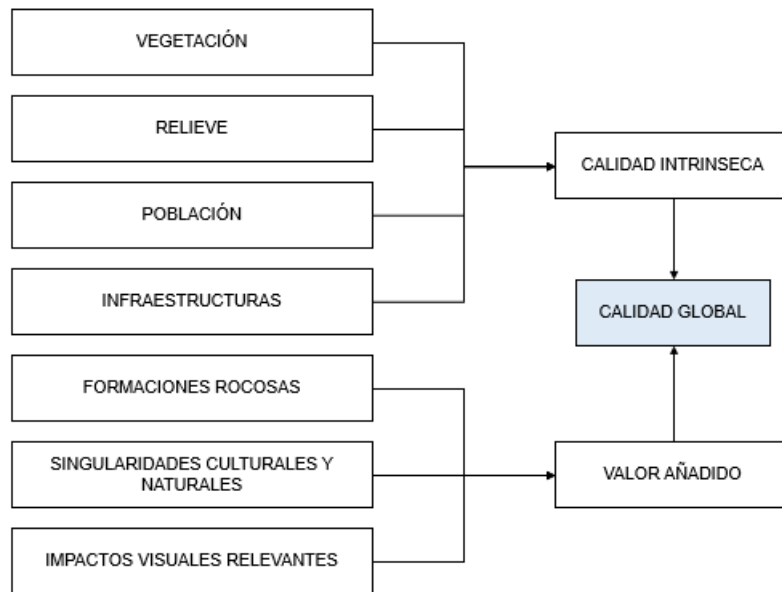
Figura 1. Principales corrientes sobre la definición del paisaje, a la vista de la consideración del componente territorial y de la percepción.

Fuente: Zubelzu & Allende (2014)

La calidad del paisaje es invaluable pero si medible, no hay concepto claro que de interpretación cuando un paisaje (constituido y dependiente de sus componentes geográficos, ambientales, infraestructura, entre otras que lo integren) garantice brindar todos los bienes y servicios ambientales, puesto que cada bioma y ecosistema poseen distintas capacidades de carga ambiental y es por estas razones que solo se puede medir y valorar a si mismo por lo que posee y en relación a los impactos y riesgos a los cuales se encuentra expuesto<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Adaptado y complementado de Pérez Ortiz (2017), en su trabajo de maestría de Valoración de la Fragilidad y Calidad Visual del Paisaje aplicando un SIG. Caso estudio: Santa Ana (fuente previamente referenciada)

La calidad del paisaje depende en sí de las amenazas y vulnerabilidades a las que se encuentra expuestos. En el departamento del Cesar se pueden resaltar zonas protegidas como la Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía del Perijá y La Ciénaga de la Zapatosa, que son ecosistemas estratégicos que poseen una calidad paisajística no comparable, pero si poseen una medida de calidad paisajística similar que no ha sido valorada o determinada.



*Figura 2. Modelo de Calidad Visual del Paisaje*

*Fuente: Adaptado de Montoya A., Padilla R. & Stanford (2003)<sup>4</sup>*

En la figura 2, se observa el esquema metodológico que obedece la determinación de la calidad del paisaje.

#### **4.2.2. Fragilidad Paisajística**

La Fragilidad Visual se puede definir como la susceptibilidad de un territorio al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Cifuentes, 1979).

<sup>4</sup> Una referencia visual del esquema se puede observar en un documento en línea: <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/12/81/51281.pdf> (recuperado el día 25 de noviembre de 2018).

#### 4.2.2.1. Fragilidad Intrínseca

Es la que aborda la dinámica propia de los tres factores o grupos, los cuales expresan una dependencia directa de tres variables: biofísico, histórico-cultural o de visualización o morfológicos (Pérez Ortiz, 2017). La figura 3, representa con claridad los elementos necesarios para conseguir determinar la fragilidad intrínseca.

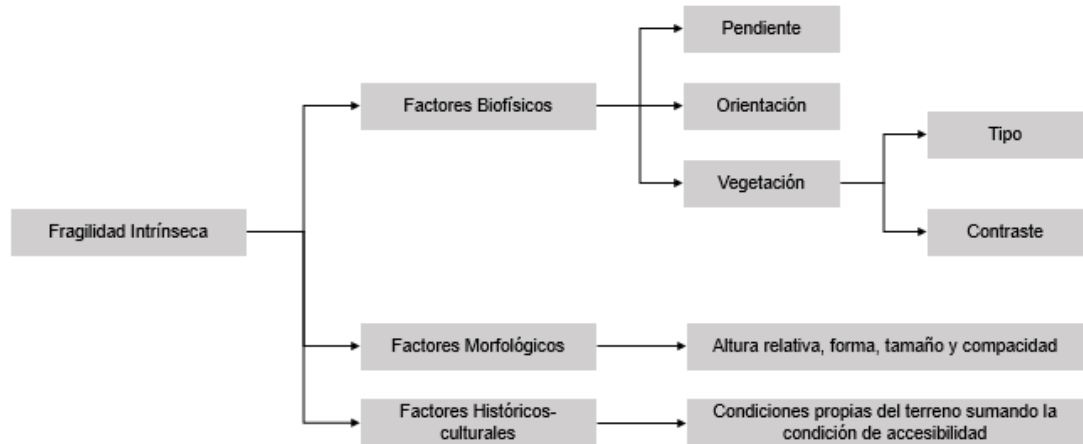


Figura 3. Modelo de Factores que componen la fragilidad intrínseca  
Fuente: Adaptado de Pérez Ortiz, 2017.

Es importante aclarar que la fragilidad intrínseca sumada a las condiciones accesibilidad brindan el indicador de fragilidad visual, la cual es otra de las variables necesarias para determinar la fragilidad visual y la calidad del paisaje (Pérez Ortiz, 2017).

#### 4.2.2.2. Fragilidad Visual Adquirida

Es aquella que integra las variables de Fragilidad Intrínseca y la accesibilidad (distancia a vías y núcleos urbanos).

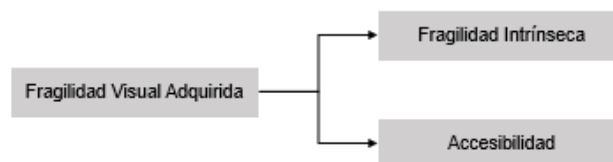


Figura 4. Modelo de la Fragilidad Visual Adquirida  
Fuente: Adaptado de Montoya A., Padilla R. & Stanford, 2003.

En resumen, los factores utilizados para la valoración de la fragilidad del paisaje son: vegetación, uso del suelo, pendiente, fisiografía, forma y tamaño de la unidad del paisaje y la distancia a la red vial y núcleos de población (Montoya Ayala, Padilla Ramírez, & Stanford C., 2003)

### 4.2.3. Alteración del Paisaje

Una de las principales características del paisaje del crecimiento actual es la pérdida de su calidad visual, esto se debe a las alteraciones generadas por la disolución del paisaje (Nohl, 2001), peculiaridades que son muy similares a las de la zona del estudio. Para comprender visualmente la alteración del paisaje (gráfico 1), se debe aclarar que en la población objeto está muy relacionado a los impactos ambientales ocasionados por la minería.

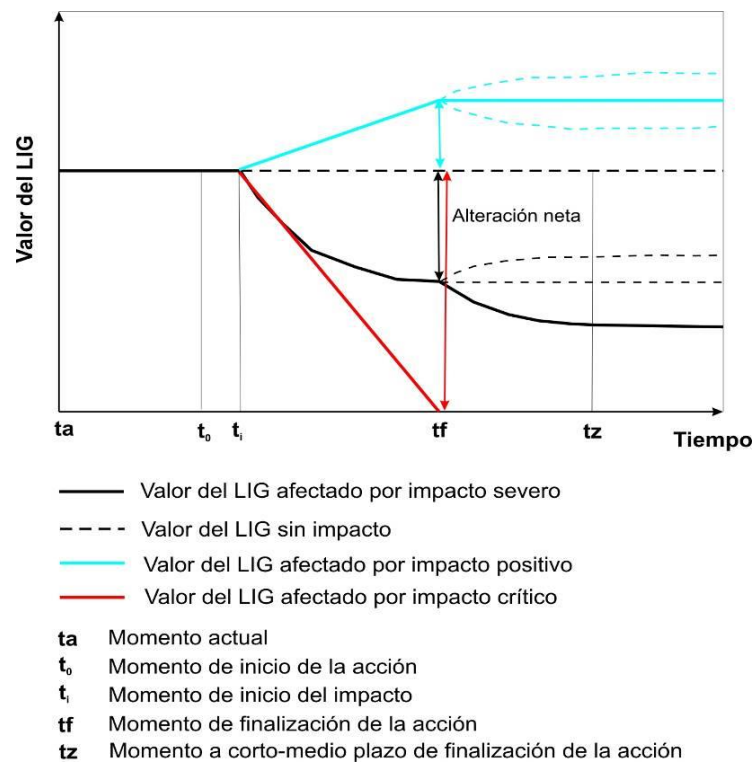


Gráfico 1. Calidad Ambiental afectada por Impactos Ambientales<sup>5</sup>  
 Fuente: Vegas, Alberruche, Carcavilla & García-Cortés adaptado de Conesa, (2012)

<sup>5</sup> LIG (lugar de interés geológico) hace referencia a un término en la investigación desarrollado por los autores.

Esto nos permite tener un acercamiento, aproximando un conjunto de impactos ambientales a su componente natural o antrópico, estos a sus medios los cuales son medidos con los factores de la calidad y la fragilidad paisajística.

#### 4.2.4. Valoración del Paisaje

Pérez Ortiz (2017) e Montoya, Padilla & Stanford (2003), son muy claros en su metodología y siguen los lineamientos de Blanco (1979) y Cifuentes (1979). La fragilidad y la calidad del paisaje son insumos para valorar el paisaje (figura 5).

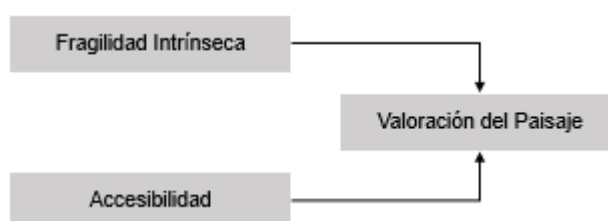


Figura 5. Modelo de Valoración del Paisaje

Fuente: Adaptado de Pérez Ortiz, 2017.

Cada uno de los parámetros de la figura 5, posee una clasificación que depende de las características analizadas, para la calidad del paisaje; que es el resultado de los procesos de la figuras 3 y 4, obsérvese la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de la Calidad del Paisaje

Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
<b>Pendiente</b>	0 – 8	0 – 8	8 – 30	30 – 50
<b>Uso del Suelo</b>	Capacidad de uso VIII	Capacidad de uso VII	Capacidad de uso VI	Capacidad de uso III y IV
<b>Condición de Uso</b>	Uso correcto	Uso correcto	Sub-uso	Sobre-uso

Fuente: Pérez Ortiz, 2017.

La clasificación de la fragilidad del paisaje se observa en la tabla 2, que es el resultado de los procesos consecutivos representados en la figura 2.

Tabla 2. Clasificación de la Fragilidad del Paisaje

Variable	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
<b>Pendiente</b>	Más de 15	Más de 15	5 – 15	0 – 15
<b>Orientación</b>	0 – 15	0 – 15	15 – 40	Más de 40
<b>Vegetación</b>	Diversidad	Estratos Mezclados	Dos estratos	Mono específico
<b>Cuenca</b>	Elíptica, Bajo índice	Extensa, Bajo índice	Circular, Alto índice	Elíptico, Alto índice
<b>Compacidad</b>	$8 > IC > 0$	$8 > IC > 1$	$15 > IC > 8$	$24 > IC > 15$
<b>Accesibilidad</b>	Total	Primaria	Secundaria	Vecinal
<b>Pendiente</b>	Más de 75	30 – 75	8 – 30	0 – 8
<b>Usos</b>	30 – 15	8 – 15	3 – 8	0 – 3
<b>Tipo de Uso</b>	Correcto	Correcto	Sub-uso	Sobre-uso

Fuente: Pérez Ortiz, 2017.

Estos datos deben ser ajustados y reclasificados de tal forma de poder obtener datos representativos que categoricen el valor del paisaje. La tabla 3, posee la matriz de calificación del paisaje. Los procesos de la figura 2, 3 y 4, combinados y reclasificados son comparados con esta matriz.

Tabla 3. Clasificación de los Valores del Paisaje

Categoría	Calidad	Fragilidad	Valor del Paisaje
<b>Muy Alto</b>	3	7	10
<b>Alto</b>	2	5	7
<b>Medio</b>	1	3	4
<b>Bajo</b>	0	1	1

Fuente: Pérez Ortiz, 2017.

Con estos valores se obtiene una representación gráfica y visual de la zona de estudio. La metodología precisa los insumos y procedimientos necesarios para obtener cada uno de los factores que influyen en la fragilidad y la calidad del paisaje.

#### 4.2.5. Extracción Minera y Paisaje

Uno de los hechos más destacados en la evolución del paisaje minero es la mutabilidad y la intensidad, y el ritmo de estos cambios provoca un gran malestar en una parte importante de la ciudadanía. Un rápido cambio socio-económico conlleva a la regresión acelerada de los modos de vida que se venían manteniendo tradicionalmente y con ello la destrucción progresiva del ámbito territorial en que

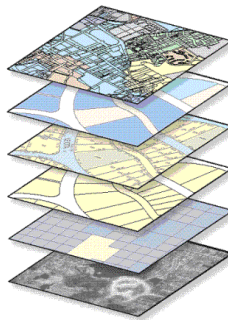
habitan estas sociedades, con la merma patrimonial que conlleva (Giménez Ruiz, 2017).

La minería transforma el paisaje y muchas veces esos cambios en el terreno pueden ser aprovechados por las comunidades con propósitos de turismo, como fuente económica de ingresos alternativos a los normales, sin embargo en el departamento del Cesar el deterioro es intenso por los cambios en la magnitud de los impactos ambientales que se generan.

Valorar la calidad y fragilidad del paisaje permite constituir la línea base para poder formular estrategias que puedan darle un aprovechamiento al paisaje minero, un ejemplo claro de estas alternativas es la campaña de promoción turística del Perú, donde facilitan el acceso al turismo investigativo.

#### **4.2.6. Procesos de Zonificación de Información**

La Zonificación Ambiental es el instrumento que establece la ordenación de estos territorios, y las normas de ocupación y uso de la tierra y los recursos naturales (Lima, Teixeira, Herculano, & Nogueira, 2010).



*Figura 6. Superposición de Capas como representación de Geoprocesos*

*Fuente: ESRI, 2019.*

El uso de los Sistemas de Información Geográficos será importante puesto que el álgebra de mapas, la herramienta clasificación y la utilidad de imágenes imagen de mapa de bits y shapefiles son el principal insumo de la investigación.

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

**Ambiente:** Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (Clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condiciona la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

**Biodiversidad:** Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

**Contaminación:** Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana.

**Contaminación visual:** Es aquella contaminación producida sobre el paisaje.

**Contaminador pagador:** Según el principio de “quien contamina paga”, el causante de cualquier tipo de contaminación debe pagar los costes de los perjuicios que su acción ha provocado en el medio ambiente.

**Deforestación:** Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y el tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

**Degradación de suelos:** Reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

**Desarrollo sostenible:** Es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Al mismo tiempo que distribuye de forma más equitativa las ventajas del progreso económico, preserva el medio ambiente local y global y fomenta una auténtica mejora de la calidad de vida.

**Desertificación:** Proceso por el cual un territorio que no posee las condiciones climáticas de un desierto adquiere las características de éste, como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal y también a causa de una fuerte erosión. La sobreexplotación de los suelos, el abuso de pesticidas y plaguicidas, el pastoreo excesivo y la tala indiscriminada de árboles son factores que favorecen la desertificación.

**Ecosistema:** Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

**Estudio de impacto ambiental:** Es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.

**Impacto ambiental:** Es la repercusión de las modificaciones en los factores del medio ambiente, sobre la salud y bienestar humano. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.

**Paisaje o escenario:** Es el conjunto interactuante de elementos constitutivos habituales y artificiales del ambiente con una particular combinación en un cierto espacio.

**Sistema de Información Geográfico (SIG):** es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

**Evaluación de impacto ambiental:** Es el procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como prevenir, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar el equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes.

#### 4.4. MARCO CONTEXTUAL

El corregimiento de La Loma de Calenturitas hace parte de la jurisdicción del Municipio de El Paso, localizado en todo el centro del departamento del Cesar y en el corredor minero-carbonífero de Colombia. La minería lleva más de 20 años<sup>6</sup> de extracción de minerales en el departamento y esto llevó a una transformación de índole económica, social y ambiental, cuyo reflejo en la actualidad solo se observa problemas. En la figura 7, podemos observar el área de estudio en mención.

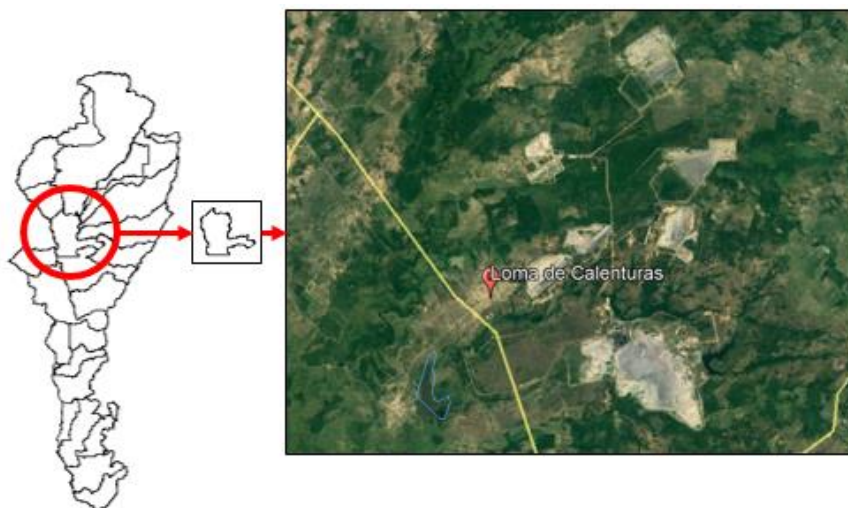


Figura 7. Loma de Calenturas – Cesar

Fuente: Autores, 2019.

Siendo El Paso, el Municipio al cual pertenece el corregimiento de La Loma de Calenturitas, este último es de mayor envergadura y área urbana o construida, además alberga más población con aproximadamente 18 mil habitantes<sup>7</sup> y colinda, midiendo un radio de 40 kilómetros aproximadamente con cuatro (4) socavones del cual se destaca Drummond, siendo la mina a cielo abierto más grande del globo terráqueo.

<sup>6</sup> Recuperado de: <https://www.elespectador.com/economia/drummond-sigue-por-20-anos-mas-explotando-la-mina-de-carbon-la-loma-en-el-cesar-articulo-835904> el día 12 de enero de 2019.

<sup>7</sup> Recuperado de: <https://www.elheraldo.co/regi-n/en-la-loma-de-calenturas-hay-un-nuevo-millonario-35125> el día 12 de enero de 2019.

## 4.5. MARCO LEGAL

*Tabla 4. Normativa Aplicable*

NORMATIVA	DETALLES
Constitución Política de Colombia de 1991	<p>Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.</p> <p>Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</p>
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 23 del 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 1715 de 1978	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.

*Fuente: Autores, 2019.*

## **5. MARCO METODOLÓGICO**

### **5.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

La línea de investigación asociada a la investigación corresponde a Sostenibilidad y Gestión Ambiental. La temática planteada se asocia mucho a los temas de planificación territorial y el manejo del medioambiente, por lo cual se categorizaría en la sub línea gestión integral de la biodiversidad y patrimonio ambiental, y en una tercera línea de ecosistemas estratégicos.

### **5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de estudio será descriptivo y explicativo<sup>8</sup>. Es descriptivo transversal porque el estudio es en un corto plazo y se centra en recolectar datos para demostrar eventos o explicar acontecimientos. Es explicativo porque intentan responder los eventos estudiados y proporcionar un sentido de entendimiento de los fenómenos de referencia.

### **5.3. POBLACIÓN**

Está representada por los paisajes naturales y antrópicos del complejo minero del departamento del Cesar que hacen parte del área de incidencia de los habitantes del corregimiento La Loma de Calenturas, jurisdicción del Municipio de El Paso – Cesar.

### **5.4. MUESTRA**

En el marco de este proyecto existen dos tipos de muestreos que son justamente correspondientes con las metodologías del diseño muestral: muestra probabilística y no probabilística.

La muestra no probabilística hace parte en la selección del área de estudio que depende exclusivamente de los datos o información obtenida en el desarrollo metodológico del primero objetivo de la investigación. La caracterización ayudará al

---

<sup>8</sup> Adaptado de (Sampieri, Fernández C., Baptista L., & Collado., 2014)

investigador las zonas más factibles para realizar el estudio de fragilidad y calidad del paisaje y realizar la mencionada valoración.

La muestra probabilística es desarrollada mediante la selección automatizada de puntos al azar mediante el uso de sistemas de información geográfico (SIG), la cual depende de los valores de la imagen de mapa de bits y los demás atributos que componen el área de estudio seleccionada.

## **5.5. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **5.5.1. Etapa 1: Caracterización de los atributos naturales y antrópicos de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar.**

#### ***Actividad 1.1.: Revisión Bibliográfica***

**Descripción:** se realizará investigación de información primaria para constituir una línea base de información con el fin de obtener características que permitan tratar y/o evaluar los resultados obtenidos de la valoración de la fragilidad y la calidad del paisaje.

#### ***Actividad 1.2.: Requerimientos de Insumos Cartográficos***

**Descripción:** Para los procedimientos de determinación de la fragilidad, calidad y valoración del paisaje se requieren los siguientes insumos: modelo digital de elevación, cobertura vegetal, densidad de carreteras, mapa de uso y condición de suelos. Para ello se requerirá información a las entidades ambientales competentes en estudios relacionados como es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Minas y Energía (INGEOMINAS) y a la Corporación Autónoma del Cesar (CORPOCESAR). Otra información será obtenida utilizando las plataformas satelitales de las diferentes agencias espaciales, quienes publican la información y es totalmente gratuita y de acceso para todos.

### **Actividad 1.3.: Análisis Preliminar**

**Descripción:** los insumos obtenidos serán representados en su previa cartografía con el uso de SIG, para explicar sus componentes y con la finalidad que se pueda expresar y comprender la relación que tienen estos con los atributos y factores requeridos que serán tratados y reclasificados para obtener la fragilidad, calidad y valoración paisajística.

