

**DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE  
RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL  
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

**AUTORES:**

**ELKIN MANUEL CHAPARRO VARGAS  
FREDY EDUARDO CATALAN NORIEGA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR - CESAR  
2022**

---

<sup>2</sup> ICONTEC, (2008).

**DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE  
RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL  
DEPARTAMENTO DEL CESAR**

**AUTORES:**

ELKIN MANUEL CHAPARRO VARGAS  
FREDY EDUARDO CATALAN NORIEGA

**DIRECTOR:**

FERNANDO ANAYA PAYARES

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR - CESAR  
2022**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma Del Director**

---

**Firma Del Jurado**

---

**Firma Del Jurado**

**Valledupar, 2022**

## **DEDICATORIA**

Yo, **FREDY EDUARDO CATALAN NORIEGA** Dedico esta tesis primeramente a Dios por su infinito amor y compañía, por brindarme la fortaleza para continuar en los momentos difíciles; Por la motivación, el entusiasmo, la valentía para seguir adelante y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, Yaneth Noriega Castro, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su dedicación, compromiso, su valentía al afrontar problemas, por demostrarme esas ganas de siempre luchar por lo que se sueña, por inculcarme los valores necesarios para ser mejor cada día, por la motivación que me brinda, por siempre ser esa mejor amiga, esa compañera incondicional, esa persona que nunca se da por vencido y por los ejemplos de bondad, perseverancia, constancia que la caracterizan, por el valor mostrado para salir adelante y sobre todo por la muestra de su amor incondicional en cada momento de mi vida.

De manera especial dedicarle este triunfo a toda mi familia, los cuales siempre han estado apoyándome, han confiado en mí, por esas palabras de aliento para luchar por mis sueños. A mis amigos Katilin Jiménez De Ávila, Elkin Manuel chaparro, por sus muestras de cariño, por los lazos de amistad que forjamos a lo largo de nuestra formación profesional. A mis docentes, quienes marcaron cada etapa de mi formación universitaria, por el tiempo, las palabras, el apoyo y conocimiento que me brindaron.



### **DEDICATORIA**

Yo, **ELKIN MANUEL CHAPARRO VARGAS** dedico esta tesis primero a Dios fuente de luz, gracias por llenarme de sabiduría, la inteligencia y la fortaleza necesaria para alcanzar este triunfo.

A mi Papá por siempre motivarme e impulsarme a alcanza este logro y a pesar de no estar en estos momentos con nosotros de manera física sé que desde el cielo se sentirá orgulloso de haber cumplido este sueño profesional, a mi madre que fue un motor y que siempre me impulso a seguir adelante con esta aventura de ser un profesional y que hoy ve hecho una realidad y a el resto de mi familia por confiar y creer en mis capacidades.

A mi mejor amigo Andrés y Mayra que desde el inicio fueron un apoyo incondicional para llegar a la meta, donde siempre me impulsaban a seguir adelante y no decaer en el camino, por cada trasnocho y cada madrugada que vivimos juntos.

A mis compañeros que iniciaron conmigo desde el momento cero y que siempre nos tuvimos ahí para ayudarnos y darnos fortaleza y no decaer, a mis profesores por su tiempo, enseñanza y compartir con nosotros cada uno de sus conocimientos que fueron parte fundamentales de nuestro aprendizaje para ser hoy grandes profesional.

A mi Alma Mater por abrirme las puertas y darme la oportunidad de empezar este sueño, dándome los valores necesarios y las herramientas para mi carrera, hare lo necesario para ser sentir orgullo mi Universidad y demostrar que somos profesionales capacitados y eficiente para el mundo.



## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento es para nuestro director de proyecto el Ingeniero Fernando Anaya Payares por su desinteresado apoyo y orientación en el desarrollo de este proyecto, por ser un guía, amigo, tutor para nosotros.

A nuestros jurados del proyecto, Angélica Patricia Vanegas Padilla y José Mauricio Pérez Royero, por cada palabra que nos brindaron, por su motivación, su empeño, y por cada consejo que nos brindaron, pero sobre todo por acompañarnos en este proceso.

A nuestra amada Universidad Popular del Cesar por brindarnos las herramientas necesarias para culminar esta etapa de nuestros estudios.

A nuestros profesores, nuestro más sincero agradecimiento por los conocimientos que nos impartieron en el transcurso de nuestra formación académica.

A nuestra familia y amigos que de una u otra forma han contribuido en la realización del proyecto.



## RESUMEN

Dentro de las dinámicas de crecimiento estructural y urbanístico que sufren las ciudades y municipios, se hace necesaria la ampliación o modificación de su infraestructura, lo que implica la construcción, remodelación, rehabilitación o demolición de estructuras; estas actividades son generadoras de los residuos denominados de construcción y demolición más conocidos como escombros, los cuales son dispuestos en diversos lugares sin tener en cuenta la normatividad vigente aplicable para este tipo de desechos.

El presente proyecto pretende proporcionar herramientas válidas y concretas de fácil manejo y comprensión al momento de ejecutar acciones y actividades encaminadas al manejo integral de los residuos sólidos en este caso escombros, con el fin de mejorar las condiciones ambientales y económicas del municipio Becerril. Se pretende encontrar alternativas de solución para la problemática ambiental actual en el manejo de los residuos sólidos urbanos, específicamente los (residuos de construcción y demolición) RCD; los cuales van en un descontrolado crecimiento, dichas alternativas van encaminadas al aprovechamiento y valorización comercial de estos residuos o al tratamiento y buena disposición final.

Esta investigación tuvo como objetivo principal diseñar alternativas de solución para el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril departamento del Cesar.

Este trabajo estará constituido por el diagnóstico de la situación actual del manejo y tratamiento que se le dan a este tipo de residuos, donde se pudo determinar que dicho municipio no cuenta con un buen manejo y un sitio destinado para la disposición final. Posteriormente se realizó una valoración de los impactos ambientales generados en el municipio donde se pudo identificar los efectos e impactos ambientales. Seguidamente se pudo evaluar y calificar estos mismos por medio la matriz de Leopold y como resultados se determinó que el medio biótico con un 45 % es el componente que más se ve afectado por los impactos ambientales negativos, el componente abiótico con un 30 %, seguidamente hidrosférico y geomorfológico con un porcentaje de 13 % y 12 % respectivamente.

Se plantearon una serie de alternativas de solución de las cuales se escogieron dos, la cual consiste en la construcción de una escombrera municipal y la recolección, transporte y disposición final de los residuos especiales tipo escombros que se generan en el municipio de Becerril, Cesar.

A Manera de conclusión final se llevó a cabo la socialización del proyecto a la comunidad del municipio de becerril, donde por medio de divulgación presencial, entrevistas y capacitaciones se les suministro a la comunidad toda la información del proyecto.

**Palabras Claves:** RCD, Alternativas, escombros, residuos.

### **ABSTRACT**

Within the dynamics of structural and urban growth suffered by cities and municipalities, it is necessary to expand or modify their infrastructure, which implies the construction, remodeling, rehabilitation or demolition of structures; These activities generate construction and demolition waste, better known as rubble, which is disposed of in various places without taking into account the current regulations applicable to this type of waste.

This project aims to provide valid and concrete tools that are easy to use and understand when executing actions and activities aimed at the comprehensive management of solid waste, in this case debris, in order to improve the environmental and economic conditions of the Becerril municipality. It is intended to find alternative solutions for the current environmental problems in the management of urban solid waste, specifically RCD (construction and demolition waste); which are in an uncontrolled growth, these alternatives are aimed at the use and commercial recovery of this waste or treatment and good final disposal.

The main objective of this research was to design alternative solutions for the management and treatment of special waste type debris in the municipality of Becerril, department of Cesar.

This work will be constituted by the diagnosis of the current situation of the management and treatment given to this type of waste, where it was possible to determine that said municipality does not have good management and a site destined for final disposal. Subsequently, an assessment of the environmental impacts generated in the municipality was carried out, where the environmental effects and impacts could be identified. Then it was possible to evaluate and qualify these by means of the Leopold matrix and as a result it was determined that the biotic environment with 45% is the component that is most affected by negative environmental impacts, the abiotic component with 30%, then hydrospheric and geomorphological with a percentage of 13% and 12% respectively.

A series of solution alternatives were proposed, of which two were chosen, which consists

[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)

Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129

Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380

Valledupar Cesar Colombia

of the construction of a municipal dump and the collection, transport and final disposal of special waste type rubble that is generated in the municipality of Becerril, Cesar.

As a final conclusion, the socialization of the project was carried out to the community of the municipality of Becerril, where through face-to-face disclosure, interviews and training, all the information about the project was provided to the community.

**Keywords:** RCD, Alternatives, debris, waste.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
LISTA DE TABLA.....	14
LISTA DE FIGURA E IMÁGENES .....	17
LISTA DE GRAFICO.....	18
LISTA DE ECUACIONES .....	19
INTRODUCCIÓN.....	20
<b>1. DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR.....</b>	<b>21</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Formulación Del Problema .....</b>	<b>24</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>25</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
4.1. OBJETIVO GENERAL:.....	27
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	27
<b>5. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>5.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>34</b>
5.2.1. Residuos De Construcción Y Demolición.....	34
5.2.2. Afectación .....	38
5.2.3. Fases y procesos de la generación escombros y residuos de la construcción	41
5.2.4. El proceso de generación y manejo de escombros se compone de varias fases que se describen a continuación .....	41
5.2.5. Almacenamiento temporal en la construcción.....	49
5.2.6. El reciclaje de los escombros urbanos.....	53
5.2.7. Caracterización de agregados para Concreto.....	56
5.2.8. Problemas Generados Por Los Escombros .....	61
5.2.9. Posibles Usos Obtenidos A Partir Del Reciclaje De Escombros .....	62
<b>5.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>64</b>

<b>5.4. MARCO CONTEXTUAL</b> .....	<b>69</b>
5.4.1. Información general del área del proyecto .....	69
5.4.2. Misión.....	71
5.4.3. Visión .....	71
5.4.4. Historia .....	71
5.4.5. Límites.....	72
5.4.6. Extensión .....	73
5.4.7. Geografía .....	74
5.4.8. Economía .....	74
5.4.9. Agricultura .....	74
5.4.10. Componente Rural .....	75
5.4.11. Componente Urbano.....	85
5.4.12. Redes de Servicios públicos domiciliarios.....	92
5.4.13. Agua Potable (Acueducto) .....	92
5.4.14. Alcantarillado.....	94
5.4.15. Servicio De Aseo En El Municipio De Becerril .....	95
5.4.16. Botadero.....	95
5.4.17. Aspectos Generales.....	95
5.4.18. Energía eléctrica .....	99
5.4.19. Gas Natural .....	99
<b>5.5. MARCO LEGAL</b> .....	<b>100</b>
<b>6. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>106</b>
6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	106
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	106
6.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	106
6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	106
6.5. MUESTRA POBLACIONAL.....	107
6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	107
6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	107
<b>7. ANALISIS Y RESULTADOS</b> .....	<b>112</b>

<b>7.1. Diagnosticar la situación actual del manejo y tratamiento que se le dan a los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril cesar. ..</b>	<b>112</b>
7.1.1. Consulta de información.....	112
7.1.2. Análisis de los datos recopilados .....	117
7.1.3. Caracterización de los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril cesar.....	120
7.1.4. Proyección De residuos especiales tipo escombros .....	133
7.1.5. Ubicación y Clasificación de sitio de disposición final acorde a la normatividad.....	135
<b>7.2. Valorar los impactos ambientales generados en el municipio de becerril por el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros.....</b>	<b>181</b>
7.2.1. Identificación de efectos e impactos ambientales .....	181
7.2.2. Evaluación de los efectos e impactos ambientales (Matriz de Leopold) .....	204
7.2.3. Análisis de resultados .....	210
<b>7.3. Plantear alternativas sostenibles para la generación, presentación, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de residuos especiales tipo escombros generados en el municipio de becerril.....</b>	<b>212</b>
7.3.1. Análisis y Planteamiento de alternativas en la generación, presentación, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de los residuos especiales tipo escombros. ....	212
7.3.2. Selección de la mejor alternativa. ....	220
7.3.3. Socialización de resultados al municipio de becerril-cesar. ....	229
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>269</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>272</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>275</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>278</b>
ANEXO 1: Permiso Para Desarrollar El Proyecto En El Municipio De Becerril, Cesar	278
Anexo 2. Imágenes De La Mala Disposición De Los Residuos Especiales Tipo Escombros.....	279
Anexo 3. Formato de encuesta.....	284
Anexo 4: Formato registro de asistencia a Reuniones y capacitaciones.....	287

**Anexo 5: Evidencias encuestas realizadas .....288**



**LISTA DE TABLA**

<b>Tabla 1:</b> Caracterización de Procesos mediante Normas Técnicas.....	58
<b>Tabla 2:</b> Aplicaciones de RCD reutilizado y/o reciclados .....	63
<b>Tabla 3:</b> extensión municipio de becerril-cesar .....	73
<b>Tabla 4:</b> Barrios cabecera municipal becerril-cesar.....	73
<b>Tabla 5:</b> clasificación con áreas de los suelos .....	90
<b>Tabla 6:</b> Coordenadas ubicación Planta de tratamiento actual .....	94
<b>Tabla 7:</b> Normatividad General .....	100
<b>Tabla 8:</b> Normatividad específica .....	103
<b>Tabla 9:</b> Ejemplo de método matricial para identificar impactos ambientales .....	109
<b>Tabla 10:</b> Ejemplo de Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales..	110
<b>Tabla 11:</b> Sitios satélites para la disposición final de escombros encontrados en el municipio de Becerril, Cesar .....	119
<b>Tabla 12:</b> Pesos y Porcentaje en peso del punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	122
<b>Tabla 13:</b> Pesos y Porcentaje en peso del punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	123
<b>Tabla 14:</b> Pesos y Porcentaje en peso del punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico .....	123
<b>Tabla 15:</b> Pesos y Porcentaje en peso del punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro .....	124
<b>Tabla 16:</b> Pesos y Porcentaje en peso del punto 5 ubicados en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo .....	124
<b>Tabla 17:</b> Características Punto 1 Concreto.....	125
<b>Tabla 18:</b> Volumen y Porcentaje de volumen del punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	126
<b>Tabla 19:</b> Volumen y Porcentaje de volumen del punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	126
<b>Tabla 20:</b> Volumen y Porcentaje de volumen del punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico.....	127
<b>Tabla 21:</b> Volumen y Porcentaje de volumen del punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro .....	128
<b>Tabla 22:</b> Volumen y Porcentaje de volumen del punto 5 ubicado en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo .....	128
<b>Tabla 23:</b> Peso y Volumen General de cada residuo .....	129
<b>Tabla 24:</b> Densidad punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	130
<b>Tabla 25:</b> Densidad punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar.....	131