### **Actividad 1.4.: Diseño Muestral**

**Descripción:** desde el punto de vista no probabilístico y obteniendo una línea base y un análisis primario de la información a trabajar se realizará el polígono que enmarca el área de trabajo y que tiene mucha influencia al corregimiento de La Loma de Calenturitas. En el marco probabilístico, el sistema de información geográfico posee herramientas que permite seleccionar y ubicar en la zona de trabajo puntos al azar, los cuales serán estaciones de monitoreo visual y presentan características notorias que permitirán constatar los resultados obtenidos; este último obedece la siguiente fórmula de muestreo estadístico probabilístico:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Dónde,

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población
- Z: Nivel de confianza
- d: Nivel de precisión
- p: Probabilidad de éxito
- q: Probabilidad de fracaso

## 5.5.2. Etapa 2: Determinación de los factores que definen la Calidad y Fragilidad del Paisaje de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar.

### **Actividad 2.1.: Análisis Temporal-Satelital**

**Descripción:** Con imágenes satelitales se pretende comprender mediante SIG, el cambio temporal y la alteración del paisaje geográfico y fisiográfico durante el tiempo que la minería se preserva en el corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar. Para esto se analizará el cambio que ha transcurrido, midiendo la disminución del área de la cobertura vegetal durante lapsos o periodos definidos.

### **Actividad 2.2.: Obtención de Factores**

**Descripción:** se realizará el tratamiento de la información con SIG, para obtener los factores implicados en la fragilidad y calidad del paisaje. De acuerdo a la metodología empleada por Pérez Ortiz (2017) y Montoya Ayala, Padilla Ramírez, & Stanford C., (2003), estos factores son: orientación, pendiente, vegetación, cuenca visual, accesibilidad, compacidad, usos y condición del suelo.

Cada uno de estos factores poseen inferencias. Se describen a continuación.

**Orientación:** Pérez Ortiz (2017) cita a Morláns (2014), quien clasificó la orientación de las sombras como se observa en la tabla 5 y que se complementó con la reclasificación hecha por Pérez, L. & Martí, J. (2002).

*Tabla 5. Clasificación de la Orientación*

<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Clase</b>	<b>Reclasificación</b>
<b>Umbrías</b>	Más de 40%	1	Baja
<b>Intermedio</b>	15 – 40%	2	Media
<b>Solano</b>	0 – 15%	3	Alta

*Fuente: Morláns (2014) e (Pérez & Martí, 2002)*

**Pendiente:** Se obtienen trazando y clasificando las curvas de nivel mediante el modelo digital de elevación.

**Vegetación:** Pérez Ortiz (2017) cita a Calvo Iglesias (2000), en su matriz de clasificación de coberturas vegetales en la tabla 6 y que se complementó con la clasificación hecha por Pérez, L. & Martí, J. (2002).

*Tabla 6. Clasificación de la Vegetación*

<b>Tipo</b>	<b>Detalle</b>	<b>Clase</b>	<b>Clasificación</b>
Formaciones mono específicas	Relieve plano y plazas	1	Bajo
Diversidad Media, uno de los estratos predomina parcialmente	Ecosistema agrícola y pecuario	2	Medio
Diversidad Media, existen estratos dominantes entremezclados	Plantación forestal y relieve montañoso	3	Alto
Elevada diversidad	Bosque natural y secundario	4	Muy Alto

*Fuente: Calvo Iglesias (2000) e Pérez & Martí, (2002)*

**Cuenca Visual y Compacidad:** Pérez Ortiz (2017) cita a Montoya Ayala, Padilla Ramírez, & Stanford C., (2003), quienes expresan diferentes clases según estructuras y formas en la cuenca visual tal cual como se observa en la tabla 7 y que se complementó con la clasificación hecha por Pérez, L. & Martí, J. (2002).

*Tabla 7. Clasificación de la Cuenca Visual*

<b>Detalle</b>	<b>Clase</b>	<b>Clasificación</b>
Unidad pequeña, con forma elíptica y alta compacidad	1	Bajo
Unidad pequeña, con forma circular y alta compacidad	2	Medio
Unidad extensa, con forma circular y baja compacidad	3	Alto
Unidad extensa, con forma elíptica y baja compacidad	4	Muy Alto

*Fuente: Montoya Ayala, Padilla Ramírez, & Stanford C., (2003) e Pérez & Martí, (2002)*

**Accesibilidad:** se elabora una clasificación que tenga coherencia y concordancia con los demás factores a trabajar y se obtiene a partir de la nube de estaciones de monitoreo visual.

**Usos del Suelo:** de acuerdo a Pérez Ortiz (2017), se clasifican como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de Usos del Suelo

Categoría	Porcentaje	Reclasificación	Clase	Detalle
Uso Agrícola	0 – 3%	Bajo	1	Capacidad de uso III y IV
Reforestación	3 – 8%	Medio	2	Capacidad de uso VI
Bosque Natural	8 – 15%	Alto	3	Capacidad de uso VII
Protección	15 – 30%	Muy Alto	4	Capacidad de uso VIII

Fuente: Pérez Ortiz, 2017

**Condición del Uso del Suelo:** Pérez Ortiz (2017) cita a Pérez & Martí (2002), quienes clasificaron la condición de uso del suelo como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Clasificación del Uso del Suelo

Categoría	Clase	Reclasificación
Sobreuso	1	Bajo
Uso	2	Medio
Uso correcto	3	Alto

Fuente: Pérez & Martí, (2002)

### **Actividad 2.3.: Estimación de la Calidad del Paisaje**

**Descripción:** Con el plano de pendientes, usos y condición del suelo se obtiene la calidad del paisaje. Es una estimación puesto que a gran escala solo se determina una aproximación de los hechos que realmente suceden. Para obtener una imagen de mapa de bits de calidad del paisaje se utiliza la herramienta de geoprocursos “combinar”, la cual adjunta los factores mencionados.

### **Actividad 2.4.: Estimación de la Fragilidad del Paisaje**

**Descripción:** De acuerdo a la figura 2, 3 y 4, el primer paso será estimar la fragilidad intrínseca para la cual se tiene en cuenta la orientación, la pendiente y la vegetación, las cuales son combinadas para obtener una imagen de mapa de bits. Con las curvas de nivel y los puntos del diseño muestral, combinados con la fragilidad intrínseca se obtiene la fragilidad visual adquirida.

### **5.5.3. Etapa 3: Estimación del valor del paisaje de acuerdo a la fragilidad y la calidad de la zona minera adyacente al corregimiento de La Loma de Calenturas – Cesar**

#### ***Actividad 3.1.: Valor paisajístico***

**Descripción:** Con la fragilidad visual adquirida y la calidad del paisaje, utilizando la herramienta superposición difusa se obtiene una imagen de mapa de bits con la reclasificación de los datos, lo que permite obtener un valor global de la combinación de todos los atributos y factores.

#### ***Actividad 3.2.: Inferencias de los Resultados***

**Descripción:** Teniendo en cuenta los elementos recopilados en la actividad 1.1., los resultados de la etapa 2 y de la actividad 3.1., se emitirán inferencias y discusión de los resultados que son complementarios para generalizar un marco bien contextualizado y clarificado.

#### ***Actividad 3.3.: Transcripción de Artículo Científico***

**Descripción:** Los resultados serán transcritos en un artículo científico, con la finalidad de realizar publicación y a futuro participar en congresos y encuentros de socialización de resultados de semilleros de investigación.

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS NATURALES Y ANTRÓPICOS DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR.

#### 6.1.1. Revisión Bibliográfica

##### 6.1.1.1. *Contexto del Corregimiento de La Loma, El Paso, Cesar*

La Loma de Calenturitas, hace parte de la jurisdicción del Municipio de El Paso, en pleno corredor minero del departamento del Cesar. A continuación se representan las siguientes características que constituyen parte del análisis y repercuten de manera directa en los resultados del presente proyecto (información extraída de los Planes de Desarrollo Municipal 2008-2011 y 2016-2019).

##### 6.1.1.1.1. Autoridades locales

Son autoridades locales prioritarias (Alcaldía de El Paso, 2008):

- Inspección Rural y Urbana
- Oficina de recaudo Empresas de Servicios Públicos EMPASO
- Secretaría de Minas, Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario

Además cuenta con sucursales bancarias y financieras cómo (Alcaldía de El Paso, 2008):

- Banco de Bogotá
- Bancolombia
- City - COLFONDOS
- Pensiones Porvenir

#### **6.1.1.1.2. Población**

De acuerdo con el censo del SISBEN año 2015, El Corregimiento de La Loma es el centro poblado del municipio superior en población (3 veces aproximadamente) que la cabecera municipal; es decir, es el lugar de mayor concentración poblacional (19.864 habitantes aproximadamente) (Alcaldía de El Paso, 2016).

De acuerdo al DANE, la tasa de crecimiento poblacional en los últimos años es del 5.5%, siendo un valor atípico (Alcaldía de El Paso, 2008).

#### **6.1.1.1.3. Comercio y Servicios**

La principal actividad económica es la minería, desarrollado por empresas multinacionales como PRODECO, DRUMMOND, EMCARBON entre otras. El comercio como tal se basa en las necesidades de bienes y servicios que demandan los empleados de las empresas explotadoras de carbón (Alcaldía de El Paso, 2008).

#### **6.1.1.1.4. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)**

Incide de manera contundente en la estimación de este indicador la mala calidad de los servicios públicos especialmente la ausencia de un sistema de recolección de basuras y la falta de continuidad y calidad en el servicio de agua potable (Alcaldía de El Paso, 2008).

*Tabla 10. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)*

<b>Indicadores</b>	<b>Porcentajes estimados</b>
Inasistencia escolar	2.40%
Servicios inadecuados	20.6%
Vivienda inadecuadas	31.0%
Hacinamiento	15.3%
Alta dependencia	11.9%
Pobreza	45.7%
Miseria	22.1%

*Fuente: PDM 2008-2011, 2008*

#### **6.1.1.1.5. Servicios Públicos Domiciliarios**

Existen algunos lugares que utilizan como botaderos a cielo abierto, que la comunidad hace temporalmente cuando hay intermitencia del servicio de aseo principalmente en La Loma. Existen cinco rutas de recolección empleando la modalidad de vehículos compactadores y volqueta, recolectando 337 toneladas, que representa 0,91 kilogramos – habitante por día (Alcaldía de El Paso, 2016).

La cobertura del acueducto es de 85% (Alcaldía de El Paso, 2008), el agua no es apta para el consumo humano en su totalidad y el servicio es intermitente principalmente en la Loma (6 horas) (Alcaldía de El Paso, 2016).

La cobertura del acueducto es de 82,5% (Alcaldía de El Paso, 2008), NO obstante el sistema de La Loma sufre de muchos taponamientos por tener pendientes mínimas, presentando derrames en manjoles y pozos de inspección permanentemente. Además es insuficiente la tubería principal que requiere de otra tubería anexa para el sistema descargue a las lagunas de oxidación existentes (Alcaldía de El Paso, 2016).

EMPASO año 2015 (Alcaldía de El Paso, 2016):

- Suscriptores Acueducto Corregimiento de La Loma de Calenturitas equivalente a 4513.
- Suscriptores Alcantarillado Corregimiento de La Loma de Calenturitas equivalente a 3735.
- Déficit de 17%.

La cobertura del servicio de electrificación es del 98%, administrado por la empresa ELECTRICARIBE S.A. siendo un servicio regular por las constantes interrupciones del servicio, también se presentan fallas por la gran demanda energética (Alcaldía de El Paso, 2008).

### **6.1.1.2. Contexto Minero en el Corregimiento de La Loma – Cesar**

Se destaca principalmente las afectaciones al medio ambiente, en donde se resalta la contaminación del aire y el gran uso del agua.

La contaminación del aire se sufre de manera diversa, la primera y más grave a la salud de la población son la emisión de partículas que produce la minería a cielo abierto, de lo cual se puede afirmar que el corregimiento de La Loma (...) aunque se han tomado medidas en cuanto a la siembra de barreras de bosque estas medidas son paliativos a la realidad lo cierto es que la enfermedades relacionadas con afecciones respiratorias son la primera causa de enfermedad y muerte (Alcaldía de El Paso, 2016).

La actividad minera demanda en grandes cantidades el recurso y esta actividad primaria que en el fondo no ha traído beneficios sustanciales y han producido impactos irreversibles a la calidad del agua, tenemos como caso evidente y denunciante que la Ciénaga Mate palma a través de uno de sus dos vertientes que le alimentan recibe agentes contaminados de la mina Pribbenow (Alcaldía de El Paso, 2016).

La actividad económica principal es la minera con la explotación de yacimientos de carbón en los corregimientos de La Loma (Alcaldía de El Paso, 2016):

- Proyecto Carbonífero Calenturita - Prodeco C.I. S.A.
- Proyecto Carbonífero Mina El Hatillo, ubicado a un (1) kilómetro del casco urbano del corregimiento de La Loma y a 700 metros de la población El Hatillo.
- Proyecto Carbonífero La Francia, ubicado aproximadamente a 6 Km. al oriente del corregimiento de La Loma.
- Proyecto carbonífero “La Loma”, denominado también “Mina Pribbenow”, aproximadamente a 15 Km. del corregimiento La Loma.

### **6.1.1.2.1. Nivel de Producción**

Como actividad económica que modifica el paisaje, la minería utiliza muchos recursos del entorno y esto queda evidenciado en el nivel productivo de cada una de ellas:

*Tabla 11. Producción de minas en inmediaciones de La Loma de Calenturitas (2018)*

<b>Empresa</b>	<b>Nivel de Producción (Toneladas)</b>
Proyecto Carbonífero Calenturita - Prodeco C.I. S.A.	730.075
Proyecto Carbonífero Mina El Hatillo – CNR	9.180.843
Proyecto Carbonífero La Francia – CNR	31.076.036
Proyecto Carbonífero La Loma / Mina Pribbenow	57.898.399

*Fuente: (MINTIC, 2019)*

El área de concesión los proyectos mineros llega a un total de 23055 hectáreas

*Tabla 12. Área concesionada para los proyectos en La Loma de Calenturitas (2018)*

<b>Empresa</b>	<b>Área (Hectárea)</b>
Proyecto Carbonífero Calenturita - Prodeco C.I. S.A.	6677
Proyecto Carbonífero Mina El Hatillo – CNR	9638
Proyecto Carbonífero La Francia – CNR	1000
Proyecto Carbonífero La Loma / Mina Pribbenow	5740

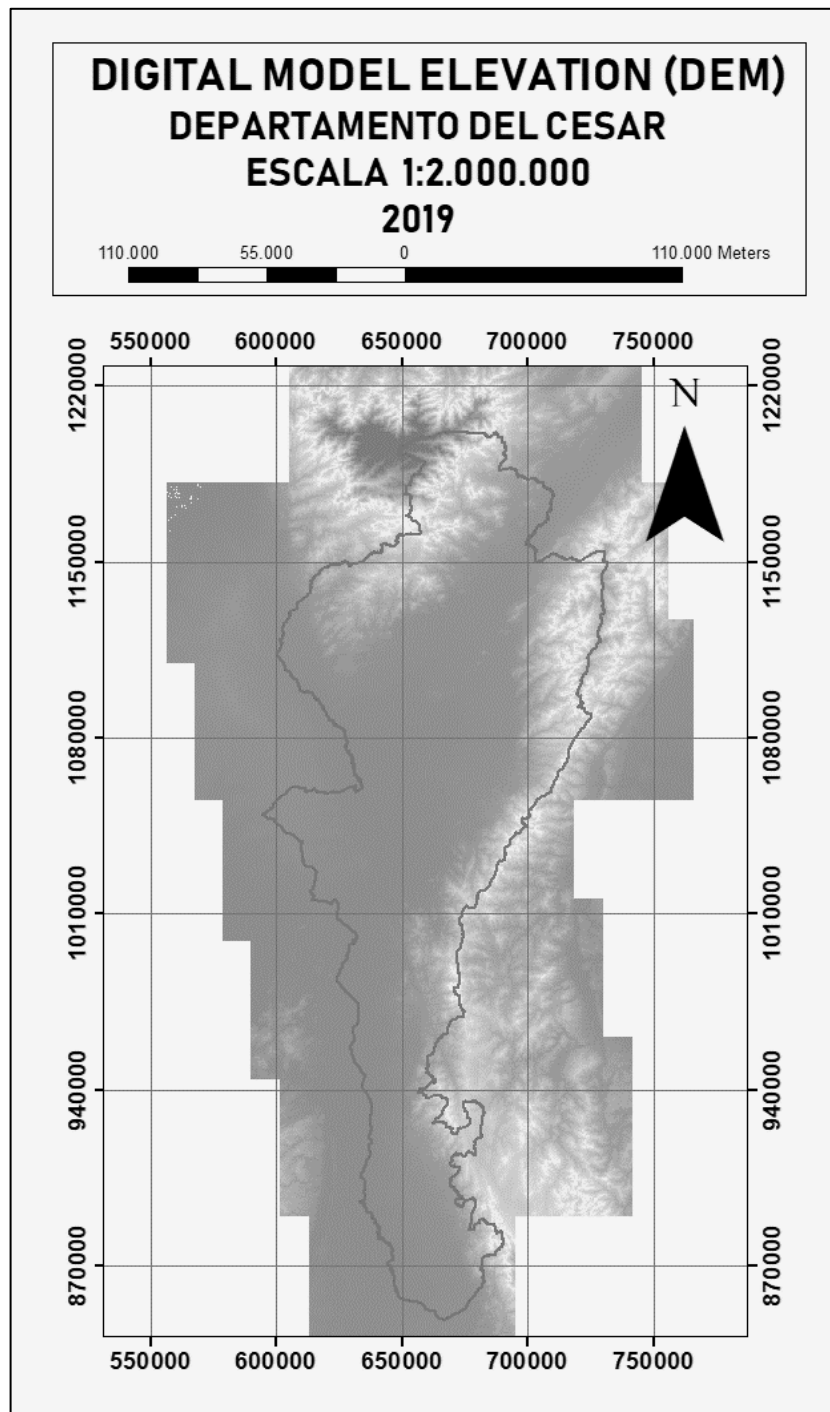
*Fuente: (Torres, Rocha, Melo, & Peña, 2015)*

## **6.1.2. Insumos Cartográficos Obtenidos**

### **6.1.2.1. Modelo Digital de Elevación**

La plataforma ALASKA SATELLITE FACILITY, de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) en conjunto con la Agencia Nacional de Desarrollo Espacial (NASDA), el Laboratorio Nacional Aeroespacial de Japón (NAL) y el Instituto de Ciencia Aeronáutica y Espacial (ISAS), que integran la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (JAXA); es un espacio

vía web donde se puede obtener imágenes satelitales de alta resolución (12.5 metros para modelos digitales de elevación DEM). Del trabajo de Medina A. & Campo M., quienes trabajan con dicha plataforma en su tesis de grado, se obtuvo el siguiente cartograma elaborado del departamento del Cesar:



*Ilustración 1. Modelo Digital de Elevación Departamento del Cesar*  
*Fuente: ALOS PALSAR – NASA, 2019.*

### 6.1.2.2. Densidad de Infraestructura

El Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y la plataforma DATOS del Ministerio de Tecnología de la Información y Comunicación, así como las entidades e instituciones científicas aúnan y vinculan sus aportes y productos para generar resultados informativos para todos, es por ello que información como la densidad de la infraestructura (zonas urbanas y vías) se puede obtener mediante plantillas y capas que son publicados por estas agencias y que son de acceso gratuito y de uso público con fines investigativos.

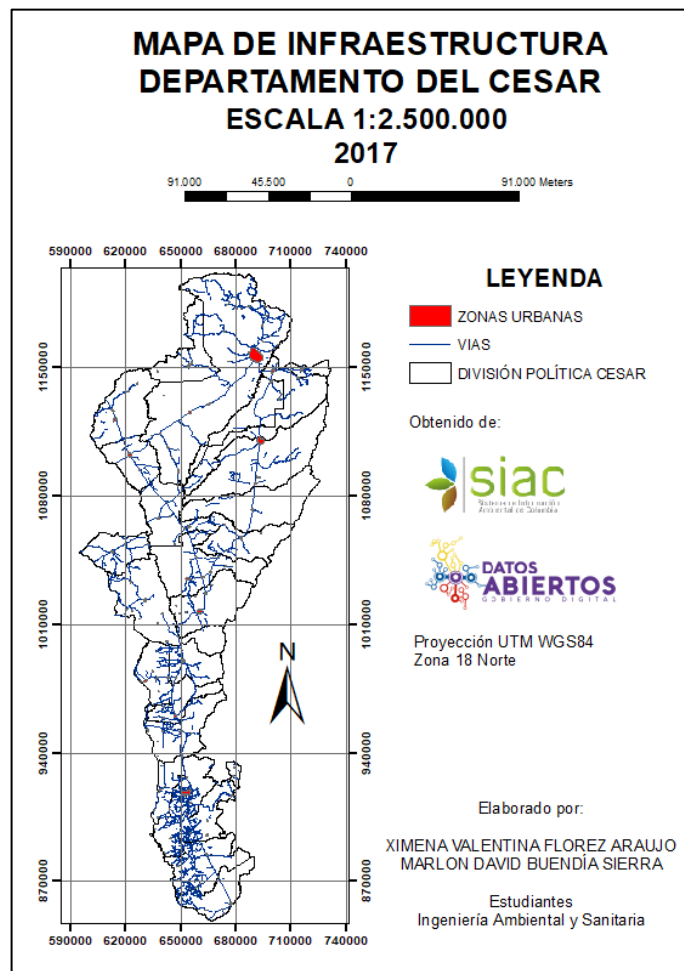


Ilustración 2. Infraestructura Física-Construida departamento del Cesar  
Fuente: DATOS-SIAC, 2019.