<b>Tabla 26:</b> Densidad punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico .....	131
<b>Tabla 27:</b> Densidad punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro .....	132
<b>Tabla 28:</b> Densidad punto 5 ubicado en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo .....	132
<b>Tabla 29:</b> Densidad General de los residuos .....	132
<b>Tabla 30:</b> Proyección Escombros.....	134
<b>Tabla 31:</b> Alternativas para la disposición de una escombrera .....	145
<b>Tabla 32:</b> Capacidad de materiales según el tipo de material de construcción.....	151
<b>Tabla 33:</b> Cartera topográfica del Botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril. ...	167
<b>Tabla 34:</b> Análisis de estabilidad de los taludes .....	176
<b>Tabla 35:</b> Matriz de efecto ambiental .....	184
<b>Tabla 36:</b> Impactos ambientales por ubicación del lugar donde se dispondrán los escombros dentro del área del proyecto.....	185
<b>Tabla 37:</b> Impactos ambientales producto del Descapote del terreno.....	187
<b>Tabla 38:</b> Impactos ambientales producto de movimientos de tierra y explanaciones... ..	188
<b>Tabla 39:</b> Impactos ambientales producto de la eliminación total o parcial de la cubierta vegetal. ....	190
<b>Tabla 40:</b> Impactos ambientales producto de demolición de estructuras previas. ....	191
<b>Tabla 41:</b> Impactos ambientales producto de Excavaciones para la colocación de cimientos e instalaciones. ....	193
<b>Tabla 42:</b> Impactos ambientales producto de Uso y disposición de residuos tóxicos como disolventes o pinturas. ....	194
<b>Tabla 43:</b> Impactos ambientales producto de Prácticas inadecuadas por parte de los trabajadores de la construcción. ....	195
<b>Tabla 44:</b> Impactos ambientales producto de Almacenamiento temporal de escombros. ....	196
<b>Tabla 45:</b> Impactos ambientales producto de definición de áreas específicas para colocación de escombros. ....	198
<b>Tabla 46:</b> Impactos ambientales producto de Separación de los residuos según sus características.....	199
<b>Tabla 47:</b> Impactos ambientales producto de transporte de los residuos dentro del área de proyecto. ....	200
<b>Tabla 48:</b> Impactos ambientales producto de Transporte de residuos y escombros hacia el sitio de disposición final .....	201
<b>Tabla 49:</b> Impactos ambientales producto de Disposición final de los residuos y escombros de la construcción. ....	202
<b>Tabla 50:</b> Escala de medición para la magnitud del impacto .....	205
<b>Tabla 51:</b> Escala de medición para la importancia del impacto.....	205
<b>Tabla 52:</b> Matriz De Leopold .....	207

<b>Tabla 53:</b> Sumatoria componentes.....	210
<b>Tabla 54:</b> Identificación Y Característica De Las Alternativas .....	213
<b>Tabla 55:</b> Proyección de inversión de operación y mantenimiento de la escombrera municipal.....	225
<b>Tabla 56:</b> Proyección Costo material reutilizar para labores ingeniería.....	227
<b>Tabla 57:</b> Eventos Y Escenarios De Ocurrencia De Contingencias .....	242
<b>Tabla 58:</b> Calificación de Amenazas .....	244
<b>Tabla 59:</b> Calificación De Vulnerabilidad.....	246
<b>Tabla 60:</b> Identificación Y Calificación De Amenazas Y Vulnerabilidades.....	248
<b>Tabla 61:</b> Jerarquización De Riesgos.....	249
<b>Tabla 62:</b> Laguna de evaporación de lixiviados .....	262
<b>Tabla 63:</b> Drenaje de lixiviados .....	262
<b>Tabla 64:</b> Manejo de residuos .....	263
<b>Tabla 65:</b> Cobertura fina.....	266



## LISTA DE FIGURA E IMÁGENES

<b>Figura 1:</b> Metodología de Caracterización para agregados No naturales.....	56
<b>Figura 2:</b> Proceso de Trituración de los escombros.....	57
<b>Figura 3:</b> Escombros Almacenados.....	59
<b>Figura 4:</b> Forma Reunida.....	60
<b>Figura 5:</b> Composición de los residuos de construcción en los sitios A, B y C.....	61
<b>Figura 6:</b> Esquema topográfico del botadero (cálculo de volumen).....	156
<b>Figura 7:</b> Espectro de diseño sísmico.....	161
<b>Imagen 1:</b> Localización geográfica del municipio de becerril, ubicación nacional, departamental y local.....	69
<b>Imagen 2:</b> Localización General en la Zona de estudio.....	70
<b>Imagen 3:</b> Balanza electrónica.....	121
<b>Imagen 4:</b> Evidencia del proceso de separación de residuos para su respectivo pesaje.....	121
<b>Imagen 5:</b> Evidencia del proceso de pesaje.....	122
<b>Imagen 6:</b> Entrada de botadero por la vía de Becerril. Escala Indeterminada.....	135
<b>Imagen 7:</b> Vista Aérea del botadero a cielo abierto del municipio de Becerril. Escala Indeterminada.....	136
<b>Imagen 8:</b> Área proyectada para la disposición de escombros en el proyecto.....	155
<b>Imagen 9:</b> Deposición de basura en el botadero a cielo abierto.....	157
<b>Imagen 10:</b> Levantamiento del área de la Zona del proyecto.....	157
<b>Imagen 11:</b> Mapa Sismicidad histórica. Municipio de Becerril Cesar.....	160
<b>Imagen 12:</b> formación Geológica en el Municipio de Becerril Cesar.....	162
<b>Imagen 13:</b> Sondeo manual del estudio Geotécnico.....	179
<b>Imagen 14:</b> Producto del sondeo del estudio geotécnico.....	180
<b>Imagen 15:</b> Zona del estudio Geotécnico.....	180
<b>Imagen 16:</b> Perfil de escombrera proyectada con fases superpuestas.....	228
<b>Imagen 17:</b> Esquema de construcción ascendente.....	229
<b>Imagen 18:</b> Evidencia Realización de reunión y capacitación.....	230



### LISTA DE GRAFICO

<b>Grafico 1:</b> Área construida por vivienda M2.....	113
<b>Grafico 2:</b> Cantidad por m2 (Tn/m2) por Estrato.....	113
<b>Gráfico 3:</b> Porcentaje de los impactos ambientales según factores .....	210
<b>Gráfico 4:</b> Porcentaje de los impactos ambientales según acciones .....	211



### LISTA DE ECUACIONES

<b>Eq 1:</b> Volumen de forma Almacenada .....	59
<b>Eq 2 :</b> Volumen de forma reunida. ....	60
<b>Eq 3 :</b> Resistencia al cortante .....	146
<b>Eq 4:</b> Estabilidad de taludes .....	146
<b>Eq 5 :</b> Calculo de seguridad al deslizamiento .....	147
<b>Eq 6 :</b> Estabilidad de Escombreras.....	147
<b>Eq 7:</b> Términos de esfuerzos efectivos.....	148
<b>Eq 8 :</b> Resistencia drenada .....	148



## **INTRODUCCIÓN**

Becerril es una población localizada en la región centro-este del departamento del Cesar, a 150 msnm, en cuya cabecera municipal, con una población de aproximadamente 15584 habitantes se tiene una producción de residuos sólidos domiciliarios del orden de los 361.03 toneladas mensuales, cuya disposición se hace a campo abierto, habiéndose convertido en una necesidad y en una exigencia legal, el darle la mejor solución posible a este problema ambiental.

El presente proyecto hace referencia al diseño de alternativas para el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril departamento del cesar, cuyo objetivo principal es el diseñar y estudiar la mejor alternativa para el aprovechamiento, tratamiento, transporte, gestión y disposición final de los residuos especiales tipo escombros, cuya finalidad es proteger el ambiente, la seguridad y salud de la población. (Ardila et al., 2010).

Uno de los puntos céntrales de este tema es la generación de este tipo de residuos, los cuales no tienen un manejo y tratamiento adecuado. La población en general no emplea métodos adecuados para disponer sus residuos y por lo cual ha ocasionado que se presente la afectación de diferentes ecosistemas con la consecuente pérdida de biodiversidad.

Actualmente en la mayoría de las localidades del municipio de becerril no existe sitios legalizados y óptimos que involucren sistemas para el manejo, tratamiento y disposición final de residuos especiales tipo escombros, existiendo únicamente botaderos de residuos a cielo abierto (Córdoba, 2012). Teniendo en cuenta esto y debido a los impactos negativos que ha desatado estos problemas ambientales, se propone la alternativa de solución como la propuesta de darle al municipio herramientas generales necesarias para proyectar el desarrollo, por medio de un sitio de disposición de residuos especiales tipo escombros legalmente constituida.

La generación de estos residuos en el municipio, y la mala disposición de los mismos, muestra la necesidad de implementar un plan de manejo en donde diferentes empresas

puedan realizar el tratamiento adecuado para todos ellos.

Las actividades de construcción y mineras producen, tanto si son superficiales como subterráneas, una gran cantidad de materiales de desecho que plantean el problema de su almacenamiento en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración en el entorno.

Las rocas estériles procedentes de la cobertura de las operaciones de cielo abierto o de las labores de preparación en las subterráneas se depositan, generalmente, como fragmentos gruesos en montones que constituyen las denominadas escombreras o botaderos. También se almacenan de la misma manera los rechazos de las plantas de tratamiento y concentración con una granulometría inferior a la de los materiales anteriores, pero sin llegar al rango de las arenas y lodos.

## **1. DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

La idea del proyecto es plantear alternativas de solución para darles al municipio de Becerril, Cesar, los mecanismos necesarios para que se pueda implementar el buen manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros.



## **2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La industria de la construcción se constituye en uno de los sectores económicos más importantes y estratégicos para el desarrollo de un país. Se le considera como una actividad en constante desarrollo, dinámica, que se encarga de la infraestructura básica general, que incluye: vías, viviendas, puentes, plantas industriales e hidroeléctricas, centros comerciales, entre otros., (Lecuona-Neumann et al. 2005; área metropolitana del Valle de Aburrá y Universidad de Antioquia, 2006; André et al. 2006). La problemática fundamental de la gestión y disposición de los RCD urbanos se refiere a su gran volumen, y, por lo tanto, a los costos de transporte y al espacio necesario disponible que ello implica. No obstante, se considerará, como ya se afirmaba, que solo una reducida fracción de ellos podría tener calificación de peligrosos en su composición; en tal caso habría que gestionarlos adecuadamente con el fin de prevenir daños ambientales (García et al. 2009), No obstante, los efectos de la construcción en el medio ambiente son altamente negativos (Arenas Cabello, 2007).

De acuerdo con el marcado crecimiento urbanístico que está presentando el municipio de Becerril departamento del Cesar en la última década y refiriéndonos específicamente a la Demolición de viejos edificios y estructuras, rehabilitación y restauración de viviendas, edificios y estructuras existentes, construcción de edificios y estructuras, producción de materiales de construcción etc.; es claro que el aumento de este tipo de actividades ha contribuido en una gran magnitud al aumento de la producción de los residuos especiales tipo escombros, y que en la actualidad no se ha estructurado ningún proyecto serio de gestión y manejo integral de estos mismos en dicho municipio. En términos generales la prestación del servicio de aseo, recolección y manejo de residuos especiales tipo escombros en el municipio es y ha sido por mucho tiempo deficiente, contribuyendo a desmejorar la calidad de vida de los habitantes, no solo en el sector urbano sino también en el rural.

Es bien sabido que las actividades de construcción pueden mejorar el desarrollo urbano

y entorno de vida global de múltiples maneras. Sin embargo, la industria de la construcción ha sido criticada como una de los causantes principales de degradación ambiental en todo el mundo al ser, por un lado, gran consumidor de recursos naturales y, por el otro, un productor importante de residuos (Poon et al, 2004; Bossink y Brouwers, 1996).

Entre los impactos ambientales que los RCD provocan y que podrían acrecentarse en un futuro por una inadecuada gestión y control, además, por el desconocimiento del potencial de reincorporación en las cadenas productivas y económicas; la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico con efectos significativos en ecosistemas estratégicos de la ciudad y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables; todas situaciones que con llevan a la afectación de la calidad de vida de los ciudadanos (Personería de Bogotá, 2011).

Cabe destacar que actualmente el municipio de becerril no cuenta con un sitio de disposición final de residuos especiales tipo escombros legalizado, que cumpla con los requerimientos establecidos por el ministerio del medio ambiente en la resolución 541 de 1994, por lo tanto, los generadores de escombros no pueden ser controlados como la misma resolución lo exige.

Ante esta situación en el municipio existen múltiples sitios, que están siendo utilizados para disponer escombros, que pueden ser considerados como botaderos satélites y escombreras no legalizadas. Estos sitios generalmente son áreas públicas, lotes baldíos, canales y cuerpos de agua, lo cual genera un gran impacto ambiental negativo.

Con base en toda la problemática que se presenta en el municipio, se va a desarrollar dicho proyecto el cual consiste en el Diseño y Estudios Para El Manejo Y Tratamiento De Residuos Especiales Tipo escombros en el municipio de becerril cesar y así darle al municipio herramientas generales necesarias para proyectar el desarrollo, por medio de la escombrera municipal, un sitio de disposición de residuos sólidos tipo escombros legalmente constituida, que permita dar solución a una creciente proliferación de sitios

de disposición de residuos, procedentes de la construcción y afines; y en ese mismo orden de ideas enfocar a mejorar las condiciones donde el paisaje se encuentra degradado e improductivo.

Cabe mencionar que el municipio de becerril requiere hacer un proceso de aprovechamiento de los residuos especiales tipo escombros generados en el municipio y su área de influencia, para que sean convertidos en materia prima y ser utilizados en diversas actividades de la ingeniería.

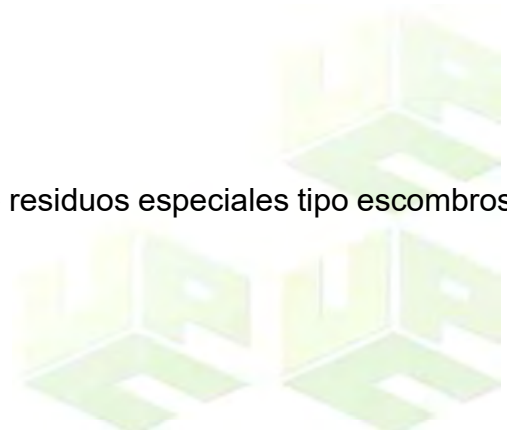
En la actualidad una de la alternativa más extendida para la eliminación de los residuos de construcción y/o demolición es el vertido o disposición en escombreras.