### 6.1.2.3. Mapa de Cobertura, Uso y Vocación del Suelo

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en su Estudio de las Coberturas, Usos y Vocaciones del suelo hizo público dos cartogramas relacionados a estos aspectos. Son los siguientes:

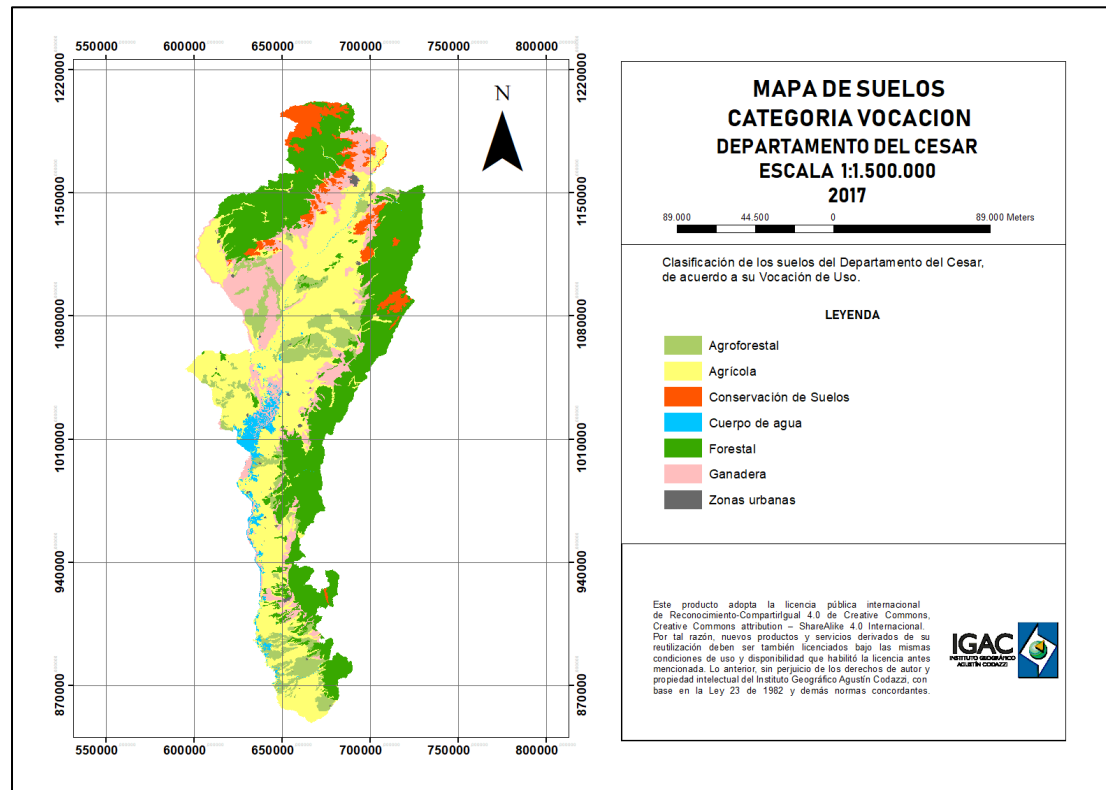


Ilustración 3. Vocación del suelo del departamento del Cesar

Fuente: IGAC, 2017.

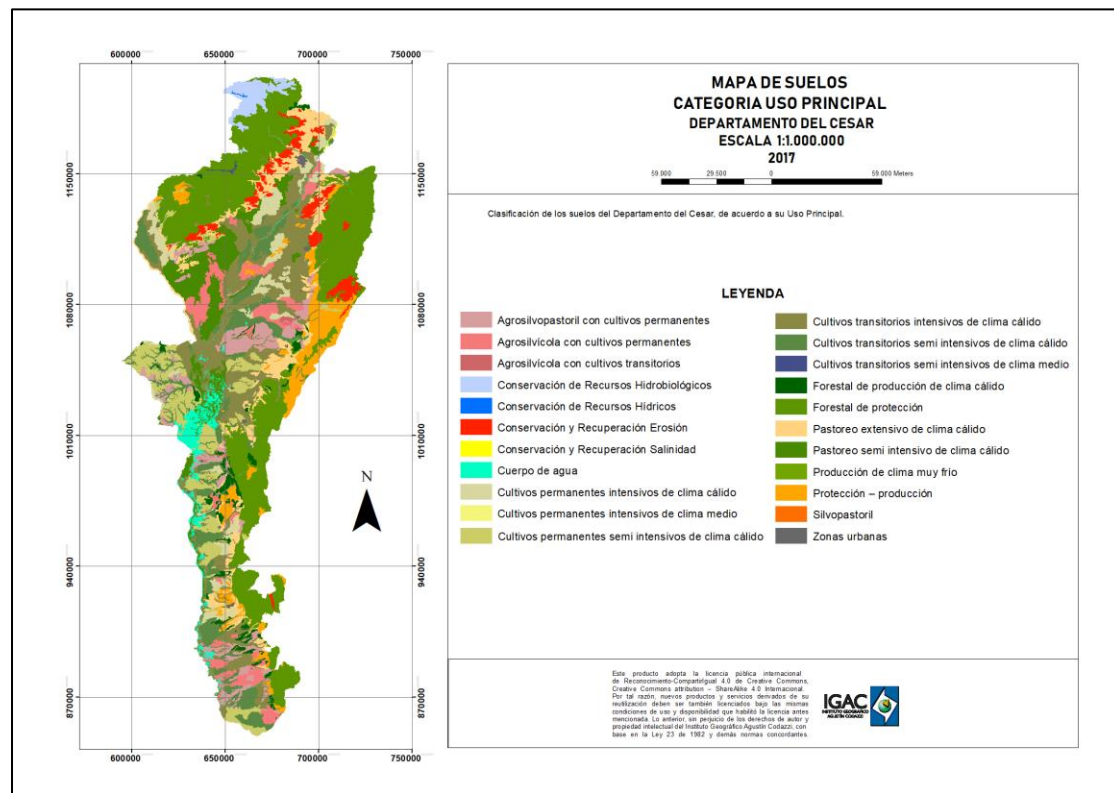


Ilustración 4. Usos del suelo del departamento del Cesar

Fuente: IGAC, 2017.

Con estos insumos cartográficos solicitados a las entidades descritas en la metodología se puede dar el siguiente paso para continuar con el procedimiento lógico para llevar a cabo las actividades y tareas propuestas. A continuación se hará la descripción de porqué estos insumos son necesarios y cómo actúan para obtener los factores.

### 6.1.3. Análisis Preliminar de la Cartografía

El corregimiento de La Loma de Calenturitas se encuentra al extremo este del Municipio de El Paso y es el corazón del corredor minero agrícola del Departamento del Cesar, como ya se describió en actividades anteriores es epicentro de operaciones mineras de cuatro empresas las cuales tienen asentamiento administrativo-operativo en esta localidad.



*Figura 8. Corregimiento de La Loma / División Política e Infraestructura Vial  
Fuente: Ajustado por Autores, 2019.*

#### 6.1.3.1. Modelo Digital de Elevación: Análisis descriptivo

De acuerdo al modelo digital de elevación, en una aproximación a la zona, observamos que es netamente plana con niveles por debajo el nivel del mar, representado por la gran voladura de la minería a cielo abierto que se presenta en el sector.

El corregimiento se encuentra aproximadamente entre los 40 y 50 metros sobre el nivel del mar, desconociendo con certeza o exactitud la profundidad de los

socavones o voladuras hechas por las empresas, las cuales modifican el paisaje de manera abrupta y que afectan la calidad, no solo ambiental, sino visual; cuestión que entra en debate puesto que se pueden crear fortalezas y oportunidades si se gestiona de manera idónea. Uno de los resultados de este proyecto va destinado a crear orientaciones finales para aprovechar el paisaje y poder recuperar o compensar los aspectos que se han ocasionado a la fisiografía.

#### **6.1.3.2. Densidad de la Infraestructura: Análisis descriptivo**

En cuanto a la infraestructura y vías, La Loma tiene un área urbanizada de más de 300 hectáreas. Tal cual como se aprecia en la figura 8, el corregimiento de La Loma de Calenturitas es epicentro minero y agrícola, todas las rutas se dirigen hasta este lugar, debido a su importante enfoque e incidencia de las actividades económicas.

Esto, desde el punto de vista es denominado desarrollo territorial y socioeconómico; en cuanto al aspecto ambiental, todo es afectación y perjuicio. El corregimiento de La Loma, además de contar con pésimos servicios, posee otras desventajas, puesto que la minería es gran responsable de los daños en los suelos agrícolas y ganaderos del sector, contaminación del agua y del aire, recursos que para el ser humano son indispensables y terminan impactando la salud de los habitantes; sin embargo, a pesar de todo el desarrollo territorial y socioeconómico ha conllevado a un aumento demográfico que significa el crecimiento de la infraestructura y la malla vial, mejoras y mayores construcciones. En un balance de ganancias y perjuicios, la calidad de vida no es rentable, debido a que son más los daños y todos estos factores físicos intervienen en la fragilidad, calidad y valor del paisaje.

#### **6.1.3.3. Cobertura Vegetal: Análisis descriptivo**

La disminución de la línea vegetativa o de cobertura arbustiva-arbórea ha llevado a los complejos grupos de empresas mineras a desarrollar proyectos de restauración y compensación ambiental. ¿Serán suficiente estas medidas?, en cuanto a lo que corresponde al paisaje, las unidades verdes o parches vegetativos no suman, puesto a que un paisaje con poca fragilidad, con calidad en su bienes y servicios y

con un valor agregado es aquel que por sus características ecosistémicas cumple para ser preservado y declarado área natural protegida; indiscutiblemente la línea agrícola, en sus entonces desplazó y arrasó la naturaleza del sector y desde los años 80 hasta la actualidad la minería ha sido quién se ha encargado de desaparecer totalitariamente los relictos de bosque seco tropical espinoso que pertenecían a esta región que fuese rica en sus suelos, vegetación, agua y sobre todo en minerales, soporte para la gran calidad ambiental que a día de hoy se ve aminorada. En la sección 6.2.1. Se ampliará, mediante la determinación del índice de vegetación normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), en varios lapsos temporales, el cambio que se ha dado en el sector de estudio correspondiente a la jurisdicción del corregimiento de La Loma.

#### **6.1.3.4. *Uso y Vocación del Suelo: Análisis Descriptivo***

De acuerdo a la vocación del suelo, este sector del corregimiento de La Loma de Calenturitas es netamente agroforestal, teniendo las condiciones idóneas para este tipo de actividad que en sí se practica con el fin de mejorar las condiciones de los suelos disturbados por la minería, algunos remanentes de ellos son agrícolas y otros destinados a la conservación. También existen grandes cuerpos de aguas que se encuentran contaminados por la constante actividad minera.

En cuanto al uso del suelo, encontramos zonas destinadas al agroforestal y agro silvícola para cultivos permanentes, cultivos transitorios intensivos de clima cálido, forestal de clima cálido y cuerpos de agua (siendo esta la sub clasificación del uso del suelo) y por último encontramos la más importante y significativa en cuanto a lo que respecta paisaje y es la actividad minera, responsable en gran medida de los cambios de las unidades paisajísticas en la zona.

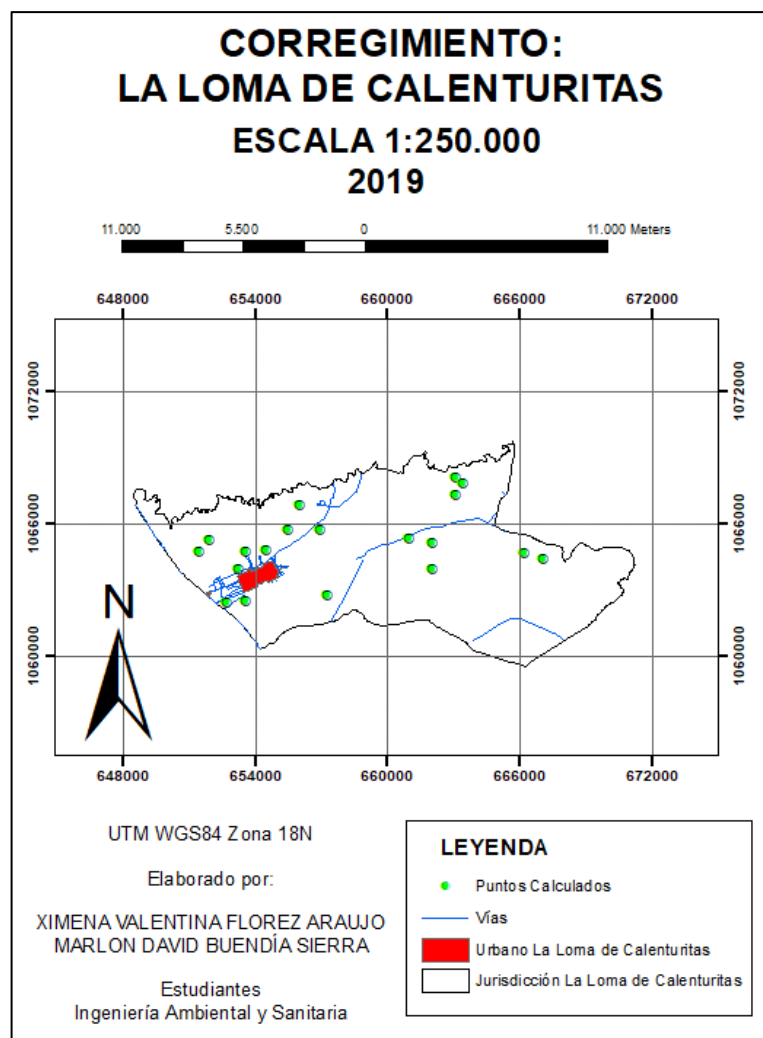
#### **6.1.4. Diseño Muestral**

Para el diseño muestral se siguen las pautas que expone Tamayo (2001), considerando el área de jurisdicción (de estudio) de La Loma de Calenturitas como la Población de estudio finita.

El área de jurisdicción de la Loma de Calenturitas corresponde a 123.06 kilómetros cuadrados (12306,53 hectáreas).

$$n = \frac{123,06 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 1}{0,095^2(123,06 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 1} \approx 19$$

Para este caso de estudio se obtuvieron 19 puntos, estadísticamente significativos, los cuales serán distribuidos mediante herramienta integral de creación de puntos aleatorios sobre superficies. El resultado es el siguiente.



*Ilustración 5. Puntos Calculados del Diseño Muestral*

*Fuente: Autores, 2019.*

## 6.2. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES QUE DEFINEN LA CALIDAD Y FRAGILIDAD DEL PAISAJE DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR

### 6.2.1. Análisis Temporal-Satelital

Con esta actividad se pretende analizar cómo ha cambiado el paisaje en un lapso temporal. Para ello las variables geología, fisiografía, vegetación y otras que son físicas y modificables en su entorno pueden representar efectivamente un grado, sin embargo y siguiendo las recomendaciones de la CEPAL (2017), el indicador efectivo es quien recibe la mayoría de los impactos sea cual sea la actividad que esté infiriendo sobre este, por lo tanto la vegetación es quién se ha visto reducida por la expansión de la línea minera y agrícola en el corregimiento de La Loma de Calenturitas.

En este estudio se considerará el índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI), el cual es un índice normalizado que le permite generar una imagen que muestra el verdor, también conocida como biomasa relativa. Este índice aprovecha el contraste de características entre dos bandas de un dataset ráster multiespectral: la absorción de pigmento de clorofila en la banda roja y la alta reflectividad del material de las plantas en la banda infrarroja cercana (NIR) (ESRI, 2019). Está dado por la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

Dónde,

IR: Valores de pixel de la banda infrarroja

R: Valores de pixel de la banda roja

Con el fin de dar desarrollo a esta actividad se buscó obtener imágenes satelitales de la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos y el Centro para la Observación de los Recursos de la Tierra y la Ciencia (USGS/EROS, por sus siglas

en inglés respectivamente). Esta plataforma provee a los usuarios de meta data satelital con el fin de que se desarrolle investigación y constantemente hacen público información de interés como las imágenes satelitales de la plataforma LandSat, Sentinel, entre otras.

Inicialmente se tenía propuesto hacer una análisis temporal de doce años (2007 a 2012) utilizando las plataformas satelitales que cada 15 días mediante espectro visual presentan fotografías en las doce bandas que componen las imágenes, sin embargo las políticas de uso público de la información de la USGS/EROS ha cambiado y solo fue posible obtener información del año 2016 en adelante.

Fue posible obtener dos imágenes satelitales que por sus condiciones y características paramétricas cumplen con los requerimientos para obtener el NDVI en la zona de estudio. Para esto se obtuvo imágenes de la plataforma satelital LandSat 8.

Las características de las imágenes se describen a continuación:

*Tabla 13. Característica Satélite LandSat 8*

<b>Tipo</b>	<b>Característica</b>		
<b>Satélite</b>	LANDSAT 8		
	<b>Bandas</b>	<b>Longitud de Onda</b>	<b>Resolución (metros)</b>
<b>Banda 1</b>	Ultra azul	0.43 – 0.45	30
<b>Banda 2</b>	Azul	0.45 – 0.51	30
<b>Banda 3</b>	Verde	0.53 – 0.59	30
<b>Banda 4</b>	Rojo	0.64 – 0.67	30
<b>Banda 5</b>	Infrarrojo Cercano	0.85 – 0.88	30
<b>Banda 6</b>	Onda corta Infrarroja 1	1.57 – 1.65	30
<b>Banda 7</b>	Onda corta Infrarroja 2	2.11 – 2.29	30
<b>Banda 8</b>	Pancromático	0.50 – 0.68	15
<b>Banda 9</b>	Cirrus	1.36 – 1.38	30
<b>Banda 10</b>	Infrarrojo Térmico 1	10.60 – 11.19	100
<b>Banda 11</b>	Infrarrojo Térmico 2	11.50 – 12.51	100

*Fuente: mappingGIS, 2019.*

Se contó con imágenes de los años 2016, 2017, 2018 y 2019, las cuales fueron clasificadas siguiendo los lineamientos de Olivio C. (2017), teniendo en cuenta las siguientes especificaciones de los valores del NDVI:

Tabla 14. Clasificación propuesta por Olivio C.

Valor	Color	Zona NDVI
< 0	Grigio	Aguas/sombras
0 – 0.2	Oro	Suelo desnudo
0.2 – 0.4	Amarillo	Vegetación escasa + suelo
0.4 – 0.6	Verde claro	Vegetación Dispersa
0.6 <	Verde oscuro	Vegetación Densa

Fuente: Olivio C., 2017

En resumen, los siguientes gráficos expresan los resultados comparativos entre cada año:

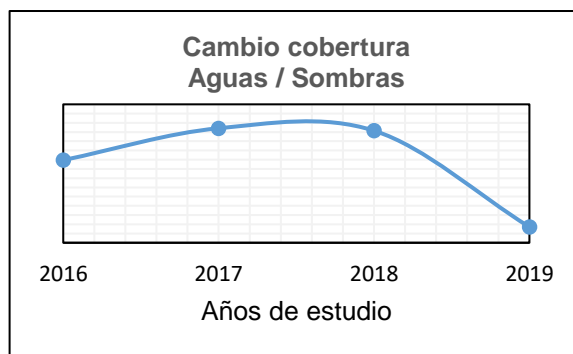


Gráfico 2. Cambio de las coberturas Aguas/sombras

Fuente: Autores, 2019

Teniendo en cuenta que el área de estudio corresponde a aproximadamente 12303 hectáreas de jurisdicción de La Loma de Calenturitas; para el año 2016, el 0,90% del área total era correspondiente para este tipo de cobertura. Del gráfico 2 se puede inferir que: Del año 2016 a 2017, aumento en una tasa de 0,35%. El año 2017, era un 1,24% del área total. Del año 2017 a 2018, disminuyó en una tasa de 0,03%. El año 2018, era un 1,21% del área total. Por último, Del año 2018 a 2019, disminuyó en una tasa de 1,04%. El año 2019, se encuentra un 0,17% del área total.

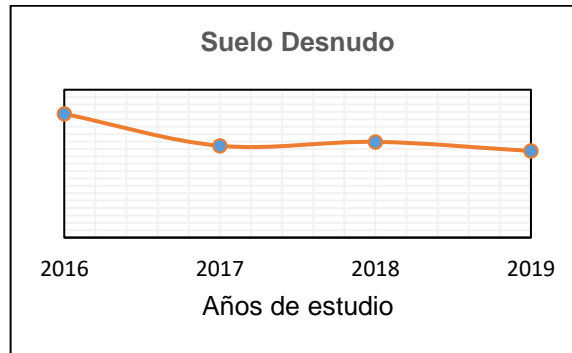


Gráfico 3. Cambio de la cobertura suelo desnudo

Fuente: Autores, 2019

Del gráfico 3, se puede inferir que para el año 2016, la cobertura de suelo desnudo era correspondiente a un 67,36% del área total. Del año 2016 a 2017, disminuyó en una tasa de 43,19%. El año 2017, era un 24,18% del área total. Del año 2017 a 2018, aumentó en una tasa de 5,31%. El año 2018, era un 29,49% del área total. Por último, Del año 2018 a 2019, disminuyó en una tasa de 12,35%. El año 2019, se encuentra un 17,14% del área total.

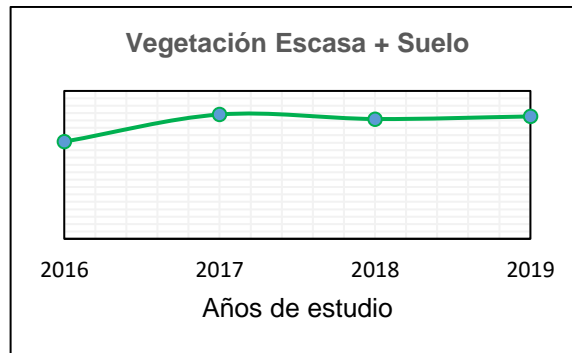


Gráfico 4. Cambio de la cobertura vegetación escasa + suelo

Fuente: Autores, 2019

Del gráfico 4, se puede inferir que para el año 2016, la cobertura de vegetación escasa + suelo era correspondiente a un 31,45% del área total. Del año 2016 a 2017, aumentó en una tasa de 36,67%. El año 2017, era un 68,12% del área total. Del año 2017 a 2018, disminuyó en una tasa de 6,07%. El año 2018, era un 62,06% del área total. Por último, Del año 2018 a 2019, aumentó en una tasa de 3,48%. El año 2019, se encuentra un 65,53% del área total.

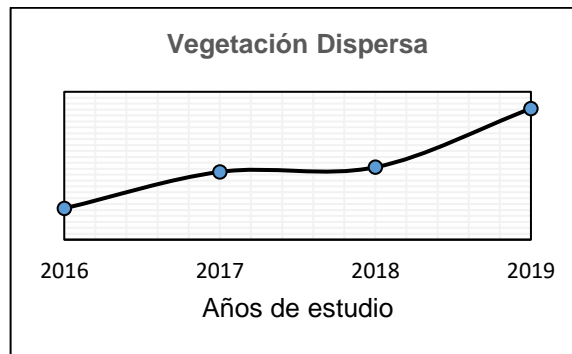


Gráfico 5. Cambio de la cobertura vegetación dispersa

Fuente: Autores, 2019

Del gráfico 5, se puede inferir que para el año 2016, la cobertura de suelo desnudo era correspondiente a un 0,29% del área total. Del año 2016 a 2017, aumento en una tasa de 6,17%. El año 2017, era un 6,46% del área total. Del año 2017 a 2018, aumentó en una tasa de 0,78%. El año 2018, era un 7,24% del área total. Por último, Del año 2018 a 2019, aumentó en una tasa de 9,91%. El año 2019, se encuentra un 17,16% del área total.