Es importante tener en cuenta que el proyecto plantea la ubicación de un sitio de disposición final de residuos de demolición y construcción (RCD) y con todo esto a que el municipio de becerril, implemente metodologías para acatar las disposiciones en el manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros utilizando los conceptos de recuperación, aprovechamiento y economías de escala.

También cabe destacar que con este proyecto se aprovechara en gran escala todos los RCD, y contribuiremos a resolver un problema social, ambiental, económico e incentivar y generar la conservación del medio ambiente.

## **2.1. Formulación Del Problema**

¿Cuál es la alternativa para el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril, Cesar?



### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los motivos que permiten llevar a cabo este proyecto, es la necesidad que está presentando actualmente la comunidad en general del municipio de becerril departamento del cesar, de poder contar con un buen manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros, el cual pueda optimizar las condiciones ambientales y minimizar los riesgos de contaminación que se están generando producto de las actividades ligadas a procesos de construcción, demolición y al mal manejo de estos mismos.

El impacto ambiental producido por el sector de la construcción, constituye una deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades con vistas a este nuevo milenio. Lo cierto es que esto supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que los materiales son naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptada a las condiciones climáticas del territorio donde se lleva a cabo la obra.

El amontonamiento de los desechos que producen demoliciones o reformas a las construcciones de todo género, es uno de los más grandes contaminantes en el municipio. Por el deterioro que producen en el entorno, tanto por la invasión que ocasionan en todas las zonas a nivel urbano, los escombros generan graves consecuencias ecológicas y visuales, ayudando al desorden e incentivando actividades que en la puesta por tener un municipio moderno no se explican ni justifican.

Para todos los habitantes en el municipio de becerril, es evidente que los escombros se están constituyendo en uno de los problemas de espacio público y contaminación que más afectan a la comunidad. Aunque todos conocen la problemática ocasionada por el mal manejo y disposición de los escombros, las autoridades no tienen datos precisos de donde están, cuántos son y que tanto afectan el ambiente estos residuos.

Sin embargo, en el municipio de becerril, la mayor parte de los residuos generados en la industria de la construcción y demolición terminan en múltiples sitios, que están siendo utilizados para disponer escombros, que pueden ser considerados como botaderos satélites y escombreras no legalizadas. Todo esto con lleva a impactos negativos ambientales, sociales y económicos ya que el municipio actualmente no cuenta con un sitio legalmente constituido donde se les brinde el buen manejo y disposición a los residuos sólidos tipo escombros.

La investigación propuesta es amigable ambientalmente gracias a que esta permite la recuperación paisajística del entorno del municipio y de la región, a la sostenibilidad de sus recursos naturales, como sería la disminución de materiales de cantera y ríos, y que en estos momentos son utilizados para construcciones y mejoramiento de vías, obras civiles y sanitarias.

Cabe destacar que es un proyecto ambicioso, rentable y que es abanderado por este municipio, teniendo en cuenta que el municipio de becerril sufre actualmente un proceso acelerado de contaminación por ser un centro minero y que quiere implementar medidas de conservación y recuperación de sus recursos naturales, siendo ejemplo a nivel regional.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar y estudiar la mejor alternativa para el manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril departamento del cesar.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Diagnosticar la situación actual del manejo y tratamiento que se le dan a los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril cesar.
- Valorar los impactos ambientales generados en el municipio de becerril por el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros.
- Plantear alternativas sostenibles para la generación, presentación, recolección, transporte y disposición final de los residuos especiales tipo escombros generados en el municipio de becerril.



## **5. MARCO REFERENCIAL**

### **5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

A nivel internacional, Bustos Silva Keyla Andreina., Ortiz Benellan Mónica Alexandra (2018), desarrolló la investigación titulada Análisis De Opciones Para La Disposición Final Sostenible De Residuos De Construcción Y Demolición En Venezuela; para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica Andrés Bello, con la finalidad de presentar las opciones para lograr una gestión integral y la rentabilidad del aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición. Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas; estas fueron: ETAPA 1: en esta fase de la investigación, el autor Analizo los subproductos que podrían generarse a partir de los residuos de construcción y demolición de obras civiles en Venezuela. ETAPA 2: en segunda instancia el autor elaboró los procedimientos que permitan una gestión integral de residuos de construcción y demolición. ETAPA 3: por último, Analizar la rentabilidad del aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición como producto reciclado. Los productos de esta investigación fueron generar a partir de los residuos de construcción y demolición provenientes de obras civiles, un reglamento de gestión de RCD y, finalmente, analizar la rentabilidad de esta gestión para lograr un máximo aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición que permita aliviar, aunque sea parcialmente, la presión que esta industria genera en algunos espacios naturales. Los resultados de la investigación fueron demostrar la factibilidad del uso sostenible de los residuos de construcción y demolición para una disposición final adecuada que pueda mantenerse en el tiempo y, como consecuencia de una apropiada selección de estrategias y procesos que la hagan viable, redunde en un uso más racional de los elementos y materiales que se utilizan en las edificaciones. Los aportes directos al presente estudio son darnos una amplia visión del beneficio que nos brinda el buen uso y manejo adecuado de los residuos especiales tipo escombros, y nos brinda información para implementar actividades para la prevención, mitigación, control,

corrección y compensación ambiental. Cabe destacar que nos brinda información que nos permite demostrar que el reciclaje de los residuos de construcción y demolición es una de las mejores alternativas de aprovechamiento de los RDC y en ese mismo orden de ideas nos permite establecer ciertas actividades para implementar el buen uso y manejo adecuado de los Residuos especiales tipo escombros. Por otra parte, esta investigación nos aporta información para estructurar nuestro marco conceptual y marco teórico.

A nivel internacional, Bazán Gara, I. O. (2018), desarrolló la investigación titulada Caracterización De Residuos De Construcción De Lima Y Callao (Estudio De Caso); para optar el título de Ingeniero Civil, en la Pontificia Universidad católica del Perú, con la finalidad de caracterización de residuos de construcción y demolición (RCD) de dos obras: una edificación y un puerto. Esta investigación se llevó a cabo en 2 etapas; estas fueron: ETAPA 1: en esta fase de la investigación, el autor desarrolló Caracterizar aquellos residuos con base a criterios técnicos de reuso, reciclabilidad, peligrosidad, volumen, tipo y toxicidad al medio. ETAPA 2: en segunda instancia el autor Evaluó los impactos ambientales, económicos y sociales ocasionados por la generación de residuos de construcción de los proyectos a analizar. Los productos de esta investigación fueron efectuar la construcción del edificio Clement, ubicado en la ciudad de Lima y, y en otro caso, fue la remodelación del terminal muelle norte del Callao, donde se esperaba conocer la composición, características, cantidades, volúmenes, densidades y la gestión de los RCD, que realizan constructores. Los resultados de la investigación fueron realizar una comparación de los residuos generados en ambos casos de estudio, permitiendo establecer los volúmenes y las proporciones de los residuos que se generaron en la construcción de ambos proyectos, cuyos resultados fueron controlados estadísticamente. Finalmente, se elaboró una matriz de impacto que se utilizó para la evaluación de impacto ambiental, social y económico que ocasionaron los RCD de cada proyecto y cabe destacar que se determinó que al menos un 88% de los RCD pueden ser recuperados; es decir, son pasibles de un proceso de reciclaje o reúso. Los aportes

directos al presente estudio es la información tan clara, eficaz, que este proyecto nos brinda, en la cual nos basamos para posteriormente realizar nuestra respectiva caracterización en el desarrollo de nuestras actividades y lograr conocer la composición, características, cantidades, volúmenes, densidades y la gestión de los RCD del municipio de Becerril Cesar. Cabe destacar que esta investigación nos aporta los mecanismos procedimientos necesarios para realizar nuestra identificación de impactos ambientales, sociales, económicos que se presentan en el desarrollo de nuestro proyecto. Así como también nos brinda unas de las mejores alternativas a tener en cuenta en el aprovechamiento de los RCD.

A nivel nacional, Vergara Rodríguez, Cindy., Barrera Pérez, Derly. (2017). Desarrolló la investigación titulada, diseño e implementación de una planta de disposición ambiental de escombros en concreto en la ciudad de Bogotá para optar el título de título de Especialista en Gerencia de Proyectos, en la Universidad Piloto de Colombia-Bogotá, con la finalidad de concientizar a la ciudadanía de la problemática ambiental existente, creando una planta de disposición ambiental de escombros en concreto con el propósito de aprovechar los residuos contaminantes. Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas de las cuales fueron: Etapa 1: Contribuir con una planta para la transformación de residuos, Etapa 2: Subcontratar una empresa que disponga del manejo de residuos, Etapa 3: Realizar la selección de material en las escombreras, donde a partir de estas etapas se obtuvieron los productos de esta investigación, donde se lograron como resultados, buscar soluciones en los problemas de la disposición final de RCD (residuos de construcción y demolición), bajo la transformación de residuos sólidos o industriales a nuevos procesos productivos, y de esta forma mejorando la calidad de vida de los seres humanos y del entorno natural. Los aportes directos al presente estudio fue que nos brinda un bosquejo general para estructurar nuestras actividades de acuerdo a nuestros objetivos específicos e identificar las herramientas necesarias para concientizar a la comunidad de la problemática de los escombros y del buen uso, manejo y transformación de estos mismos.

A nivel nacional, Jiménez Cortes, Heidy. (2013), desarrolló la investigación titulada Evaluación De La Situación Actual Del Manejo De Residuos De Construcción Y Demolición (RCD) En El Municipio De Madrid Cundinamarca; para optar el título de Microbióloga Industria, en la Universidad Javeriana, con la finalidad de evaluar el grado de conocimiento y cumplimiento de la resolución 541 de 1994 “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de RCD...”, en personas naturales o jurídicas, generadoras de RCD, así como caracterizar lo impactos ambientales que se generan por la realización de las actividades de transporte, generación y disposición, de los RCD de las diferentes actividades. Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas; estas fueron: ETAPA 1: en esta fase de la investigación, el autor desarrolló la determinación de los tamaños de las muestras poblacionales. ETAPA 2: en segunda instancia el autor elaboró los Planteamiento de las encuestas para cada población donde se tomó como punto de referencia las directrices estipuladas por la Resolución 541 de 1994. ETAPA 3: por último, evidencias fotográficas. Los productos de esta investigación fueron la evaluación actual sobre el manejo de los RCD en el municipio de Madrid Cundinamarca, partiendo del grado de conocimiento y cumplimiento de la resolución 541 de 1994. Los resultados de la investigación fueron determinar los generadores y los sitios de disposición final, así como los impactos ambientales generados y también se observa que, aunque la mayoría de las personas conocen o tiene idea de la existencia y función de las escombreras, los impactos y actividades competentes a estos siguen teniendo efectos negativos, debido a las malas prácticas y falta de controles sobre los mismo. Esta investigación aporta a nuestro proyecto una idealización de cómo llevar a cabo nuestra respectiva caracterización de los residuos sólidos tipo escombros, así como también nos aporta información para la determinación como tal de nuestro respectivo sitio de disposición final de residuos sólidos tipo escombros según la resolución 541 de 1994. Esta investigación nos enfatiza en realizar las visitas pertinentes y necesarias al municipio de Becerril Cesar, para identificar todos los sitios de disposición final de RCD, y así identificar las falencias, el desconocimiento que presenta la comunidad local de dicho municipio en el uso y manejo adecuado de los

residuos especiales tipo escombros y, por ende, el incumplimiento de la normatividad vigente.

A nivel local, Pulgarín Márquez, Henry., Hernández Alvear, Henry (2016), desarrolló la investigación titulada Diagnostico Para La Implementación De Una Escombrera Municipal En Pailitas Departamento Del Cesar; para optar el título de Ingeniería Ambiental, en la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, con la finalidad de establecer un sitio que no cause alteraciones al medio ambiente y de esta forma contribuir de una disminución real del impacto generado por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos provenientes de obras civiles. Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas; estas fueron: ETAPA 1: Esta fase de la investigación, consiste en la gestión de información geográfica oficial en formatos vectoriales y DWG, esta información será gestionada a través de la alcaldía municipal y de la CAR del Cesar Corpoesar, ETAPA 2: en segunda instancia el autor determinará los usos del suelo de acuerdo al estudio agrologico y zonificación de tierras del departamento del Cesar La cuantificación y cuantificación de escombros. Se realizará mediante la aplicación de un formato específico diseñado y creado para este fin. ETAPA 3: por último, recolección de información. Los productos de esta investigación fueron realizar el estudio catastral a un total de 3 predios los cuales se encontraban a la venta o hacen parte de la administración municipal, este estudio técnico partió de la verificación catastral para permitir evaluar el factor de tenencia de la tierra, seguido de una revisión de las variables estimadas en la Guía como resultado de esto se calificó la viabilidad de cada predio y se eligió uno de los tres el cual obtuvo la mayor puntuación en el proceso. Los resultados de la investigación fueron que es viable la escombrera en el municipio de Pailitas, ya que en la actualidad los escombros de la zona urbana se están recolectando y entregando en una escombrera del municipio de pelaya, y en el peor de los casos los pobladores depositan de forma ilegal estos escombros en cualquier lugar del casco urbano o en lotes baldíos y en las riberas de las fuentes hídricas superficial causando una potencial contaminación. Los aportes directos al presente estudio son que este proyecto nos da

suficiente información para establecer el mejor sitio de disposición final de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril Cesar, así como también nos da información necesaria para implementar nuevas actividades en el desarrollo de nuestros objetivos específicos.

A nivel local, Peñalosa Mercado, Eilen. (2014), desarrolló la investigación titulada Implementación De Las Medidas De Manejo Ambiental En La Fase De Construcción De La Escombrera Del Municipio De La Jagua De Ibirico-Cesar; para optar el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, con la finalidad de implementar las medidas de manejo ambiental en la fase de construcción de la Escombrera Municipal y algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta, cuando esta comience a operar, dándoles a los moradores de este municipio, oportunidad de empleo, crecimiento y desarrollo y a la vez disminuir la contaminación visual de los residuos de construcción y demolición. Esta investigación se llevó a cabo en 2 etapas; estas fueron: ETAPA 1: La de construcción, esta fase de la investigación se implementó las medidas de manejo ambiental, ETAPA 2: Operación, en segunda instancia el autor desarrollo los diferentes planes y programas. Los resultados de la investigación fueron Implementar las medidas de manejo ambiental en la fase de construcción de la escombrera del Municipio de La Jagua de Ibirico departamento del Cesar. Los aportes directos al presente estudio son que este proyecto nos da suficiente información para identificar el mejor sitio de disposición final de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril Cesar, así como también nos aporta información para la identificación y evaluación de los efectos e impactos ambientales que se pueden presentar producto de la construcción y operación de dicho proyecto, la investigación nos aporta información necesaria para tener las herramientas básicas para manejar, controlar, prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos o efectos que se deriven del proyecto, así como también nos da una clara idea para la respectiva evaluación ambiental a cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.