En un panorama más amplio se puede observar el comportamiento de los cambios de las coberturas:

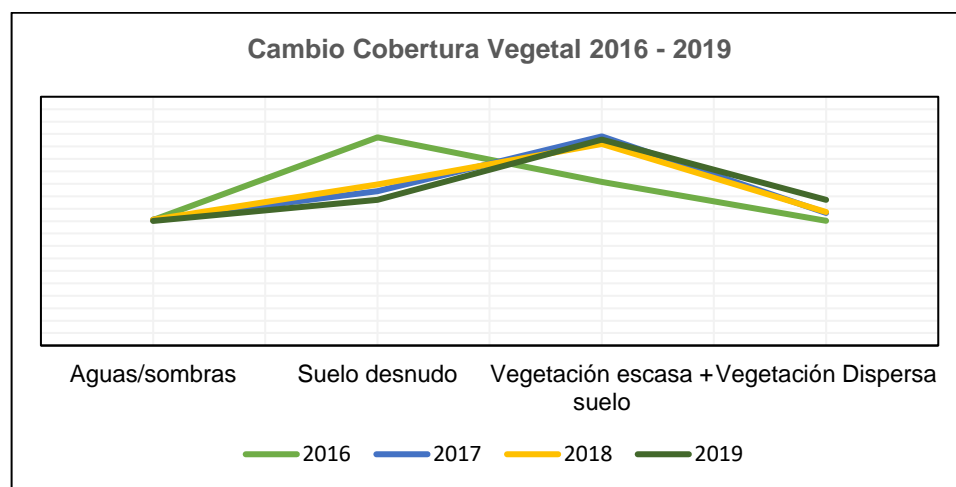


Gráfico 6. Panorama de cambios de las coberturas

Fuente: Autores, 2019

En el gráfico 6, se observa que la línea correspondiente para el año 2016 posee una tendencia diferente a la de los demás años; su comportamiento no puede ser explicado con facilidad, puesto que las imágenes satelitales todas corresponden a un mismo mes de estudio (Agosto). Al apreciar la cartografía correspondiente a este año, se puede observar de manera exuberante que había menos densidad vegetativa y mayor exposición de los suelos, los cuales son clasificados en una gran proporción como suelos desnudos (67,36%). También puede estar asociado al cambio climático y los efectos atmosféricos de polución del aire, la incidencia de la zona de convergencia tropical fomentando por las masas la producción de los fenómenos del niño o la niña.

A diferencia, los años 2017, 2018 y 2019 tienen un comportamiento parecido. A continuación se presentan las ecuaciones que representan cada año de estudio y el valor de la  $R^2$ :

Año 2016:

$$y = 0,1785x^3 - 1,583x^2 + 4,1639x - 1,7505 \quad \therefore \quad R^2 = 1$$

Año 2017:

$$y = -0,211x^3 + 1,3714x^2 - 2,4074x + 2,2595 \quad \therefore \quad R^2 = 1$$

Año 2018:

$$y = -0,1528x^3 + 0,9382x^2 - 1,4624x + 1,6891 \quad \therefore \quad R^2 = 1$$

Año 2019:

$$y = -0,2136x^3 + 1,439x^2 - 2,6517x + 2,4281 \quad \therefore \quad R^2 = 1$$

Con estas ecuaciones se puede constituir una herramienta de planificación predictiva de los cambios que han resultado antes o después de los años de estudio, comprendiendo los cambios paisajísticos, teniendo en cuenta este indicador NDVI.

En el ANEXO 1 se presenta las cartografías del NDVI 2016 a 2019.

## 6.2.2. Obtención de Factores

A continuación se presentan los resultados cartográficos de los factores que definen la calidad y fragilidad del paisaje, en base a los lineamientos propuestos por Pérez (2017).

### 6.2.2.1. Orientación

Al realizar el cálculo de la Orientación a partir del Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio se obtiene como resultado la siguiente clasificación:

Tabla 15. Clasificación de la Orientación de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Orientación	
	Solano	40,87%
	Intermedio	34,70%
	Umbrías	24,43%

Fuente: Autores, 2019

La tabla 15, representa con claridad que en mayor parte de su área está expuesta a la irradiación solar. Esta zona minera últimamente ha sido objeto de la intervención de las empresas mineras que han querido reponer y mejorar la calidad del medio ambiente circundante mediante la implementación de proyectos ambientales, estos a su vez pueden favorecer a mejorar las condiciones de exposición al sol.

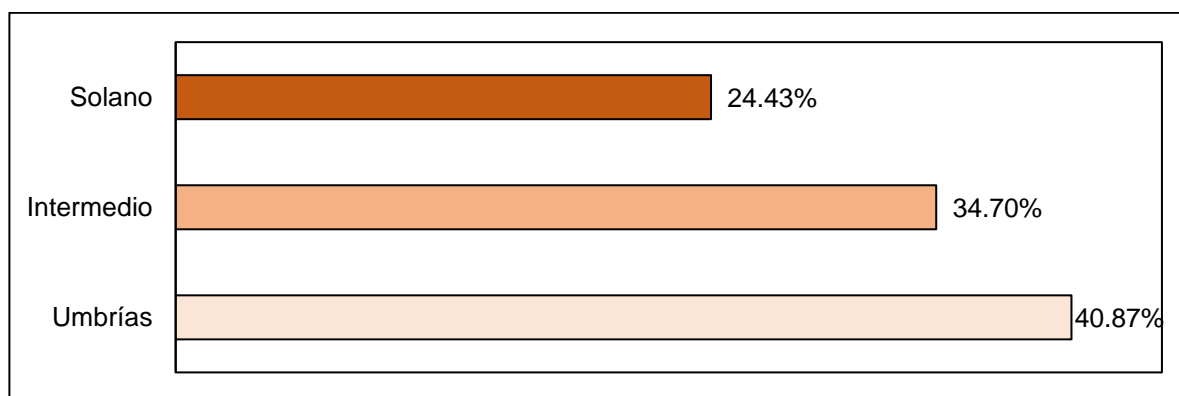


Gráfico 7. Porcentajes de clasificación de la orientación en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

En el ANEXO 2, se puede visualizar la cartografía correspondiente a este factor.

### 6.2.2.2. Pendiente

Este factor fue clasificado de acuerdo al propósito de cálculo de la Fragilidad y Calidad del paisaje. Los resultados obtenidos por cada clasificación en dependencia del sentido y dirección de los productos son presentados a continuación:

#### 6.2.2.2.1. Pendiente para la fragilidad del Paisaje

Al realizar el cálculo de la Pendiente a partir del Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio se obtiene como resultado la siguiente clasificación:

Tabla 16. Clasificación de la Pendiente (para la fragilidad) de la zona de estudio

Características			% Área
Clase	Color	Pendiente (Fragilidad)	
0 - 5%	Blue	Semi ondulado	42,72%
5 - 15%	Yellow	Ondulado	53,22%
> 15%	Red	Escarpado	4,06%

Fuente: Autores, 2019

La tabla 16, presenta la clase utilizada para la clasificación de la pendiente de acuerdo al tipo de característica obtenida. En su mayoría las pendientes son onduladas y muy poco escarpadas. Esto último parece diferencial a la realidad que se aprecia, sin embargo puede ser justificado por los grados de los taludes en los socavones de la mina.

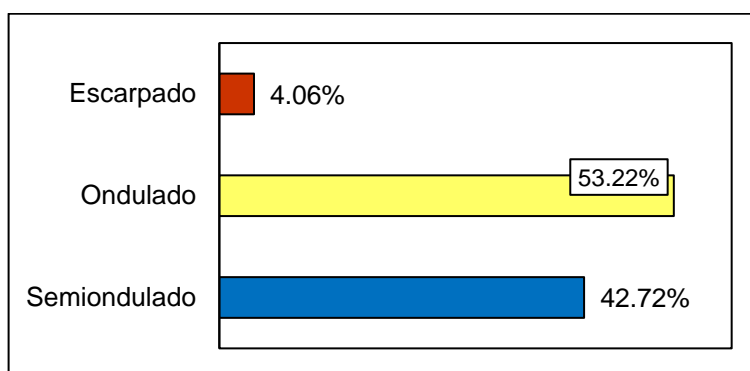


Gráfico 8. Porcentajes de clasificación de la pendiente (para la fragilidad) en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

#### 6.2.2.2.2. Pendiente para la calidad del Paisaje

Al realizar el cálculo de la Pendiente a partir del Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio se obtiene como resultado la siguiente clasificación:

Tabla 17. Clasificación de la Pendiente (para la calidad) de la zona de estudio

Características			% Área
Clase	Color	Pendiente (Calidad)	
0 - 8%	Rojo	Baja	73,89%
8 - 30%	Amarillo	Media	25,99%
> 30%	Verde	Alta	0,12%

Fuente: Autores, 2019

En concordancia con la tabla 16, se puede justificar que la mayoría de pendientes son bajas y que solo el 0,12% del área de estudio (15 hectáreas) presenta pendientes muy pronunciadas.

¿En qué interviene la diferencias de clases en el cálculo de las dos pendientes?, Pérez (2017), infiere que esto va relacionado a la sensibilidad del propósito del cálculo en función de que entre más frágil es un paisaje es más probable que su calidad disminuya ante una acción antrópica; en viceversa, la calidad puede mantenerse pero solo aumenta siempre y cuando las condiciones externas favorezcan a ello, mientras tanto se mantendrá igual.

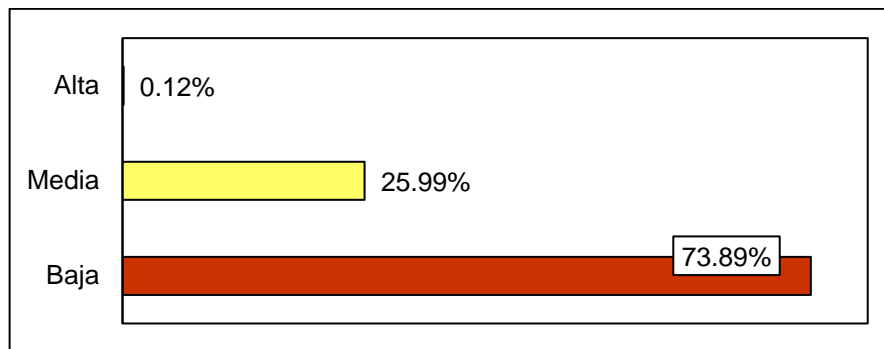


Gráfico 9. Porcentajes de clasificación de la pendiente (para la calidad) en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

En el ANEXO 2, se pueden visualizar las cartografías correspondientes a este factor.

### 6.2.2.3. Vegetación

La vegetación depende de los factores de uso, condición del suelo y los valores del índice diferencial de vegetación normalizado, con cuya multiplicación porcentual se obtiene la siguiente clasificación:

Tabla 18. Clasificación de la Vegetación de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Clase de Vegetación	
	Clase I	0,17%
	Clase II	17,13%
	Clase III	65,53%
	Clase IV	17,17%

Fuente: Autores, 2019

La clasificación expresada en la tabla 18, evidencia que la mayoría de la vegetación es Clase III, que de acuerdo al tipo puede estar comprendida por diversidad media con existencia de estratos dominantes entremezclados y que en función de la cobertura favorece más a las plantaciones forestales.

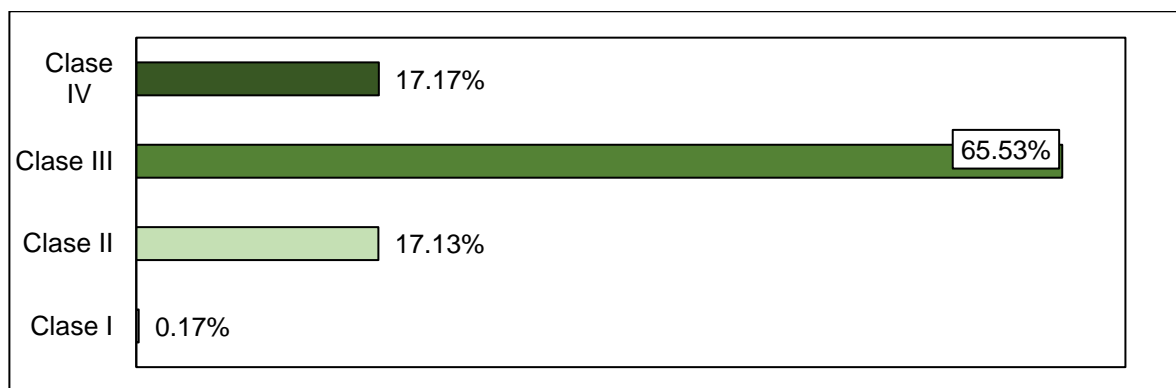


Gráfico 10. Porcentajes de clasificación de la vegetación en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

En el ANEXO 2, se puede visualizar la cartografía correspondiente a este factor.

#### 6.2.2.4. Cuenca Visual

Para el cálculo de la cuenca visual se tienen en cuenta los puntos de observación y la compacidad del área de estudio que en función con el Modelo Digital de Elevación y la altitud promedio de la infraestructura existente se obtiene aquellas áreas que desde los observadores son visibles a consecuencia de las actividades económicas que se desempeñan en la región.

Para ello se hizo un cálculo sin tener en cuenta la infraestructura existente y otro incluyendo la infraestructura, los resultados son los presentados a continuación.

Tabla 19. Clasificación de la cuenca visual de la zona de estudio

Características			%
Cuenca Visual			
Sin infraestructura		No visible	91,09%
		Visible	8,91%
Con infraestructura		No visible	91,05%
		Visible	8,95%

Fuente: Autores, 2019

Los resultados porcentuales presentan que la infraestructura ha aumentado la visibilidad del paisaje a razón de 0,54% del área total de estudio; este valor puede ser muy significativo a pesar del bajo valor obtenido, puesto que la cuantificación del factor de accesibilidad en conjunto con la cuenca visual será representativo en magnitud.

En el ANEXO 2, se pueden visualizar las cartografías correspondientes a este factor.

### 6.2.2.5. Accesibilidad

En cuanto a este factor, se debe tener en cuenta el promedio de altitud de las infraestructuras (vías y construcciones); el valor Z de la altitud hace parte del adjuntado al Modelo Digital de Elevación para los cálculos de la cuenca visual.

Tabla 20. Clasificación de la infraestructura de la zona de estudio

Características		Unidades de Medida	Altitud promedio
Color	Infraestructura		
	Vías	70059 metros	30 cm
	Área Total construida	137,97 Ha	3,3 m
	Área rural construida	2,14 Ha	

Fuente: Autores, 2019

Como se puede observar en la tabla 20; 2.14 hectáreas se encuentran construidas por fuera del núcleo urbano corregimental y corresponden a infraestructura en las minas y destinadas para proyectos productivos agrícolas, algunos que otros caseríos abandonados entre otras.

Se le denomina factor de accesibilidad puesto que las vías comunican a puntos urbanos donde se compila la mayoría de habitantes donde obtienen bienes y servicios comerciales y desarrollan vida doméstica y laboral.

En el ANEXO 2, se puede visualizar la cartografía correspondiente a este factor.

### 6.2.2.6. Usos del Suelo

Los usos del suelo fueron extraídos de la ilustración 3, cuya clasificación para la zona de estudio queda expresada así:

Tabla 21. Clasificación de los usos del suelo de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Uso de Suelo	
	Agroforestal	72,68%
	Agrícola	19,14%
	Cuerpo de Agua	0,56%
	Forestal	6,52%
	Zona Urbana	1,10%

Fuente: Autores, 2019

Esta clasificación del IGAC, considera más el propósito del suelo, más que su propia explotación. Está orientado al aprovechamiento que se le puede dar a las diversas sucesiones de los suelos.

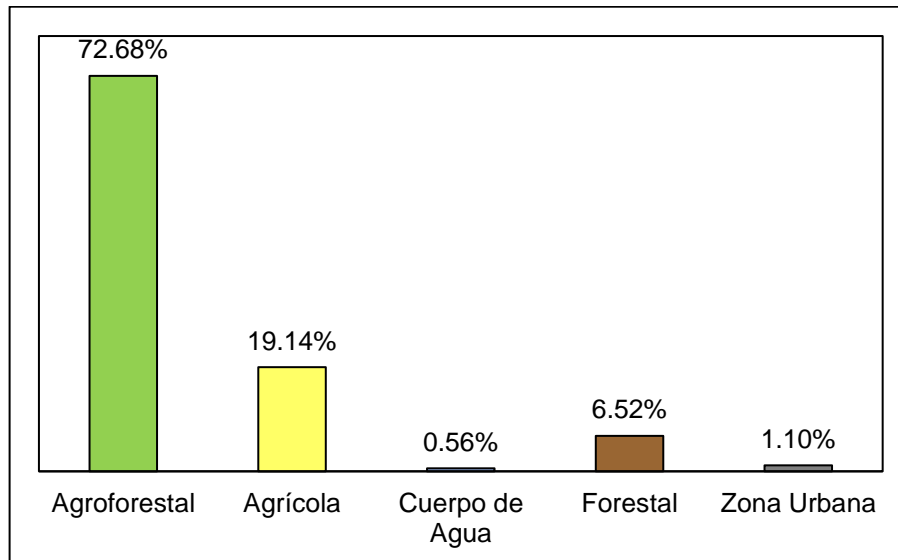


Gráfico 11. Porcentajes de clasificación del tipo de uso de suelo en la zona de estudio  
Fuente: Autores, 2019

En el ANEXO 2, se puede visualizar la cartografía correspondiente a este factor.

#### 6.2.2.7. Condición del Uso del Suelo

Para comprender el uso actual del suelo y la capacidad de soporte se utiliza la cobertura vegetal, uso apropiado y el Modelo Digital de Elevación de la zona de estudio para reclasificar el suelo de acuerdo a su condición de uso. Se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 22. Clasificación de la condición del uso del suelo de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Ocupación del Suelo	
	Sobre uso	17,27%
	Sub uso	65,63%
	Uso correcto	17,10%

Fuente: Autores, 2019

En gran parte lo que quizá interese en el proyecto es el área de sobre uso, puesto que en la cartografía (presentada en el ANEXO 1), se observa con claridad todo el panorama minero, hasta extensiones por encima de la misma vegetación que le generan un toque interesante a los productos obtenidos.

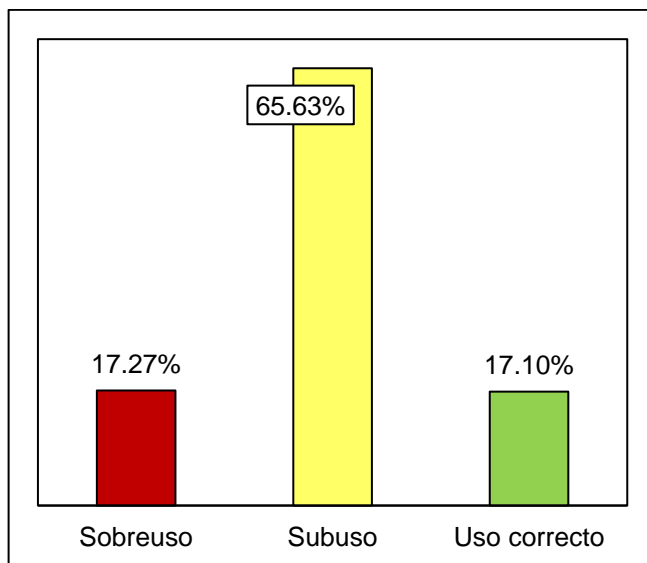


Gráfico 12. Porcentajes de clasificación de la condición del uso de suelo en la zona de estudio  
Fuente: Autores, 2019

Sin embargo comparte un mismo porcentaje con el uso correcto. El sub uso intrínsecamente va relacionado a actividades secundarias entre cotidianas propias de la agricultura o minería y/o domésticas de la región.

Para comprender con mayor claridad se llevó a cabo la determinación de la fragilidad propia (intrínseca) del paisaje; la fragilidad que le infiere las actividades económicas intensivas como minería, funcionales como agrícolas y domésticas que han modificado el entorno (adquirida); la calidad, cuyo cálculo es una línea base de planificación futura para la transición de las actividades económicas en vista de la sostenibilidad ambiental; y por último, el valor del paisaje, cualificado en cinco clases.

En el ANEXO 2, se puede visualizar la cartografía correspondiente a este factor.

### 6.2.3. Estimación de la Calidad del Paisaje

Para estimar la calidad del paisaje se tuvo en cuenta los factores asociados a ella como lo son:

- Pendiente de la zona de estudio
- Usos del suelo
- Condición de los usos del suelo

Su clasificación fue distribuida en cinco grados. Los resultados de la estimación del paisaje permiten entrever los siguientes valores:

Tabla 23. Clasificación de la calidad del paisaje de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Grado de Calidad del Paisaje	
	Muy Alto	20,08%
	Alto	20,95%
	Medio	21,27%
	Bajo	18,73%
	Muy bajo	18,97%

Fuente: Autores, 2019

De la tabla 23, la clasificación presenta un paisaje cuya calidad aparenta un estado equilibrado al comparar los grados. Esto no significa que la actividad económica minera no haya incidido; este resultado era el esperado.

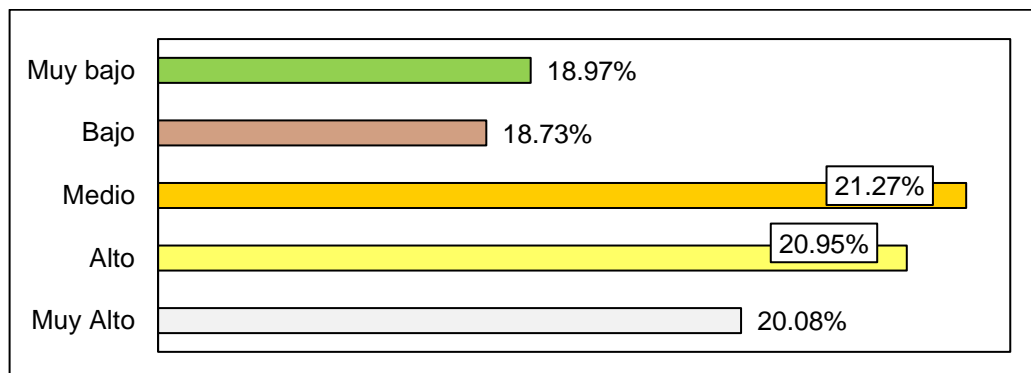


Gráfico 13. Porcentajes de clasificación de la calidad del paisaje en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

Siendo que la media de los datos se ubica entre los grados alto y medio, presentando una distribución no normalizada. Un paisaje cuya calidad ronde en estos valores permite visualizar un entorno que a pesar de las actividades de extracción minera y agricultura permite ser mejorado y poder llevarlo a un estado que pueda aliviar los efectos negativos ambientales presentados en el corregimiento de la Loma de Calenturitas.

En el ANEXO 3, se puede visualizar la cartografía correspondiente a la Calidad del Paisaje de la zona minera del corregimiento de La Loma de Calenturitas.

#### **6.2.4. Estimación de la Fragilidad del Paisaje**

Para estimar la fragilidad del paisaje es necesario conocer:

- Su fragilidad intrínseca y,
- La fragilidad adquirida.

Y cada uno de estos está definido por la combinación de varios factores.