## **5.2. MARCO TEÓRICO**

### **5.2.1. Residuos De Construcción Y Demolición**

Residuos de Construcción y Demolición se define como aquellos que se generan a partir de actividades la construcción, renovación y demolición

Es bien sabido que las actividades de construcción pueden mejorar el desarrollo urbano y entorno de vida global de múltiples maneras. Sin embargo, la industria de la construcción ha sido criticada como una de los causantes principales de degradación ambiental en todo el mundo al ser, por un lado, gran consumidor de recursos naturales<sup>3</sup> y, por el otro, un productor importante de residuos. (Poon et al, 2004)

- **Los residuos de la construcción:** La industria de la construcción juega un papel de gran importancia, pues está directamente relacionada con su desarrollo y crecimiento. Sin embargo, esta misma actividad constituye un riesgo para el medio ambiente, puesto que exige un gran consumo de los recursos naturales y produce grandes volúmenes de residuos. Los escombros generados en las construcciones están constituidos, principalmente, por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro, representando todos estos hasta en un 50% o más. Otro 20% a 30% suele ser madera y productos afines, como formaletas, marcos y tablas; y el restante 20% a 30% de desperdicios son misceláneos, como metales, vidrios, asbestos, materiales de aislamiento, tuberías, aluminio y partes eléctricas. En la actualidad lo que se recupera de estos es un porcentaje sumamente bajo. Según el Plan de Residuos Sólidos (PRESOL), se estima que los metros cuadrados de construcción real han seguido el mismo patrón de crecimiento y, en consecuencia, también la cantidad de residuos generados por la construcción.

La generación de estos residuos suele darse en las actividades de descapotes, excavaciones, explanaciones, demoliciones, levantamiento de estructuras y obra negra, instalaciones, obra gris, acabados, limpieza en áreas de trabajo y almacenamiento que conforman el proceso constructivo. Sin embargo, su gestión no termina allí. En su salida y transporte hacia los destinos de disposición final, es necesario verificar el tipo y estado de

las maquinarias y vehículos por utilizar, así como la posibilidad de rescatar residuos valorizables. Para la eliminación de los no aprovechables o inertes, existen también criterios y medidas que permiten una selección oportuna de las escombreras, ya que estas tienen asimismo pautas y lineamientos básicos de diseño, ejecución y manejo ambiental. (IUCN 2011).

Entre los impactos ambientales que a hoy los RCD provocan y que podrían acrecentarse en un futuro por una inadecuada gestión y control, además, por el desconocimiento del potencial de reincorporación en las cadenas productivas y económicas, cabe destacar la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico con efectos significativos en ecosistemas estratégicos de la ciudad y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables; todas situaciones que conllevan a la afectación de la calidad de vida de los ciudadanos. (Personería de Bogotá, 2011).

Estudios indican que la desviación de los RCD de las escombreras a la reutilización y reciclaje genera beneficios para la sociedad, la economía, y el medio ambiente como la creación de nuevos puestos de trabajo, extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios, reducción de la demanda de materiales originarios de canteras, la conservación del suelo y el hábitat, la reducción de los costos globales de eliminación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. (Lehigh & Patterson, 2005).

Si bien desde la perspectiva de su disposición en su lugar final no tiene ninguna diferencia en utilizar este término para representar todos los desechos sólidos que son tratados, los RCD no es un concepto rígido para indicar sus orígenes específicos. Las dos corrientes de residuos (origen y composición), son considerablemente diferentes en términos de sus volúmenes. (Bossink & Brouwers, 1996).

En lo que compete al origen de RCD, la literatura indica que éste es muy variado y dependiente de múltiples factores en diversas fases del proyecto que van desde el principio hasta su fin, donde la etapa de pre-construcción tiene una cuota considerable. Para Innes en 2004, durante las etapas de diseño se genera el 33% de los desechos de obras en el sitio y es debido a la insuficiencia de los arquitectos para poner en práctica medidas que

lleven a su reducción. (Osmani, 2008).

Los RCD son objeto de manejo para lo cual la investigación ha desarrollado un método de gestión basado en la ecología industrial<sup>10</sup> que comprende cuatro estrategias a saber: la reducción de residuos mediante su evitación, reutilización, reciclaje y disposición final. (Peng et al., 1997).

Las tres estrategias iniciales (reducir, reutilizar y reciclar) son conocidas como el principio de las 3R, término de uso común en la disciplina de investigación y gestión de los RCD. (Yuang & Shen, 2011).

Los residuos de Construcción y Demolición, proceden en su mayor parte de derribos de edificios o de rechazos de los materiales de construcción de las obras y de pequeñas obras de reformas en viviendas o urbanizaciones, conocidos como escombros, constituyen un amplio porcentaje del total de residuos generados y, sin embargo, han sido siempre considerados de menor importancia frente a otros residuos como los domiciliarios, quizás por ser teóricamente inertes y, por lo tanto, fácilmente eliminables. Los denominados residuos inertes pueden tener distintas procedencias: excavaciones de suelos o ejecución de obras, de reforma en calles del casco urbano; los originados en carreteras e infraestructuras; mezcla de los escombros de construcción o demolición de edificios y los rechazos o roturas de la fabricación de piezas y elementos de construcción. Puesto que los primeros suelen ser tierras limpias (las que no lo sean, o así se sospeche, sí tendrán que ser tratadas y recicladas en función del tipo de contaminación que contengan) que pueden ser reutilizadas sin mayor problema en rellenos para obras viarias o para regularizar la topografía de un terreno, este proyecto se va a ocupar de los escombros que se generan como desecho por la construcción o demolición de un edificio o de una obra civil, así como de los generados en los procesos de construcción. Estos residuos (escombros) se generan en grandes cantidades y el volumen supera al de origen doméstico. Estos residuos se están llevando en su mayor parte a vertederos o escombreras, dadas las favorables condiciones de precio que Proporcionan éstos con unos costes de vertido que hacen que no sea competitiva ninguna otra operación más ecológica. Con ello se contribuyen a la rápida Colmatación tanto de los vertederos (Escombreras).

En cuanto al origen de los residuos de construcción y demolición, estos tienen un origen variado y en cuanto a la composición de los residuos, ésta no es uniforme en todas las regiones, las prácticas constructivas varían según las regiones y según las características de las obras. Pero según su origen provienen regularmente de: - De construcción de edificaciones y estructuras nuevas. - De demoliciones. - De Remodelaciones u obras menores. - De excavaciones.

La clasificación típica de los escombros de acuerdo a sus componentes incluye las siguientes categorías:

- C1: Residuos de concreto
- C2: Residuos de Ladrillos-Mampostería-Tejas
- C3: Mezcla C1 y C2
- C4: Tierra para Relleno
- C5: Tierra Negra – Vegetal
- C6: Metales – Maderas
- C7: Otros Materiales.