##### **6.2.4.1. Fragilidad Intrínseca del Paisaje**

Para estimar la fragilidad propia o intrínseca del paisaje, se tuvo en cuenta los factores asociados a ella, como lo son:

- Orientación del terreno
- Pendiente de la zona de estudio
- Vegetación

Su distribución fue clasificada en cuatro grados. Los resultados de la estimación de la fragilidad intrínseca del paisaje connotan los siguientes valores:

*Tabla 24. Clasificación de la fragilidad intrínseca del paisaje de la zona de estudio*

<b>Características</b>		<b>% Área</b>
<b>Color</b>	<b>Grado de Fragilidad Intrínseca</b>	
	Bajo	66,74%
	Medio	15,24%
	Alto	17,42%
	Muy Alto	0,60%

*Fuente: Autores, 2019*

La tabla 24, representa la fragilidad del paisaje en proporciones y valores que suman puntos a la calidad del paisaje. En un gran porcentaje la fragilidad intrínseca es baja.

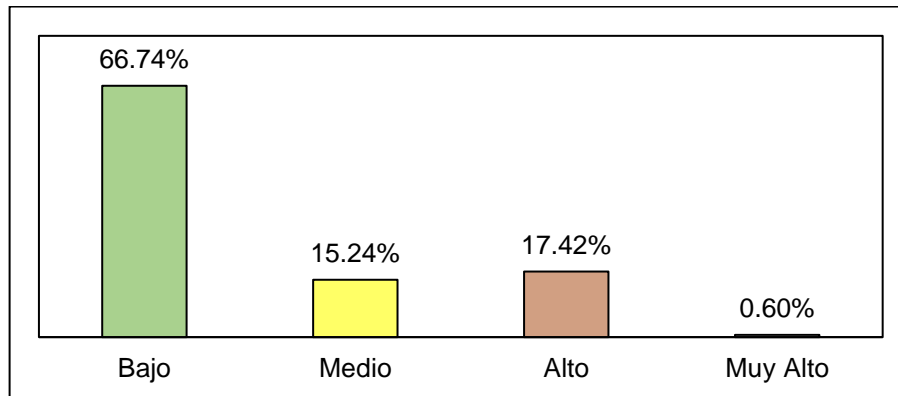


Gráfico 14. Porcentajes de clasificación de la fragilidad intrínseca del paisaje en la zona de estudio  
Fuente: Autores, 2019

La media de los datos se encuentra entre los grados bajo (muy próximo) y medio. Este resultado no fue puesto en hipótesis, sin embargo es uno de los productos más importantes de la investigación; indicador potencial: Siendo la fragilidad intrínseca baja en un 66,74% del área de estudio, demuestra que la cobertura y la fisiografía poseen una capacidad fortalecida desde este término de medida propio de la fragilidad.

En el ANEXO 3, se puede visualizar la cartografía correspondiente a la Fragilidad Intrínseca del Paisaje de la zona minera del corregimiento de La Loma de Calenturitas.

#### **6.2.4.2. Fragilidad Adquirida del Paisaje**

Para estimar la fragilidad adquirida del paisaje, se tuvo en cuenta los factores asociados a ella, como lo son:

- Cuenca visual
- Accesibilidad
- Pendiente de la zona de estudio

Su distribución fue clasificada en tres grados. Los resultados de la estimación de la fragilidad adquirida del paisaje connotan los siguientes valores:

Tabla 25. Clasificación de la fragilidad adquirida del paisaje de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Grado de Fragilidad Adquirida	
	Bajo	75,93%
	Medio	23,37%
	Alto	0,70%

Fuente: Autores, 2019

La tabla 25, presenta que la fragilidad que adquiere el paisaje a consecuencia de las actividades que se desarrollan en ella es baja. Este resultado no era esperado, puesto que se asocia que los grandes cambios que ha hecho la actividad minera en la zona son muy significativos y trasciende en impactos sociales y ambientales que suponía la disminución de la calidad de vida.

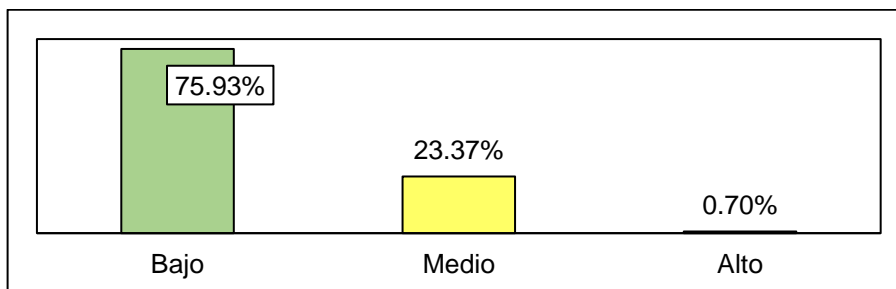


Gráfico 15. Porcentajes de clasificación de la fragilidad adquirida del paisaje en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

La fragilidad adquirida entonces define que un porcentaje muy bajo, relacionado con las actividades y proyectos que se desarrollan en la zona de estudio; transmite el valor necesario para que la calidad del paisaje presente los resultados que ostenta.

En el ANEXO 3, se puede visualizar la cartografía correspondiente a la Fragilidad Adquirida del Paisaje de la zona minera del corregimiento de La Loma de Calenturitas.

### 6.2.4.3. Fragilidad Total del Paisaje

Al realizar la combinación entre la fragilidad intrínseca y adquirida del paisaje de la zona de estudio, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 26. Clasificación de la fragilidad del paisaje de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Grado de Fragilidad del Paisaje	
	Muy Bajo	26,97%
	Bajo	18,44%
	Medio	18,44%
	Alto	18,26%
	Muy Alto	17,89%

Fuente: Autores, 2019

La tabla 26, presenta que los grados de fragilidad del paisaje también poseen un comportamiento proporcional con la calidad del paisaje; este indicador referencia que el proceso de cálculo de ambos es el idóneo para el cálculo del valor paisajístico. Un dato para tener en cuenta es que el porcentaje de los grados alto y muy alto son a una desviación estándar equiparables con respecto a los demás datos. En comparación con la fragilidad intrínseca y adquirida se observa el incremento potencial de los grados mencionados.

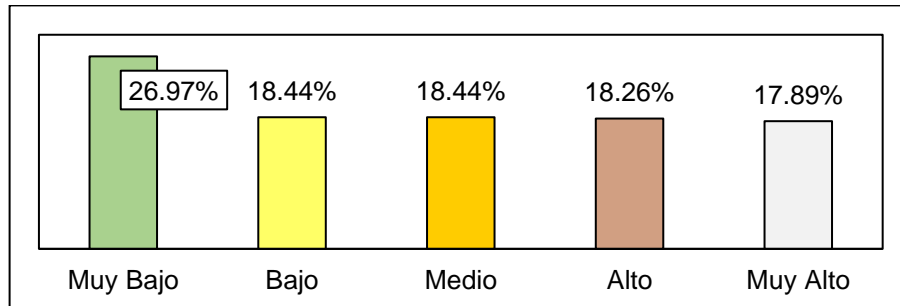


Gráfico 16. Porcentajes de clasificación de la fragilidad del paisaje en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

En el ANEXO 3, se puede visualizar la cartografía correspondiente a la Fragilidad del Paisaje de la zona minera del corregimiento de La Loma de Calenturitas.

### 6.3. ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL PAISAJE DE ACUERDO A LA FRAGILIDAD Y LA CALIDAD DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURAS – CESAR

#### 6.3.1. Valor paisajístico

El valor paisajístico está definido por la combinación especial entre la calidad y la fragilidad del paisaje mediante superposición difusa de datos que se basa en una sumatoria de los atributos y factores mediante combinaciones. El resultado del cálculo del valor paisajístico es el siguiente:

Tabla 27. Clasificación del valor del paisaje de la zona de estudio

Características		% Área
Color	Grado del Valor del Paisaje	
	Muy Alto	20,65%
	Alto	22,25%
	Medio	19,12%
	Bajo	19,04%
	Muy bajo	18,95%

Fuente: Autores, 2019

La tabla 27, presenta datos relevantes y por proporciones indica los grados de valor del paisaje de la zona de estudio. Los resultados muestran que la media de los datos se encuentra entre los grados medio y alto (muy próximo a este).

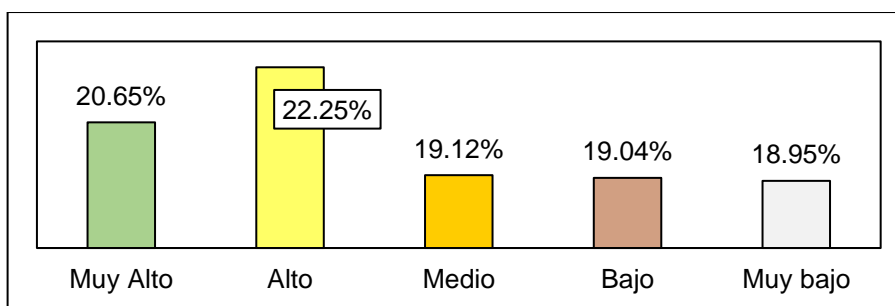


Gráfico 17. Porcentajes de clasificación del valor del paisaje en la zona de estudio

Fuente: Autores, 2019

Estos resultados no pueden ser descritos como positivos o negativos, sino como una muestra de la actualidad y la realidad que se percibe mediante esta metodología empleada de valoración paisajística; esto corrobora lo que se observa con los resultados del aumento de la cobertura vegetal de la actividad 6.2.1. Análisis Temporal-Satelital.

También hace ver en realidad que el equilibrio no es algo que se desee en la calidad o el valor del paisaje, el estado idóneo es que la carga de todos los valores indique bienestar siendo el grado 'muy alto' el que mayor porcentaje de área posea.

En el ANEXO 4, se puede visualizar la cartografía correspondiente al valor del Paisaje de la zona minera del corregimiento de La Loma de Calenturitas.

### **6.3.2. Inferencias de los resultados**

A continuación se realiza una descripción de la realidad de los contextos en referencia a la fragilidad, calidad y el valor del paisaje en el corregimiento de La Loma de Calenturitas, jurisdicción de El Paso, Departamento del Cesar.

Se buscaron antecedentes relacionados con la Valoración de un Paisaje Minero y no se encontraron referencia que pudieran sustentar el presente proyecto, sin embargo se procede a realizar la estimación de la fragilidad, calidad y valor paisajístico debido a la impresión y el impacto visual que genera el entorno en la zona de estudio.

La inversión social de las regalías no se refleja en la calidad de vida de las personas. De acuerdo a los índices consultados en el PDM El Paso 2008 – 2011 y 2016 – 2019, el corregimiento de La Loma posee un nivel de riesgo alto que desde las NBI de la sociedad se señala principalmente la ausencia de los Servicios Públicos Domiciliarios como el acceso al agua potable, servicio de alcantarillado y recolección de basuras.

Pero, ¿Qué tiene que ver esto con el paisaje? Dentro de los procedimientos de cálculo se ve inmerso el factor 'accesibilidad' que representa como tal la infraestructura en construcciones y vías, que modifican el entorno y suman valores

negativos a la fragilidad, calidad y valor del paisaje. Sería necesario superponer un mapa de riesgos para finalizar que a pesar que el paisaje o entorno posee unas características suficientes que facilitarían los procesos de gestión para reponerse del daño causado a consecuencia de las actividades económicas mineras, pueden existir muchos otros factores antrópicos que contrarresten aún más el mencionado valor paisajístico.

Bastaría con obtener un indicador de desarrollo territorial armonizado en la sustentabilidad y sostenibilidad para evidenciar que mientras las condiciones sociales en La Loma de Calenturitas se mantengan tal cual como se presentan (aumento de las NBI), los factores de riesgo que transmiten puntos positivos al paisaje se verán disturbados llevando a la disminución de la Calidad Ambiental.

La tasa de crecimiento poblacional de 5.5%, se relaciona con la NBI que a su vez infiere puntos negativos a la fragilidad, calidad y valor del paisaje. La mayoría de personas que habitan el corregimiento laboran en las minas, sin embargo aún en sus casas no obtienen los beneficios suficientes que deja la mayor explotación a cielo abierto en el planeta tierra a consecuencia de la corrupción en el manejo de recursos de inversión.

A pesar de todo esto los consorcios mineros han sumado labores en la responsabilidad socio ambiental y desde sus propias fundaciones han ejecutado proyectos con la autoridad ambiental de la CAR, en donde priorizaron ecosistemas en el Río Cesar y Calenturitas, así como la conservación de la ronda hídrica del arroyo Matapalma y su ciénaga. Es por ello que las condiciones de cobertura vegetal aumentaron significativamente.

Como el trabajo realizado se hizo con la última cartografía (DEM de agosto de 2019), los estratos y sucesiones vegetales presentaban una extensión recuperada gracias a la labor de las empresas mineras y CAR (con respecto a los años anteriores analizados con el NDVI), esto suma puntos a la fragilidad intrínseca, pero muy seguramente si se calculan estos valores para los años 2016, 2017 y 2018, o

en otros meses del año 2019, la variabilidad climática incidiría un papel fundamental, así como otros fenómenos como el niño o la niña; en los resultados, afectando la calidad y el valor paisajístico.

O sea que se puede decir que el resultado alcanzado en el presente proyecto sea solo para el mes de Agosto del presente 2019, y que es necesario aplicarlo para los otros meses del año. Este mes se escogió principalmente por la ausencia de nubosidad, resultando en menos procesos evitando el proceso de corrección atmosférica.

De la modificación del paisaje por parte de los enormes socavones de la extracción minera no queda más que un paisaje que pasó de estar de un nivel alto de calidad paisajística a un nivel medio (igual a su valor), sin embargo la fragilidad que adquirió el paisaje en función de la fragilidad total, demuestra que por muy poco que sea el porcentaje transmitido genera un impacto suficiente para alterar el entorno.

Las empresas que poseen como actividad económica la explotación minera, completan en relación con el área de la zona de estudio un 87% más de área para su futura explotación (contabilizando el área actual de extracción); subsanando socavones abiertos rellenándolos y reforestando, luego abriendo nuevas zonas de explotación. Desde las funciones ecológicas se habla de una transición a un ecosistema totalmente antrópico y manipulado. Desde los índices de la fragilidad, calidad y valor paisajístico no se observan estos cambios y es quizá el déficit de la metodología empleada, puesto que las sucesiones vegetales y las coberturas clasificadas in situ deberían prevalecer como el factor más importante, es por esto que los investigadores asumen que los resultados no pueden ser ni positivos ni negativos, ya que faltan contemplar muchos otros más atributos que permitan abordar correctamente la problemática.

Desde el punto de vista de análisis que efectúa las actividades antrópicas entre domésticas y laborales (vida normal, crecimiento de la línea urbana y rural, extracción minera, ampliación de vías, etc.) intrínsecamente el paisaje presenta que

las áreas de extracción minera son categorizadas como Altas (17,42% del área de la zona de estudio); extrínsecamente el paisaje presenta que las áreas de extracción minera son categorizadas como Medias (23,37% del área de la zona de estudio). Quizá no sea coherente o equiparable comparar las dimensiones, sin embargo los socavones más cercanos al corregimiento de La Loma de Calenturitas poseen aproximadamente 1040 hectáreas. Con un simple cálculo de proporciones se evidencia que esta área suma un aproximado de 36% de ese 23,37% del área total a la fragilidad que adquiere el paisaje en la categoría referenciada.

Si se analiza desde la calidad del paisaje las áreas de extracción minera con claridad pertenecen a la categoría Muy Bajo (18,97% del área de la zona de estudio). Teniendo en cuenta los mismos socavones, estos inciden un aproximado del 44% de ese 18,97% del área total a la calidad del paisaje en la categoría referenciada. Lo mismo se presenta para el Valor del paisaje, cuya categoría es la misma (18,95% del área de la zona de estudio) al cual también incide el 44% de esta área total al valor del paisaje. Esto quiere decir que es la calidad del paisaje es quien incide directamente en el valor del mismo, mucho más que su fragilidad intrínseca o adquirida (visto desde la incidencia minera).

Faltaría el análisis desde el punto de vista agrícola que no fue contemplado en el presente proyecto, sin embargo de esta discusión de los resultados se puede inferir que los resultados son propicios para llevar a cabo planes de manejo territoriales que permitan conocer a un nivel de detalle otros más atributos que puedan ser integralmente necesarios para evaluar el paisaje, siendo este el punto de partida para que el corredor minero-agrícola pueda comprender estudios de transición económica y/o hablar de minería turística sostenible.

### **6.3.3. Transcripción Artículo Científico**

Ver en el ANEXO 5.

## 7. CONCLUSIONES

La actividad económica de extracción minera es potencial transformadora del paisaje, los grados y niveles de explotación de las minas del carbón han sido responsables de múltiples problemas sociales y ambientales dejando problemáticas con un alto índice de NBI, una población que aumenta en una gran magnitud y empresas mineras que adquieren muchos predios concesionados para ser explotados a futuro.

Sin embargo a pesar de los cambios sucedidos se pudo constatar que hubo un aumento significativo en los niveles del índice diferencial de vegetación normalizado, disminuyendo parches vegetativos y protegiendo las rondas hídricas de los ríos, quebradas y arroyos de la zona de estudio, siendo significativo entre los periodos 2016, 2017, 2018 y 2019. La vegetación dispersa tuvo un cambio muy significativo aumentando en 17,16% de 2016 a 2019. Este aumento repentino de la vegetación se debe en gran parte a la gestión de las empresas mineras en conjunto con la autoridad ambiental CORPOCESAR y el Gobierno Municipal y Departamental.

En un ecosistema sano se espera que la calificación de la calidad del paisaje arroje un valor clasificado mayoritariamente como muy alto. En contraste con los resultados se puede concluir que esta zona ha perdido un aproximado del 50% de su calidad paisajística debido a que en todos los grados de clase se clasifican en proporciones porcentuales equiparablemente correlacionales.

La fragilidad del paisaje se encuentra definida por la intrínseca y la adquirida. Los resultados de la fragilidad intrínseca o propia del medio estudiado representan que aproximadamente el 66% del área posee un grado bajo de inestabilidad ecosistémica. Los resultados de la fragilidad adquirida o injerida por actividades antrópicas del medio estudiado representan que aproximadamente el 75% del área se clasifica como grado bajo, esto quiere decir que un 9% del área de estudio es la que recibe un impacto considerable (diferencia porcentual entre los dos resultados).

La fragilidad total (relación combinada de la propia y la inherida) presenta un resultado similar a la calidad del paisaje. En un ecosistema ejemplar se espera que la fragilidad sea baja, esto indica que es potencialmente resiliente y tolerante a los cambios que puedan afectarle. La fragilidad del paisaje se redujo en un aproximado de 50%, debido a que en todos los grados de clase se clasifican en proporciones porcentuales equiparablemente correlacionales.

El valor del paisaje lo define la combinación de la fragilidad y la calidad. Los resultados presentan que el grado con mayor porcentaje acumulado es alto, sin embargo la proporción es equiparablemente correlacionales con los otros grados de clasificación. Este indicador es coherente con los resultados de fragilidad y calidad, puesto que indica que el valor paisajístico se ha reducido en un aproximado del 50%, siendo notorio que aún posee la capacidad para recuperarse por sí mismo. La intervención de las empresas mineras aceleró este proceso de manera significativa, promoviendo sostenibilidad y sustentabilidad en proyectos verdes. Se requiere aunar más esfuerzos para garantizar que los factores socioculturales no impactos a los físicos y biológicos, esto se hace desde la planeación estratégica integral sostenible en el ordenamiento territorial.

## 8. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan varias consideraciones que permitirían llevar a cabo el desarrollo de otros estudios que dependen o complementan el actual proyecto:

- Comparar el volumen de excavación año a año versus el cambio del NDVI serviría para la construcción de un indicador relativo de eficacia de gestión minera sostenible. Es posible llevarlo a cabo siempre y cuando mediante técnicas geo estadísticas se validen los datos mediante las diferentes pruebas multivariantes que den certeza del uso de la técnica.
- Contrastar los cambios del NDVI con otros indicadores como el Índice de Vegetación Perpendicular (PVI) y Índice Vegetativo de Ajuste de Suelos (SAVI), con la finalidad de hacer un estudio más integral aumentando los periodos de estudio y dando mayor grado de comprensión a los resultados obtenidos.
- Calcular la fragilidad, calidad y valor paisajístico para individualmente para la serie temporal de estudio (en el presente proyecto solo se hizo para el 2019), usando información de los años 2016, 2017 y 2018; así tener un estimativo y comparar con el resultado actual, generar un modelo geo estadístico de proyección cartográfica y analizar los cambios para próximos años. Para realizar esto se necesitaría realizar solicitud de información a la agencia espacial de la NASA de información cartográfica digital inferior al año 2016, puesto que solo hay disponibilidad desde ese año en adelante.
- Esta metodología ayuda a potenciar una actividad económica que puede inferir al soporte de estrategias y proyectos en pro del medio ambiente, como lo es el turismo minero sostenible. El recaudo de las visitas permitiría obtener los fondos para la inversión económica en proyectos verdes que fortalezcan los lazos transversales socioambientales, fundamentando así las responsabilidades de las empresas mineras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de El Paso. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011*. El Paso, Cesar: Alcaldía de El Paso.
- Alcaldía de El Paso. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019*. El Paso, Cesar: Alcaldía de El Paso.
- Aponte Garcia, G., Escobar Ocampo, L. M., & Molina Saldarriaga, C. A. (2017). Exploración de metodologías para la valoración del paisaje. *Bitacora* 28, 45-60.
- Blanco, A. (1979). *La Definición de Unidades de Paisaje y su Clasificación en la Provincia de Santander*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- CEPAL. (10 de Agosto de 2017). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Selección de Bioindicadores de Biodiversidad : [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/3.7seleccion\\_de\\_indicadores\\_de\\_biodiversidad\\_para\\_elaborar\\_en\\_el\\_taller.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/3.7seleccion_de_indicadores_de_biodiversidad_para_elaborar_en_el_taller.pdf)
- Cifuentes, P. (1979). *La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al Valle del río Tiétar*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- ESRI. (2019). *ArcGIS Desktop*. Obtenido de Función NDVI: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm>
- Giménez Ruiz, J. A. (2017). *La Minería, Transformadora del Paisaje Natural y Humano. La extracción de la Potasa en la Cataluña Central*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Giménez Ruiz, J. A. (2017). *La minería, transformadora del paisaje natural y humano. La extracción de la potasa en la cataluña central*. Alicante: Universidad de Alicante.

- Holguín R., G. (2011). *Contexto Minero en el Departamento del Cesar*. Bogotá D.C.: Pensamiento y Acción Social.
- Holguín Reyes, G. (2011). Contexto minero en el departamento del Cesar. *Pensamiento y acción social*, 1-10.
- Lima, T. C., Teixeira, D. A., Herculano, R. N., & Nogueira, S. M. (2010). El uso de SIG en la zonificación de las áreas protegidas -APA- Itaúna/ Brasil- un caso de estudio. *Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla*, 889-904.
- Lima, T., Teixeira, D., Herculano, R., & Nogueira, S. (2010). El uso de SIG en la Zonificación de las Áreas Protegidas - APA - Itaúna / Brasil - Un caso de estudio. *Tecnologías de la Información Geográfica: La información geográfica al servicio de los ciudadanos*, 889-904.
- Másmela Díaz, L. (2010). *El paisaje como elemento de la ordenación territorial. Un análisis de paisaje desde su enfoque visual en el borde centro oriental de Medellín, Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- MINTIC. (2019). *Acerca de nosotros: Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación*. Obtenido de Portal Datos Abiertos Colombia: <https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/PRODUCCI-N-DE-CARB-N-EN-EL-DEPARTAMENTO-DEL-CESAR/hm5v-7rsx/data>
- Montoya Ayala, R., Garcia Palomares, J. C., & Padilla Ramírez, J. (2004). *Utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: el caso del Valle de Zapotitlán en la reserva de la biosfera de Tehuacán Cuicatlán*. F.E.S. Iztacala: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montoya Ayala, R., Padilla Ramírez, J., & Stanford C., S. (2003). Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *Age*, 123-136.

- Montoya Ayala, R., Padilla Ramírez, J., & Stanford Camargo, S. (2003). Valoración de la calidad y fragilidad visual el paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *A.G.E*, 123-136.
- Muñoz Pedreros, A. (2017). El paisaje visual: un recurso importante y pobremente conservado. *Ambiente & Sociedade*, 167-186.
- Nohl, W. (2001). Sustainable landscape use and aesthetic perception preliminary reflections on future landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, 223-237.
- Olivia C., A. (2017). *Clasificación de la vegetación del karst de Sierra de las Nieves utilizando imágenes Landsat*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [http://oa.upm.es/48286/1/TFM\\_Angelica\\_Antonia\\_Olivo\\_Candelario.pdf](http://oa.upm.es/48286/1/TFM_Angelica_Antonia_Olivo_Candelario.pdf)
- Pardo Celis, K., & Salazar Martínez, E. (2013). *Minería, Medio Ambiente y Paisaje Cultural Cafetero en el Municipio de Quinchía, Risaralda: un reto Hacia la Sustentabilidad*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Perdomo Calvo, J., Jaramillo Pérez, A., & Mendieta López, J. (2010). *Estimación de la senda óptima de extracción para un recurso natural no renovable: caso de estudio para la actividad carbonífera a cielo abierto en el centro del departamento del Cesar, Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Pérez González, L., & Martí Vargas, J. R. (s.f.). La valoración de la fragilidad visual del paisaje en la planificación territorial. *Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*, 1441-1456.
- Pérez Ortiz, L. (2017). *Valoración de la Fragilidad y Calidad Visual del Paisaje aplicando un SIG. Caso estudio: Santa Ana*. Heredia - Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

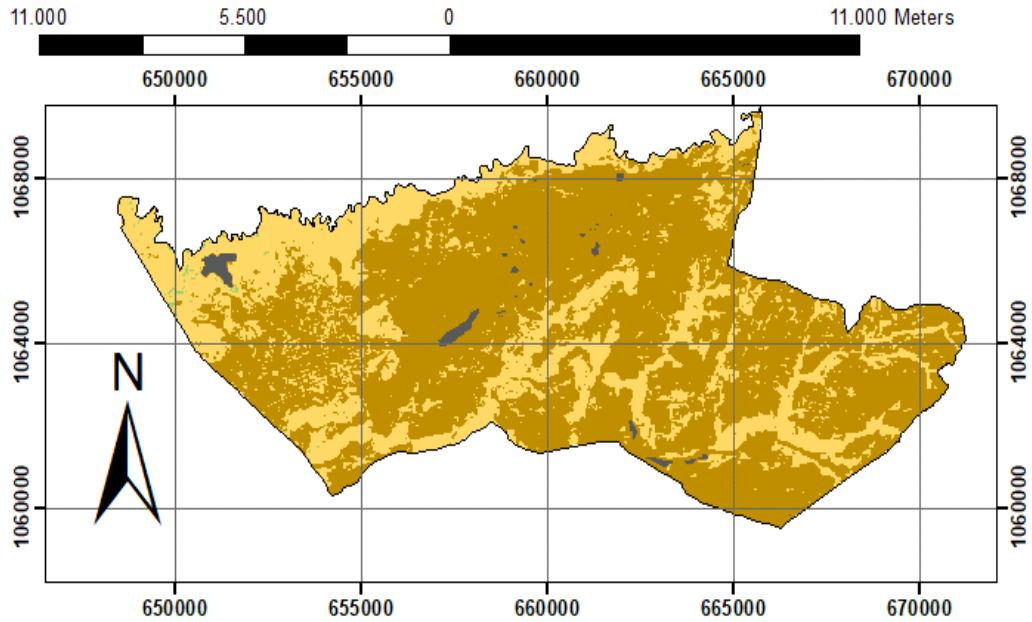
- Perez Ortiz, L. (2017). *Valoración de la fragilidad y la calidad visual del paisaje aplicando un SIG. Caso de estudio: Santa Ana*. Montes de Oca: Heredia Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Pérez, L., & Marti, J. (2002). La Valoración de la Fragilidad Visual del Paisaje en la Planificación Territorial. *1er Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*, 1441-1456.
- Salazar Martínez, E. (2013). *Minería, medio ambiente y paisaje cultural cafetero en el municipio de Quinchía, Risaralda: un reto hacia la sustentabilidad*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Sampieri, R., Fernández C., C., Baptista L., P., & Collado., H. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Tamayo, G. (2001). Diseños muestrales en la investigación. *Revista Semestre Económico: Facultad de Economía Industrial*, VI(7).
- Torres, A., Rocha, J., Melo, D., & Peña, R. (2015). *El Carbón en Colombia: ¿Quién Gana? ¿Quién Pierde? Minería, Comercio Global y Cambio Climático*. Bogotá D.C.: Tierra Digna: Estudios para la Justicia Social.
- Vegas, J., Alberruche, E., Carcavilla, L., & García-Cortés, Á. (2012). *Guía metodológica para la integración del Patrimonio Geológico en la Evaluación de Impacto Ambiental*. España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Zubelzu Mínguez, S., & Allende Álvarez, F. (2014). El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España. *Revista Colombiana de Geografía*, 29-42.
- Zubelzu Mínguez, S., & Allende Álvarez, F. (2014). EL CONCEPTO DE PAISAJE Y SUS ELEMENTOS CONSTITUYENTES; REQUISITOS PARA LA ADECUADA GESTIÓN DE RECURSO Y ADAPTACIÓN DE LOS

INSTRUMENTOS LEGALES EN ESPAÑA. *REVISTA COLOMBIANA DE GEOGRAFÍA*, 29-42.

# ANEXOS

## ANEXO 1. ÍNDICE DIFERENCIAL DE VEGETACIÓN NORMALIZADO

### NDVI 2016 CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



**LEYENDA**

**Clasificación**

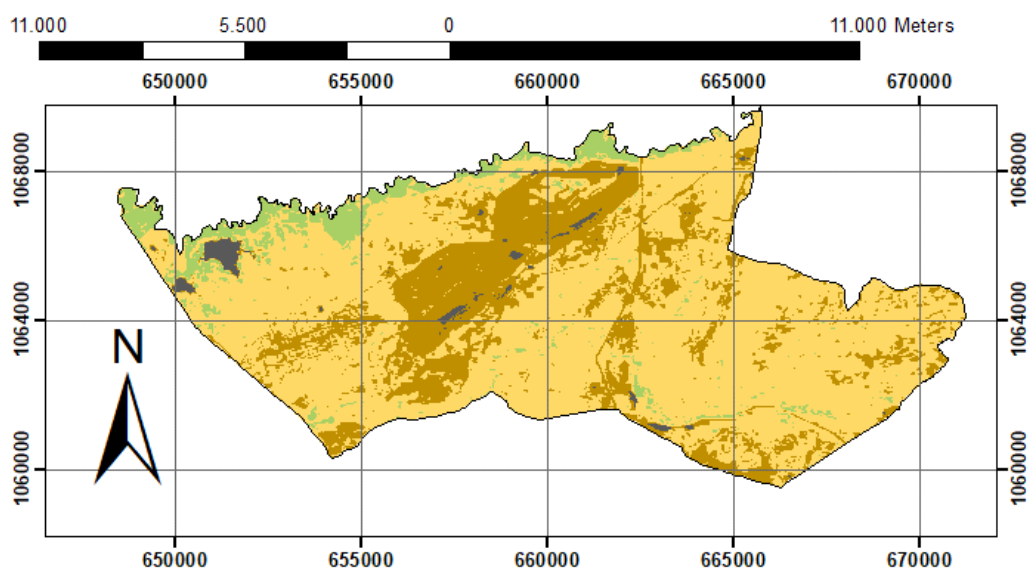
- Aguas / Sombras
- Suelo Desnudo
- Vegetación Escasa
- Vegetación Dispersa

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA EFICACIA Y CALIDAD DEL BAÑO DE

# NDVI 2017 CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



## LEYENDA

### Clasificación

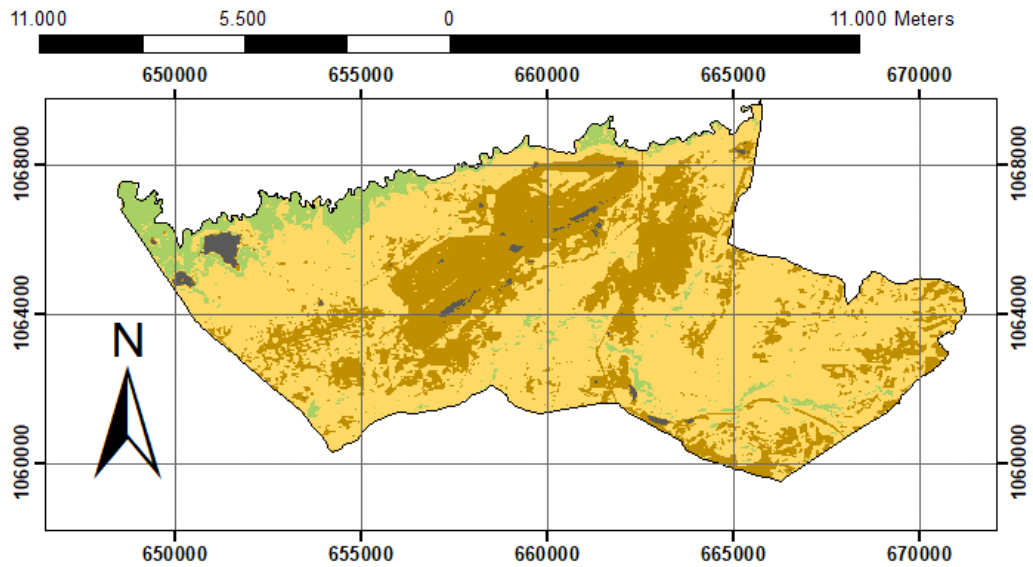
-  Aguas / Sombras
-  Suelo Desnudo
-  Vegetación Escasa
-  Vegetación Dispersa

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# NDVI 2018 CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



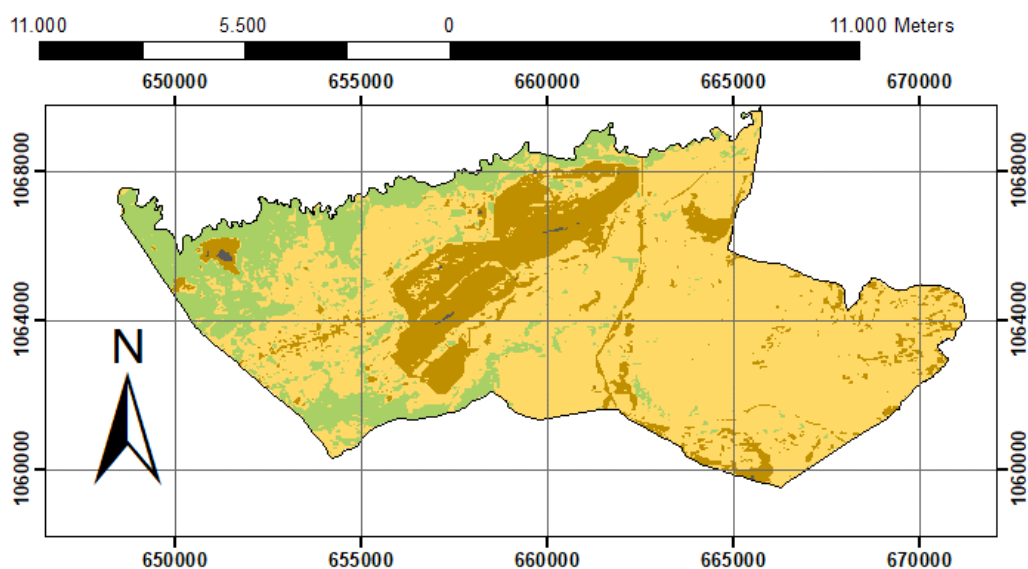
<b>LEYENDA</b>	
<b>Clasificación</b>	
	Aguas / Sombras
	Suelo Desnudo
	Vegetación Escasa
	Vegetación Dispersa

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# NDVI 2019 CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



## LEYENDA

### Clasificación

-  Aguas / Sombras
-  Suelo Desnudo
-  Vegetación Escasa
-  Vegetación Dispersa

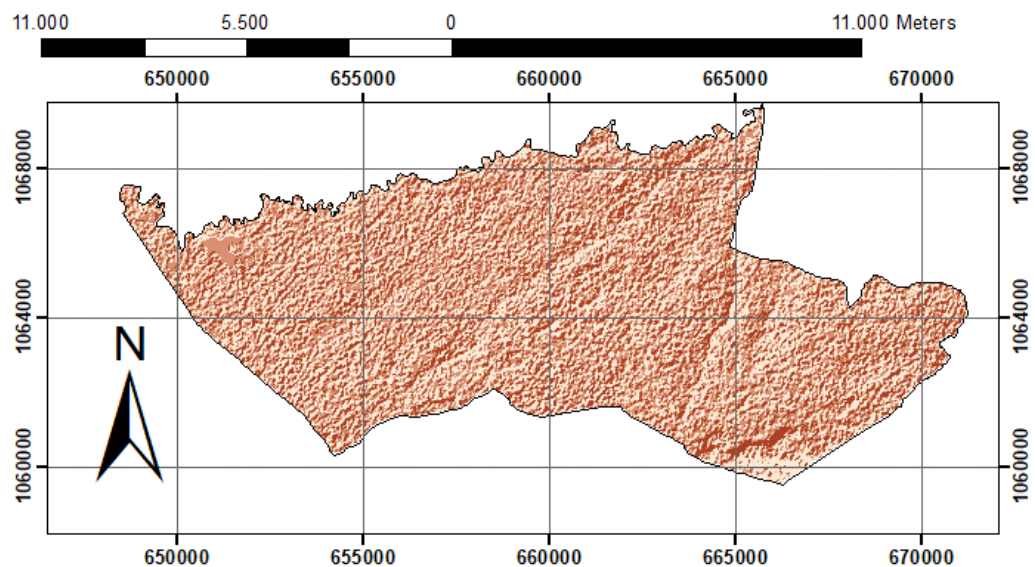
Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR




## ANEXO 2. CARTOGRAFÍAS DE FACTORES DE CÁLCULO

# ORIENTACIÓN: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



### LEYENDA

#### Clasificación

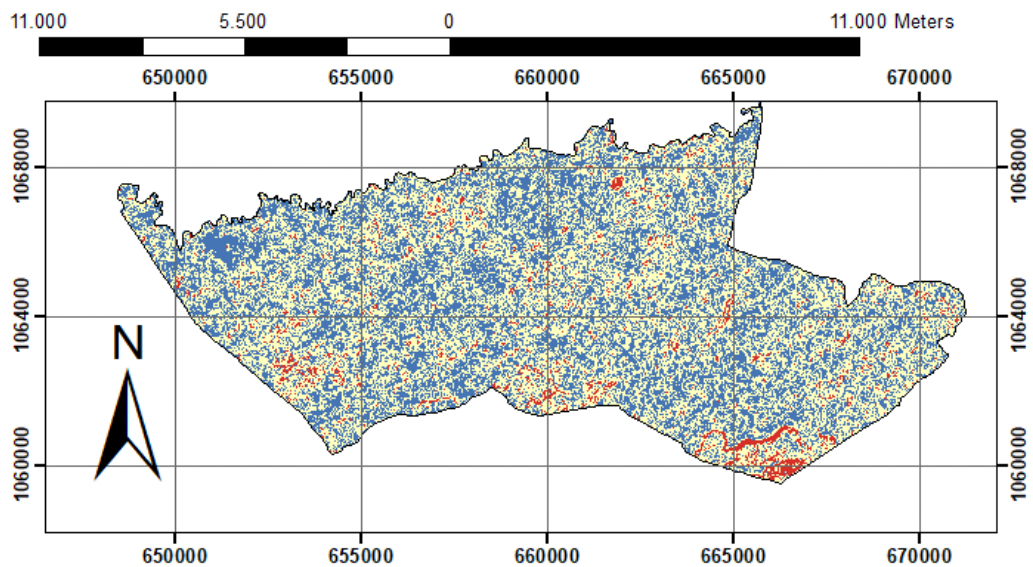
-  Baja
-  Media
-  Alta

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar




Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# PENDIENTE: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



## LEYENDA

**Pendiente: Fragilidad  
Clasificación**

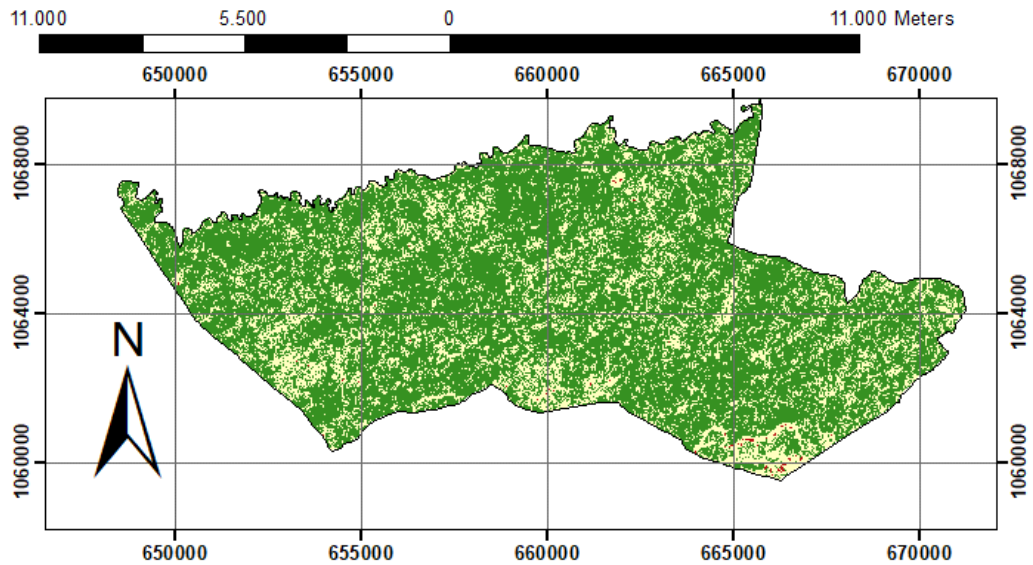
-  Semiondulado
-  Ondulado
-  Escarpado

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# PENDIENTE: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



## LEYENDA

### Pendiente: Calidad Clasificación

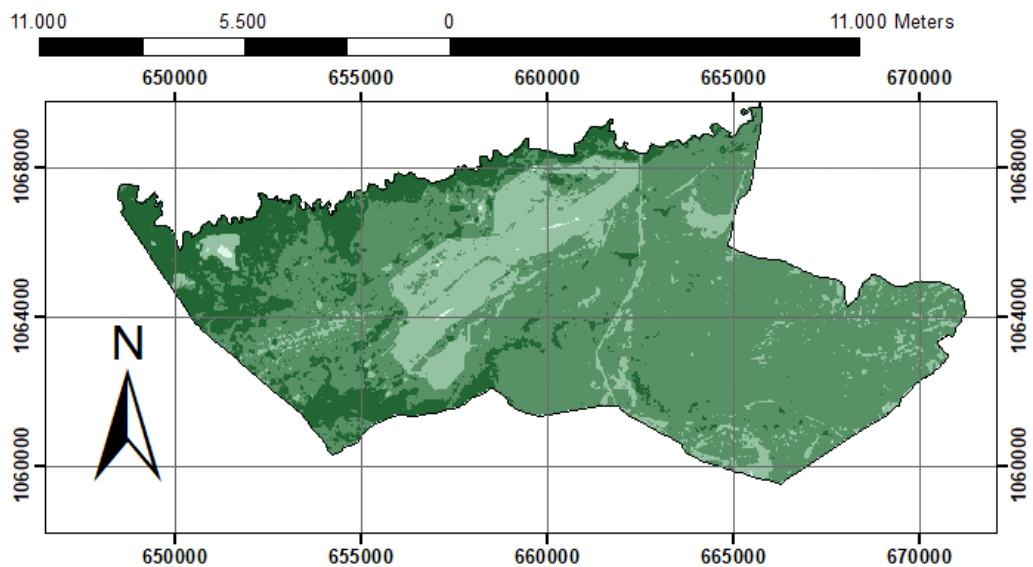
- Alta
- Media
- Baja




Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# VEGETACIÓN: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



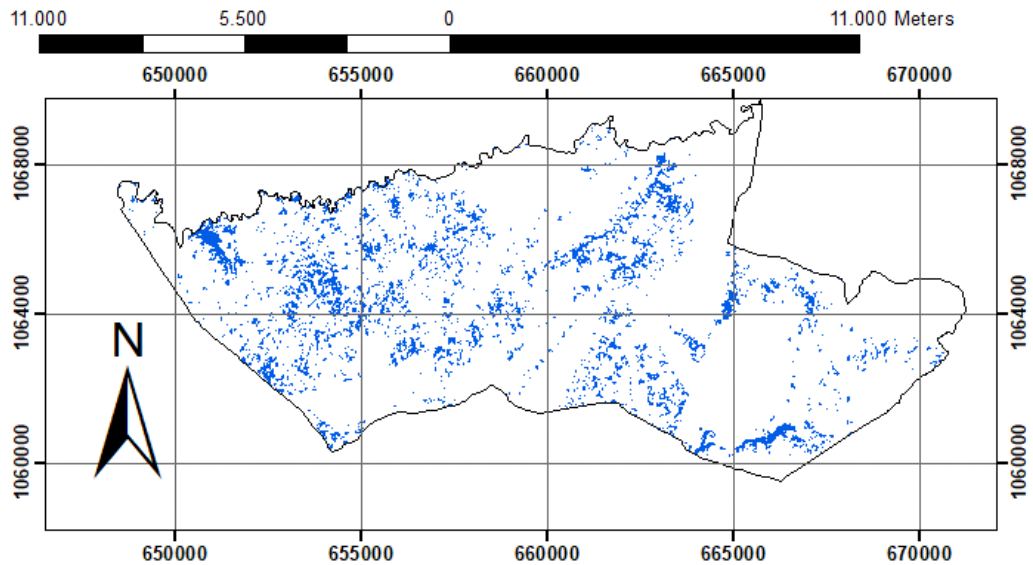
<b>LEYENDA</b>	
<b>Clasificación</b>	
	Clase 1
	Clase 2
	Clase 3
	Clase 4



Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# CUENCA VISUAL: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



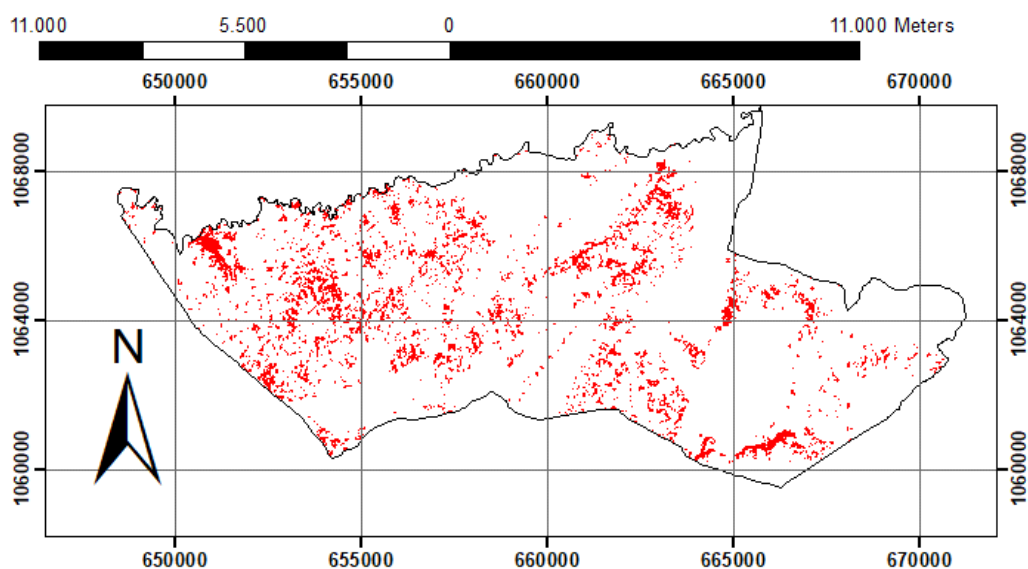
<b>LEYENDA</b>	
<b>Cuenca Visual: Antes</b>	
<b>Clasificación</b>	
	No Visible
	Visible

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# CUENCA VISUAL: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



## LEYENDA

### Cuenca Visual: Después Clasificación

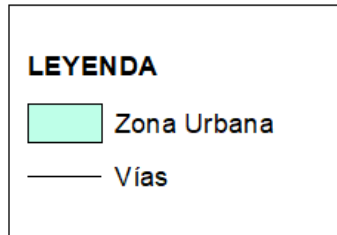
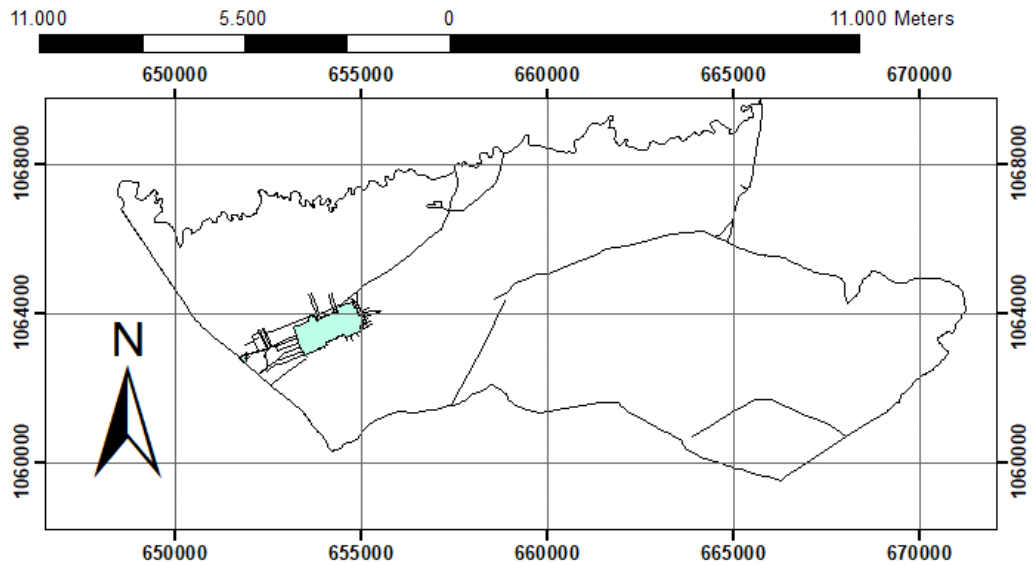
- No visible
- Visible

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# ACCESIBILIDAD: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019

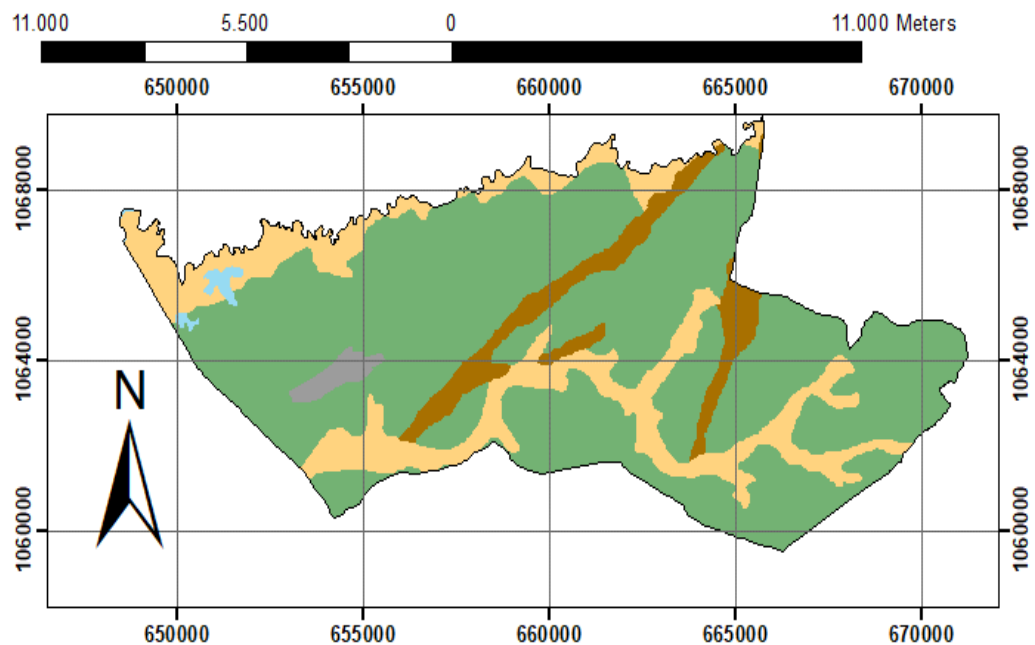


Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# USO DE SUELOS: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



LEYENDA	
<b>Clasificación</b>	
	Agroforestal
	Agrícola
	Cuerpo de agua
	Forestal
	Zonas urbanas

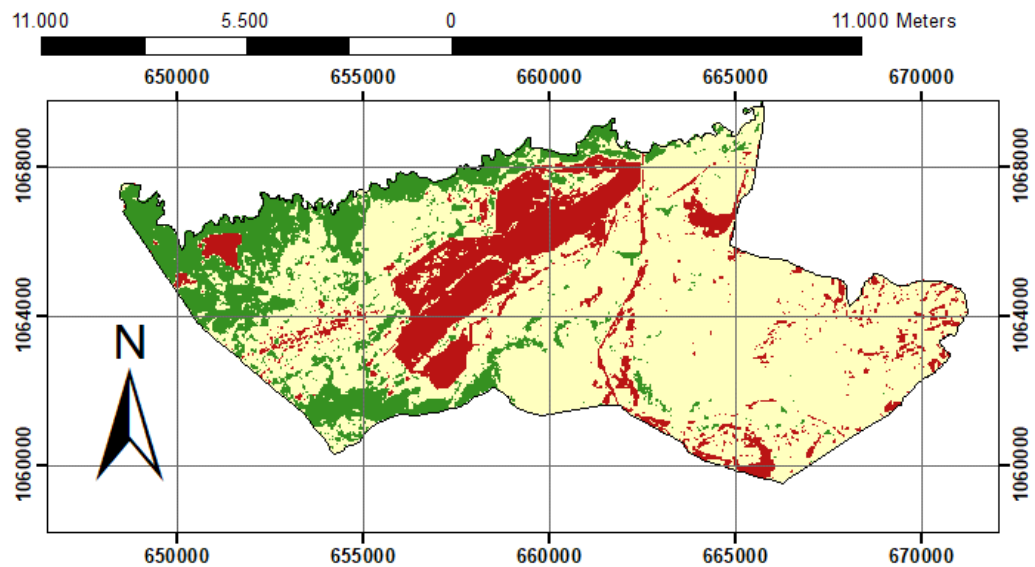
Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:

EVALUACIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN Y CALIDAD DEL PUNTO DE

# CONDICIÓN DE LOS SUELOS: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



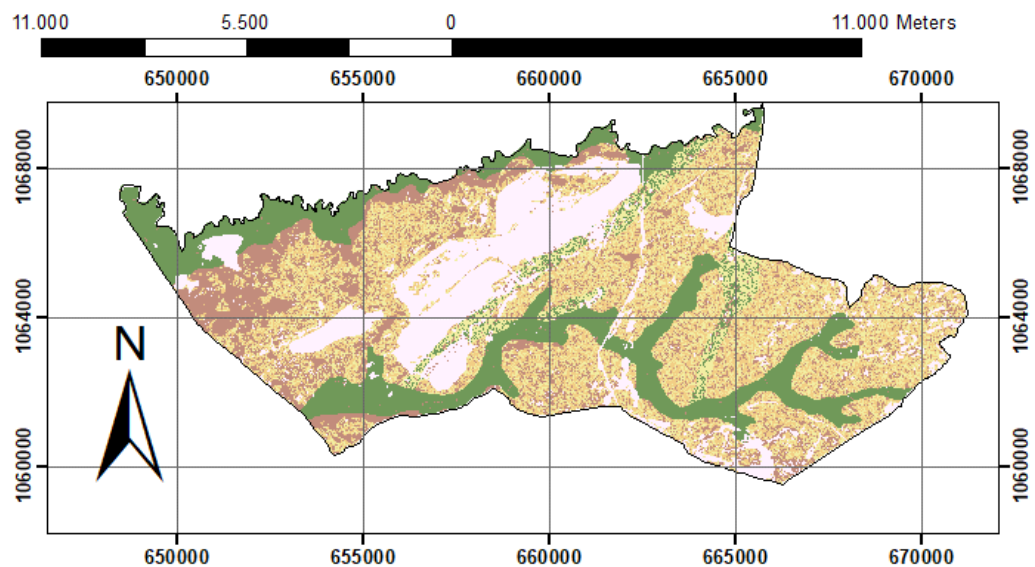
Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N





Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

## ANEXO 3. CARTOGRAFÍAS DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE

# CALIDAD: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



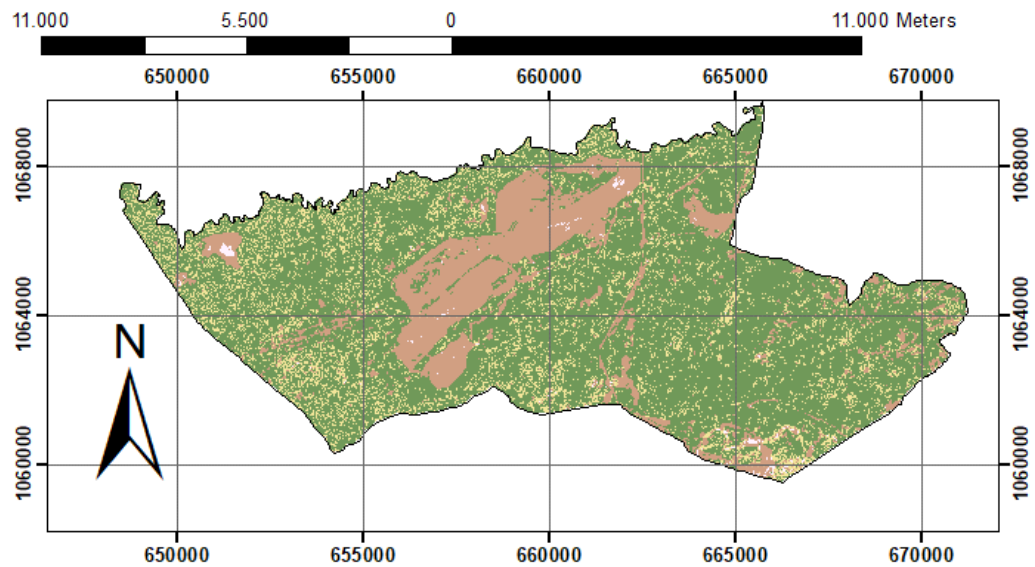
<b>LEYENDA</b>	
<b>Clasificación</b>	
	Muy Alto
	Alto
	Medio
	Bajo
	Muy Bajo




Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# FRAGILIDAD INTRÍNSECA: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



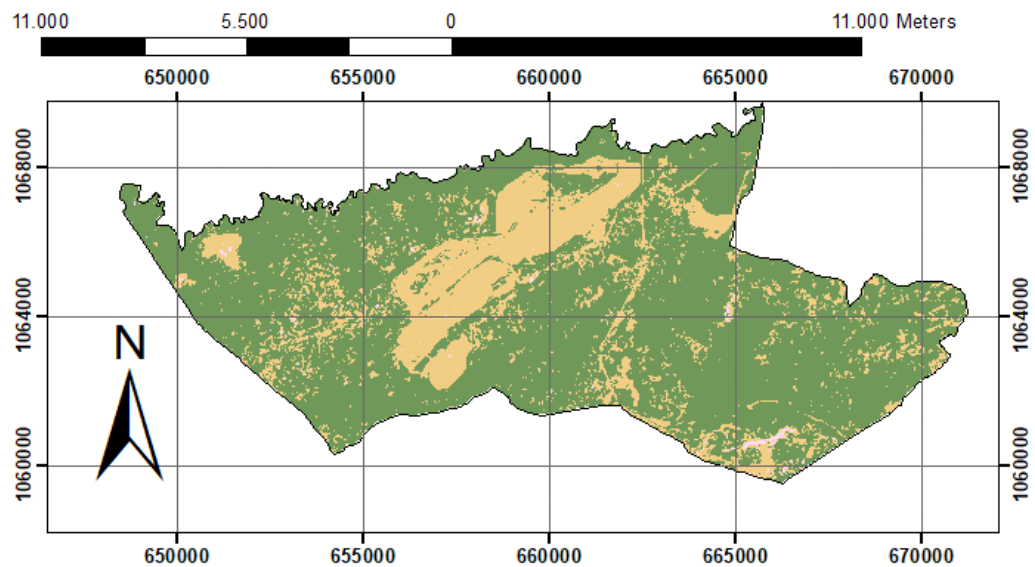
<b>LEYENDA</b>	
<b>Clasificación</b>	
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# FRAGILIDAD ADQUIRIDA: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019

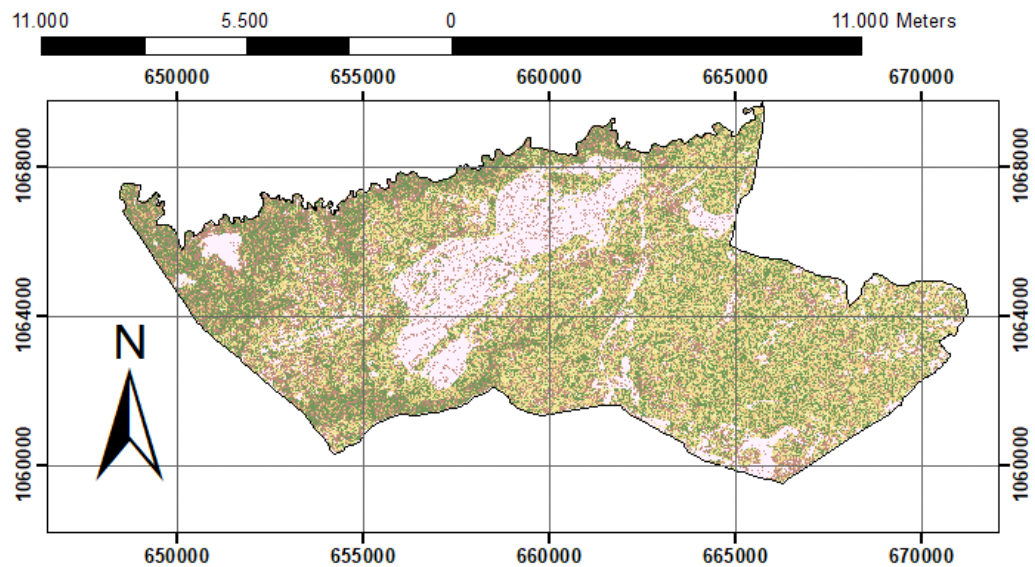




Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

# FRAGILIDAD: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



<b>LEYENDA</b>	
<b>Clasificación</b>	
	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto

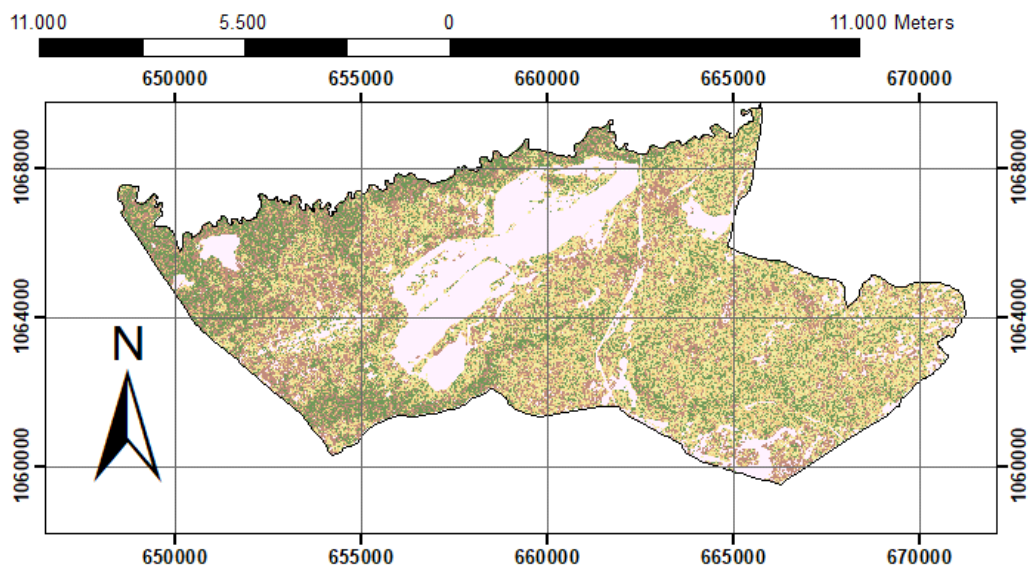
Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N




Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

## ANEXO 4. CARTOGRAFIA DEL VALOR DEL PAISAJE

# VALOR DEL PAISAJE: CORREGIMIENTO LA LOMA DE CALENTURITAS ESCALA 1:150.000 2019



LEYENDA	
Clasificación	
	Muy Alto
	Alto
	Medio
	Bajo
	Muy Bajo

Proyección Datum:  
UTM WGS84 Zona 18N

Elaboró:  
XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO  
MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA  
Estudiantes de Ingeniería Ambiental & Sanitaria  
Universidad Popular del Cesar

Proyecto titulado:  
EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE  
DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO  
DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

## ANEXO 5. ARTÍCULO CIENTÍFICO

# EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD Y CALIDAD DEL PAISAJE DE LA ZONA MINERA ADYACENTE AL CORREGIMIENTO DE LA LOMA DE CALENTURITAS – CESAR

XIMENA VALENTINA FLOREZ ARAUJO / [xvflorez@unicesar.edu.co](mailto:xvflorez@unicesar.edu.co)

MARLON DAVID BUENDÍA SIERRA / [mbuendia@unicesar.edu.co](mailto:mbuendia@unicesar.edu.co)

**Recibido:** DD de MM de AAAA

### RESUMEN

Las técnicas de valoración del paisaje depende de la conjetura y conocimiento del contexto transversal de las relaciones biofísicas, biológicas y socio culturales, que influyen en un medio. El corregimiento de La Loma, departamento del Cesar es epicentro de la minería del carbón quién ha transformado el paisaje de manera abrupta, algo que se aprecia visualmente, ante esto se planteó caracterizar, determinar y evaluar la fragilidad y calidad del paisaje minero influyente en la zona de estudio. Se propuso conocer el contexto socio-ambiental y minero actual, análisis de cambio de coberturas mediante NDVI periodos 2016-2019, obtención de factores implicados y fragilidad, calidad y valor del paisaje. Con esto se pudo constatar que la fragilidad, calidad y el valor del paisaje se ha disminuido su resiliencia en un aproximado de un 50%. Este resultado, como primera medición permite concluir que se pueden aunar fuerzas para llevar la minería a la sostenibilidad.

**Palabras claves:** fragilidad, calidad, valor, intrínseco, adquirido, NDVI.

### ABSTRAC

Landscape assessment techniques depend on the conjecture and knowledge of the cross-sectional context of biophysical, biological and sociocultural relationships, which influence a medium. The corregimiento of La Loma, department of Cesar is the epicenter of coal mining who has transformed the landscape abruptly, something that can be seen visually, before this it was proposed to characterize, determine and evaluate the fragility and quality of the influential mining landscape in the study zone. It was proposed to know the current socio-environmental and mining context, analysis of change of coverage through NDVI periods 2016-2019, obtaining factors involved and fragility, quality and value of the landscape. With this it was found that the fragility, quality and value of the landscape has reduced its resilience by 50%. This result, as a first measurement, allows us to conclude that we can join forces to carry out mining for sustainability.

**Keys words:** fragility, quality, value, intrinsic, acquired, NDVI.

## 1. Introducción

Quizá los ecosistemas no tengan un precio tasado bajo los mercados comerciales económicos, sin embargo alguno de sus bienes y servicios si pueden ser valorados desde las funciones ecológicas que brindan, así mismo como recursos naturales deben ser sostenibles y sustentables desde el punto de vista de la prestación esencial en la vida del hombre, desde entonces se han creado herramientas que permitan evaluar desde distintos puntos de vista los ecosistemas para valorar los impactos ambientales y que ayuden a complementar estos estudios, así como los métodos de valoración de la calidad y fragilidad paisajística.

Desde la primera cumbre mundial del medio ambiente y el desarrollo sostenible se ha hablado del valor del paisaje, sin embargo este valor no es un dato numérico monetario, sino una calificación que tiene en cuenta atributos y factores sociales y ambientales que ayudan a medir desde combinaciones la calidad del paisaje como indicador de bienestar y la fragilidad del mismo como un indicador de susceptibilidad al cambio inducido; siendo en sí, el valor del paisaje un indicador potencial de resiliencia y de planificación y ordenamiento territorial sostenible y sustentable.

El departamento del Cesar cuenta con una zona muy susceptible y cuyas las características contemplan los factores y atributos suficientes para realizar una valoración paisajística; el corregimiento de La Loma de Calenturitas, jurisdicción del municipio de El Paso, estando ubicado en el corazón del corredor minero y agrícola, zona que ha presentado cambios abruptos en el paisaje a consecuencia de la explotación de carbón a cielo abierto (siendo las más

grandes del mundo en cuanto a espacialidad y profundidad).

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Línea de Investigación

La línea de investigación asociada a la investigación corresponde a Sostenibilidad y Gestión Ambiental del programa de Ingeniería Ambiental & Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar.

### 2.2. Sub línea de Investigación

La temática planteada se asocia mucho a los temas de planificación territorial y el manejo del medioambiente, por lo cual se categorizaría en la sub línea gestión integral de la biodiversidad y patrimonio ambiental, y en una tercera línea de ecosistemas estratégicos.

### 2.3. Procedimientos Metodológicos

Siguiendo los lineamientos de Pérez [1] & Cifuentes y otros [2], pioneros en el análisis paisajístico y métodos afines a la investigación, se estableció una metodología basada en tres etapas y a su vez dividida en actividades las cuales requieren insumos digitales para el desarrollo de los geoprocursos mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfico.

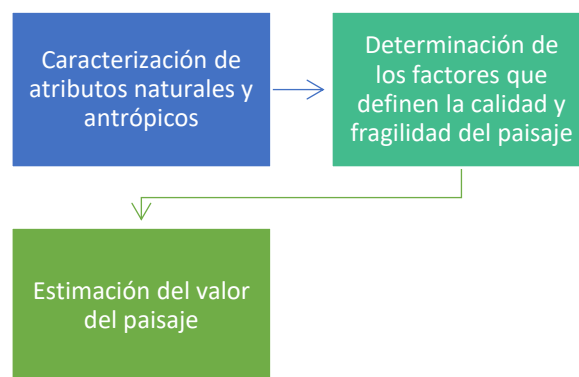


Fig. 1. Etapas u Objetivos de la investigación.

Los objetivos de la investigación presentados en la figura 1 fueron desarrollados aplicados en la zona de influencia minera y jurisdiccional del territorio del corregimiento de La Loma en el centro del corredor minero agrícola del departamento del Cesar.

Las actividades planteadas para alcanzar estas etapas son las siguientes:

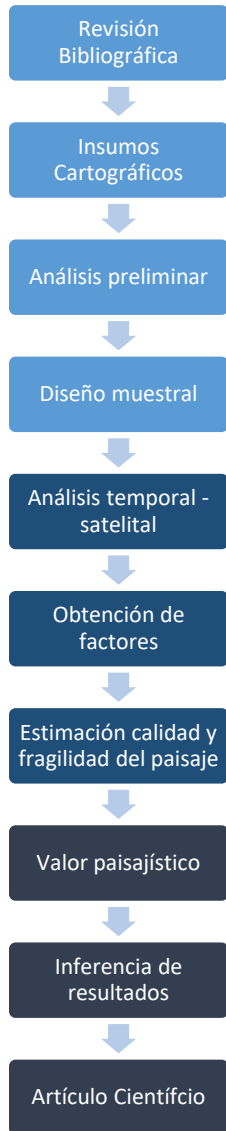


Fig. 2. Actividades de los objetivos

De la revisión bibliográfica se propone realizar un análisis del contexto minero y de

las condiciones sociales del corregimiento de La Loma de Calenturitas, analizando información del Plan de Desarrollo Municipal de El Paso, así como información que brinda el Ministerio de Minas y Energía respecto al área concesionada como minera y los niveles de producción.

Obtener insumos cartográficos relacionados con los factores que definirán la calidad, fragilidad y valor del paisaje: como el DEM, infraestructura, mapa de uso y vocación del suelo, así como imágenes satelitales LandSat 8 para posteriores cálculos.

Por cada uno de estos elementos se realizará un comentario descriptivo en donde se especifica que información brinda y cómo será utilizado para alcanzar los resultados.

La última actividad de la primera etapa corresponde al diseño muestral. Mediante la creación automática de puntos aleatorios sobre superficies, utilizando el SIG, dentro del área de estudio. Para esto se utiliza una selección muestral aleatoria y al azar.

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2(N-1) + Z^2 pq}$$

Dónde,

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población
- Z: Nivel de confianza
- d: Nivel de precisión
- p: Probabilidad de éxito
- q: Probabilidad de fracaso

En el análisis temporal satelital se quiere analizar el cambio del paisaje en un lapso correspondiente a los años 2016-2019, mediante el índice diferencial de vegetación normalizado, con el cual se busca comprender los cambios de áreas espesas y poco espesas, en referencia al espacio

geográfico que lo compone, para esto se aplicó la siguiente formulación:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

Dónde,

IR: Valores de pixel de la banda infrarroja

R: Valores de pixel de la banda roja

La información cartográfica de la etapa 1 permitirá construir los factores y clasificarlos tal como Pérez [1] y Cifuentes y otros [2], lo proponen. Los factores a reclasificar son los siguientes:

- Orientación
- Pendiente
- Vegetación
- Cuenca Visual (que intrínsecamente calcula la compacidad)
- Accesibilidad
- Usos del suelo
- Condición del uso del suelo

Con los factores: pendiente, usos y condición del suelo se realiza mediante el método de combinación geo estadística del análisis espacial y se obtiene la calidad del paisaje clasificado en cuatro grados.

Por último, para la etapa 2, se estima la fragilidad del paisaje (intrínseca y adquirida) mediante la combinación geo estadística de todos los factores.

Para el valor paisajístico se realiza la combinación de la fragilidad total y calidad del paisaje, clasificándola en cinco grados que permitirá ver reflejado como ha disminuido debido a todos los factores asociados y geo combinados.

Por último se realizará un análisis crítico de los resultados con el contexto actual minero

y social del corregimiento de la Loma y se realizara la transcripción del presente artículo científico que recopila los resultados más importantes de la siguiente investigación.

### 3. RESULTADOS

Un indicador potencial de lo suministra la Alcaldía Municipal de El Paso [3], quienes con el índice NBI presentan que el corregimiento de La Loma de Calenturitas presenta múltiples de dificultades a pesar del sistema general de repartición de regalías que prioriza esta zona.

Tabla 1. Necesidad Básicas Insatisfechas (NBI) del corregimiento de La Loma

Indicadores	Porcentajes estimados
Inasistencia escolar	2.40%
Servicios inadecuados	20.6%
Vivienda inadecuadas	31.0%
Hacinamiento	15.3%
Alta dependencia	11.9%
Pobreza	45.7%
Miseria	22.1%

En cuanto al contexto minero en el corregimiento de La Loma hay influencia de cuatro proyectos carboníferos, los cuales sumadas sus áreas (23055 hectáreas) son mayor a la del área de estudio.

Tabla 2. Nivel de producción y área concesionada a los proyectos mineros

Empresa	Nivel de Producción (Toneladas)	Área (Hectárea)
Prodeco C.I. S.A.	730.075	6677
Mina El Hatillo – CNR	9.180.843	9638
La Francia – CNR	31.076.036	1000
Mina Pribbenow	57.898.399	5740

Los factores fueron obtenidos y previamente clasificados de acuerdo a las recomendaciones de Pérez [1] y Cifuentes y otros [2], obteniendo para cada uno de ellos una explicación.

Tabla 3. Clasificación de la orientación de la zona de estudio

Características		% Área
Orientación		
Solano		40,87%
Intermedio		34,70%
Umbrías		24,43%

Cuyo resultado significa que la mayor parte del área de estudio está expuesta a la irradiación solar.

Tabla 3. Clasificación de la pendiente para la fragilidad y calidad del paisaje

Características		% Área
Clase	Pendiente (Fragilidad)	
0 - 5%	Semi ondulado	42,72%
5 - 15%	Ondulado	53,22%
> 15%	Escarpado	4,06%
Clase	Pendiente (Calidad)	% Área
0 - 8%	Baja	73,89%
8 - 30%	Media	25,99%
> 30%	Alta	0,12%

La pendiente fue clasificada dependiendo del cálculo (fragilidad o calidad), siendo para la fragilidad altamente ondulada y para la calidad de pendiente baja. Esta clasificación se realiza así de esta forma teniendo en cuenta la propuesta metodológica que Cifuentes y otros [2] ponen a consideración.

Tabla 4. Clasificación de las clases de vegetación

Características		% Área
Clase de Vegetación		
Clase I		0,17%
Clase II		17,13%
Clase III		65,53%
Clase IV		17,17%

La clase vegetativa es mayoritariamente medianamente diversa con existencia de estratos dominantes entre mezclados y cuya función de cobertura favorece a plantaciones forestales.

Tabla 5. Clasificación de la cuenca visual

Características		% Área
Cuenca Visual		
Sin infraestructura	No visible	91,09%
	Visible	8,91%
Con infraestructura	No visible	91,05%
	Visible	8,95%

La visibilidad del paisaje ha aumentado a razón de 0,54% del área total de estudio. Este valor por mínimo que sea es significativo para inducir cambios importantes.

Tabla 6. Clasificación de la accesibilidad

Características		Unidades de Medida	
Infraestructura			
Vías		70059 metros	
Área Total construida		137,97	Ha
Área rural construida		2,14	Ha

Este factor presenta lo a que infraestructura se refiere, en el área rural que es poco posible apreciarlo se cuenta con 2,14 hectáreas construidas y unos 70059 metros de carreteras y rutas pavimentadas y no pavimentadas.

Tabla 7. Clasificación del uso del suelo

Características		% Área
Uso de Suelo		
Agroforestal		72,68%
Agrícola		19,14%
Cuerpo de Agua		0,56%
Forestal		6,52%
Zona Urbana		1,10%

Esta tabla permite verificar que el uso más apropiado que se le podría dar al suelo es para agroforesta, producción de maderables. Esto induce que puede iniciarse un mercado verde que ayude a la transición económica del lugar.

Tabla 8. Clasificación de la Condición del uso del suelo

Características	% Área
Ocupación del Suelo	
Sobre uso	17,27%
Sub uso	65,63%
Uso correcto	17,10%

Se observa que mayoritariamente las áreas son de sub uso, cuestión que no indica que sea súper explotado. A razón de esto, la explotación minera y otras zonas de uso típica de esta actividad económica está representada por el 17,27% del área de estudio.

Tabla 9. Clasificación de la calidad del paisaje

Características	% Área
Grado de Calidad del Paisaje	
Muy Alto	20,08%
Alto	20,95%
Medio	21,27%
Bajo	18,73%
Muy bajo	18,97%

Este resultado indica que hay una distribución semi homogénea entre todos los grados, lo que induce a que la calidad del paisaje es un aproximado de un 50% menos de lo que inicialmente fue.

Tabla 10. Clasificación de la Fragilidad del paisaje

Características	% Área
Grado de Fragilidad del Paisaje	
Muy Bajo	26,97%
Bajo	18,44%
Medio	18,44%
Alto	18,26%
Muy Alto	17,89%

Coincide justamente con la calidad del paisaje, la fragilidad ha aumentado en un aproximado de un 50%, siendo menos resiliente que antes.

Tabla 11. Clasificación del Valor del Paisaje

Características	% Área
Grado del Valor del Paisaje	
Muy Alto	20,65%
Alto	22,25%
Medio	19,12%
Bajo	19,04%
Muy bajo	18,95%

De igual manera el Valor del paisaje es un aproximado de 50% menos del inicial.

#### 4. DISCUSIÓN

Se esperaba como resultados tener una fragilidad de paisaje bastante insostenible y dependiente de la actividad de responsabilidad ambiental de las empresas mineras, sin embargo al obtener el cálculo de la fragilidad del paisaje se pudo constatar que el 66,74% del área posee una fragilidad muy baja o poco susceptible a recibir cambios, así mismo un 75,93% del área se encuentra preparada para no adquirir susceptibilidad o fragilidad. Esto quizá puede ser justificado puesto que para el mes de agosto del año 2016 se encontraba un NDVI con resultados muy pobres, en el transcurso de cuatro años (agosto de 2019), las sucesiones vegetales

fueron más espesas debido a las acciones en conjunto de la autoridad ambiental CORPOCESAR en aunar fuerzas para proteger las rondas hídricas de las fuente hídricas en la zona.

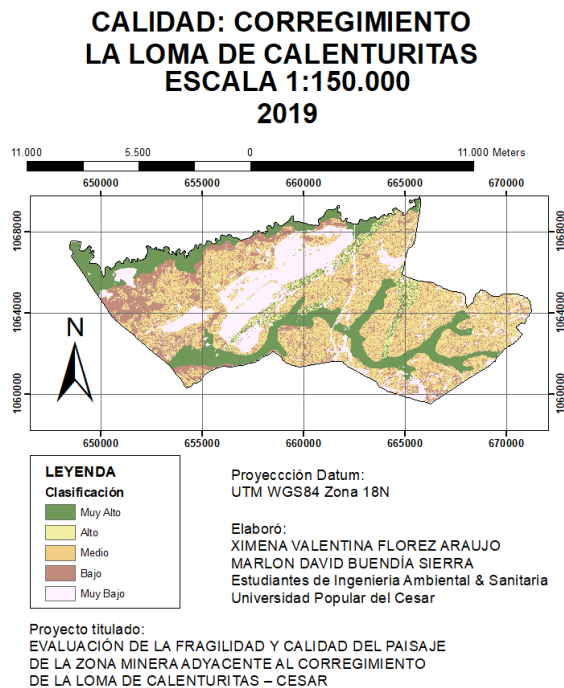


Fig. 3. Calidad del paisaje de la zona de estudio

Se dice que posee una calidad y valor aproximado a un 50% menos del valor inicial puesto que la distribución de la información cuantificada es casi homogénea para cada uno de los grados de calificación asignados (casi 20% para cada grado). La fragilidad está igualmente reducida a un próximo de 50%, sin embargo nos muestra una zona que aún posee capacidad de resiliencia para resarcir los daños vegetales pero no geológicos o geomorfológicos causados al recurso suelo.

**FRAGILIDAD: CORREGIMIENTO  
LA LOMA DE CALENTURITAS  
ESCALA 1:150.000  
2019**

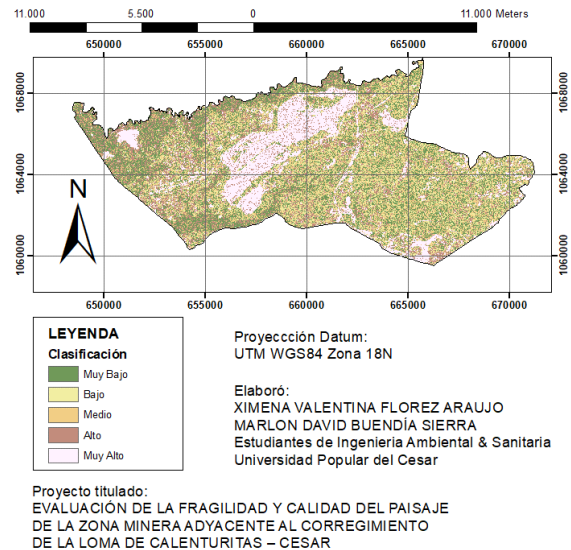


Fig. 4. Fragilidad del paisaje de la zona de estudio

Se puede afirmar que los resultados esperados todos fueron refutados. Es difícil coincidir que esté totalmente degradado esta zona, se pudo constatar que la realidad es otra y que aún prevalece la capacidad de resiliencia, que las acciones tomadas fueron capaces de aunar los elementos suficientes para recuperar y mejorar el paisaje, el NDVI fue clave para determinar este resultado.

**VALOR DEL PAISAJE: CORREGIMIENTO  
LA LOMA DE CALENTURITAS  
ESCALA 1:150.000  
2019**

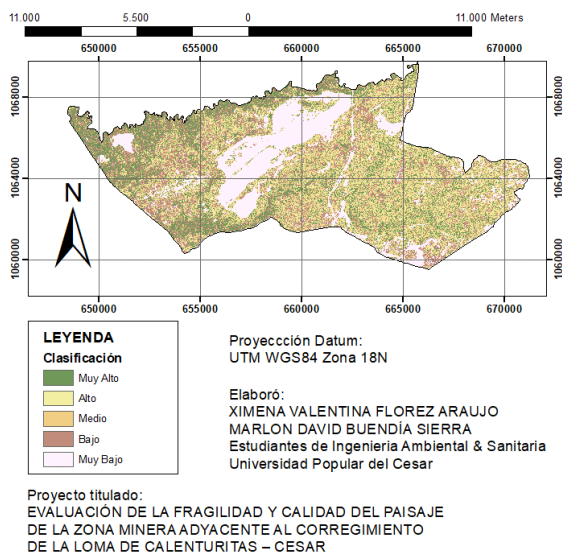


Fig. 5. Fragilidad del paisaje de la zona de estudio

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La actividad económica de extracción minera es potencial transformadora del paisaje, los grados y niveles de explotación de las minas del carbón han sido responsables de múltiples problemas sociales y ambientales dejando problemáticas con un alto índice de NBI, una población que aumenta en una gran magnitud y empresas mineras que adquieren muchos predios concesionados para ser explotados a futuro.

Sin embargo a pesar de los cambios sucedidos se pudo constatar que hubo un aumento significativo en los niveles del índice diferencial de vegetación normalizado, disminuyendo parches vegetativos y protegiendo las rondas hídricas de los ríos, quebradas y arroyos de la zona de estudio,

siendo significativo entre los periodos 2016, 2017, 2018 y 2019. La vegetación dispersa tuvo un cambio muy significativo aumentando en 17,16% de 2016 a 2019. Este aumento repentino de la vegetación se debe en gran parte a la gestión de las empresas mineras en conjunto con la autoridad ambiental CORPOCESAR y el Gobierno Municipal y Departamental.

Los resultados de la fragilidad intrínseca o propia del medio estudiado representan que aproximadamente el 66% del área posee un grado bajo de inestabilidad ecosistémica. Los resultados de la fragilidad adquirida o injerida por actividades antrópicas del medio estudiado representan que aproximadamente el 75% del área se clasifica como grado bajo, esto quiere decir que un 9% del área de estudio es la que recibe un impacto considerable (diferencia porcentual entre los dos resultados).

La fragilidad total (relación combinada de la propia y la injerida) presenta un resultado similar a la calidad del paisaje. En un ecosistema ejemplar se espera que la fragilidad sea baja, esto indica que es potencialmente resiliente y tolerante a los cambios que puedan afectarle. La fragilidad del paisaje se redujo en un aproximado de 50%, debido a que en todos los grados de clase se clasifican en proporciones porcentuales equiparablemente correlacionales.

El valor del paisaje lo define la combinación de la fragilidad y la calidad. Los resultados presentan que el grado con mayor porcentaje acumulado es alto, sin embargo la proporción es equiparablemente correlacionales con los otros grados de clasificación. Este indicador es coherente con los resultados de fragilidad y calidad, puesto que indica que el valor paisajístico se ha reducido en un aproximado

del 50%, siendo notorio que aún posee la capacidad para recuperarse por sí mismo. La intervención de las empresas mineras aceleró este proceso de manera significativa, promoviendo sostenibilidad y sustentabilidad en proyectos verdes. Se requiere aunar más esfuerzos para garantizar que los factores socioculturales no impactos a los físicos y biológicos, esto se hace desde la planeación estratégica integral sostenible en el ordenamiento territorial.

Es recomendable comparar el volumen de excavación año a año versus el cambio del NDVI serviría para la construcción de un indicador relativo de eficacia de gestión minera sostenible. Es posible llevarlo a cabo siempre y cuando mediante técnicas geo estadísticas se validen los datos mediante las diferentes pruebas multivariantes que den certeza del uso de la técnica.

Contrastar los cambios del NDVI con otros indicadores como el Índice de Vegetación Perpendicular (PVI) y Índice Vegetativo de Ajuste de Suelos (SAVI), con la finalidad de hacer un estudio más integral aumentando los periodos de estudio y dando mayor grado de comprensión a los resultados obtenidos.

Calcular la fragilidad, calidad y valor paisajístico para individualmente para la serie temporal de estudio (en el presente proyecto solo se hizo para el 2019), usando información de los años 2016, 2017 y 2018; así tener un estimativo y comparar con el resultado actual, generar un modelo geo estadístico de proyección cartográfica y analizar los cambios para próximos años. Para realizar esto se necesitaría realizar solicitud de información a la agencia espacial de la NASA de información cartográfica digital inferior al año 2016, puesto que solo hay disponibilidad desde ese año en adelante.

Esta metodología ayuda a potenciar una actividad económica que puede inferir al soporte de estrategias y proyectos en pro del medio ambiente, como lo es el turismo minero sostenible. El recaudo de las visitas permitiría obtener los fondos para la inversión económica en proyectos verdes que fortalezcan los lazos transversales socioambientales, fundamentando así las responsabilidades de las empresas mineras.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

Manifestarle a Laura Pérez, investigadora quién con su metodología y explicación facilito a los investigadores los métodos lógicos y las clasificaciones que con su estudio pudo evaluar en Santa Ana, sus resultados, inferencias, conclusiones y recomendaciones permitieron que se elaborara un producto sólido cuyo alcance fue satisfactorio para el alcance de los objetivos, explicando en cabalidad el problema.

Agradecer infinitamente a la Ingeniera Karina Paola Torres, directora de la tesis por la asesoría y apoyo brindado en cuanto a la realización, redacción y productos obtenidos con el presente proyecto. Su oportunidad a cargo de la dirección de la tesis se ha encargado de crear aptitudes y capacidades que permiten a los jóvenes investigadores utilizar los recursos informáticos y las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas en pro del medio ambiente, del desarrollo sostenible y la sustentabilidad.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] L. Perez Ortiz, Valoración de la fragilidad y la calidad visual del paisaje aplicando un SIG. Caso de estudio: Santa Ana, Montes de Oca: Heredia Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 2017.

[2] P. Cifuentes, La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al Valle del río Tiétar, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1979.

[3] Alcaldía de El Paso, Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011, El Paso, Cesar: Alcaldía de El Paso, 2008.

Alcaldía de El Paso, Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019, El Paso, Cesar: Alcaldía de El Paso, 2016.

[4] Aramburu, Cifuentes, Escribano y Gonzáles, Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Secretaría de Estado para las políticas del agua y el medio ambiente. Madrid, 1994.

[5] Aramburu, Cifuentes, Escribano y Gonzáles, Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid, 1989.

[6] ESRI, «ArcGIS Desktop,» 2019. [En línea]. Available: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm>.

[7] L. Pérez González y J. R. Martí Vargas, «La valoración de la fragilidad visual del paisaje en la planificación territorial,» Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente, pp. 1441-1456.