Los residuos provenientes de las actividades de construcción civil son muy variados y se corresponden con la edificación a construir/demoler y con el estadio de ejecución en que nos encontremos; así, los residuos provenientes de la construcción de un galpón son muy diferentes a los de la demolición de un hotel y, a su vez, durante la construcción de cualquier edificación, los RCD provenientes de la preparación del sitio, difieren de la construcción de las fundaciones o de la erección de la superestructura o la ejecución de los acabados.

Establecer una composición es, sin duda, una tarea imposible de alcanzar por no ser tipificable y por evolucionar en función de los métodos de ingeniería aplicados, más, sin embargo, si es viable hacer una aproximación relacionada con los componentes principales de los RCD en cada país y su proporción aproximada, tomando números provenientes de una muestra relativamente amplia de los RCD recogidos en un lapso de tiempo.

Por otra parte, los residuos de construcción y demolición, pueden dividirse según su Origen, es decir, los generados por nueva construcción, por obras de rehabilitación o renovación

(con el fin de prolongar la vida de las infraestructuras y obras de ingeniería civil o de demolición de viejos edificios y otras estructuras). Los residuos de construcción también provienen de la producción de otros materiales utilizados en la construcción, por ejemplo, componentes del concreto, materiales cerámicos, artículos de Madera.

Los RCD que se pueden obtener, atendiendo a la actividad generadora, son los siguientes:

**1. En Demolición de Edificaciones y Otras Estructuras:**

- Viviendas antiguas: mampostería, ladrillo, madera, yeso y tejas.
- Viviendas recientes: ladrillo, concreto, hierro, acero, metales y plásticos.
- Edificios industriales: concreto, acero, ladrillo, y mampostería.
- Obras públicas: concreto armado, ladrillo, hierro, madera, acero, y mampostería.

**2. En Construcción y Remodelación:**

- Edificación y obras públicas: concreto, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, cerámicas, plásticos, materiales no férricos.
- Reparación y mantenimiento: suelo, roca, concreto, productos bituminosos.
- Reconstrucción y rehabilitación de viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos y ladrillo. (De grado, t. e. 2018)

**5.2.2. Afectación**

Analizamos dentro de la evaluación las afectaciones al ambiente, generadas en la masa biótica física y social debido a la manipulación inadecuada de escombros. Los impactos generados al recurso suelo se presentan por el mal manejo de la gestión interna y externa de los residuos dentro de la obra, debido a la mezcla de residuos con escombros, además la evidente falta de control por parte de las autoridades, que conlleva al arrojado de escombros, sobrantes, agregados u otro tipo de materiales producto de las obras, en zonas verdes, la falta de aislamiento de las áreas para disposición genera afectación al recurso agua y taponamiento de las redes de alcantarillado y acueducto. Por otra parte, la mala disposición de estos materiales ocasiona:

**Recurso Agua**

- Incremento de sólidos en las aguas superficiales (ríos, quebradas, humedales)

- Desviación de cauces naturales.
- Inundaciones en épocas de invierno
- Gran Impacto ambiental por la ocupación de grandes espacios y visual o estéticos
- Obstrucciones en el sistema de acueducto y alcantarillado

### **Recurso aire**

Afectado debido malas prácticas en el ciclo de los escombros, las actividades de la construcción más representativas son las demoliciones de edificaciones, las excavaciones, la explotación de canteras y la disposición de escombros sin un material aislante, son causantes de la generación de partículas suspendidas al aire.

### **Social**

La principal afectación es en la salud especialmente la aparición de enfermedades respiratoria en niños y personas de la tercera edad como consecuencia del material particulado que se genera en áreas donde se depositan los escombros.

### **Económica**

- La industria de la construcción y las edificaciones son los principales consumidores de recursos de energía y materiales.
- El desperdicio en la construcción corresponde al 20%, en masa, como mínimo, de todos los materiales utilizados en una obra. Valores de 10 a 15%.
- La pérdida económica es de 10% del costo total de la obra (por cada 10 pisos de un predio, uno es desperdiciado) En consecuencia el sector de la construcción deberá afrontar los problemas ambientales provocados, utilizando nuevos sistemas ahorradores de energía, nuevos materiales y sistemas constructivos más eficaces.
- En el sector de la construcción los agregados representan alrededor de un 75% del total de materiales empleados, mientras que un 15% corresponde a cementos, carbonato cálcico, arcillas, piedra y yeso. El 10% restante está formado por metales, madera y plástico
- Los escombros contienen el 75% del material que puede ser reciclado, en Bogotá se producen 600m<sup>3</sup> diariamente en forma clandestina, si este material se reciclara,

se podría utilizar aproximadamente 450 m<sup>3</sup> al día. Con estos escombros se pueden producir arenas y gravillas aptas para preparar: morteros de mampostería, groutins, andenes, solados, elementos estructurales hasta de 21 Mpa, bloques, tejas de micro concreto, ladrillos silicocalcáreos, etc. (López, 2012)

El siguiente conjunto de áreas temáticas en las cuales las entidades gubernamentales, industriales y académicos están direccionando sus acciones a nivel mundial para la generación de información en el ámbito de minimización y la gestión de residuos de la construcción que permita comprender el problema de los RCD:

1. Cuantificación de residuos de construcción y su evaluación en la fuente;
2. Estrategias de adquisiciones de materiales para minimizar de residuos;
3. El diseño de los materiales con miras a evitar el desecho;
4. Métodos y técnicas de clasificación de RCD;
5. Desarrollo de modelos de recolección de datos asociados a los residuos y desechos en obras; incluyendo cartografía de manejo de residuos a fin de apoyar el manejo en el sitio;
6. Desarrollo de auditoría de residuos en el lugar y las herramientas de evaluación;
7. Impacto de la legislación sobre las prácticas de gestión de residuos;
8. Códigos de conducta- mejoras prácticas de gestión de residuos en el lugar;
9. Reutilizar y reciclar en la fuente;
10. Conocer los beneficios de la minimización de residuos;
11. Elaboración de guías y manuales de minimización de residuos, incluyendo guías para los diseñadores;
12. Programas dirigidos a cambios de actitud hacia la minimización de residuos de la construcción;
13. Estudios comparativos de gestión de residuos. (Osmani, 2012).

Estos procesos masivos de urbanización inevitablemente, son y serán el centro de nuestro futuro ambiental al implicar el reto de usar los recursos disponibles y cada vez más escasos de la forma más práctica y eficiente posible, en el cual se espera que el sector de la

construcción de obras públicas sea un gran contribuyente hacia la transformación sostenible de realidades. No obstante, las demandas de materiales y energía para su desarrollo seguramente tendrán importantes efectos en diversos lugares, tanto dentro como fuera de las propias ciudades. Entre las áreas de especial preocupación ambiental vinculadas a los procesos constructivos se encuentran las asociadas con el uso de energía generadora de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la integración de los elementos construidos con otras infraestructuras y los sistemas sociales y, la producción de residuos, incluyendo su potencial uso y reciclaje. (UNEP, 2009).

### **Composición de los residuos de construcción**

Se entiende por residuos de la construcción todos los generados en una actividad de este tipo, incluyendo los de madera y escombros. Dentro de los escombros, encontramos residuos de concreto de repellos y pegados, pedazos de ladrillos y bloques de tierra contaminada. (CYMA, 2007).

### **5.2.3. Fases y procesos de la generación escombros y residuos de la construcción**

Los escombros de las construcciones están típicamente conformados en un 40 a 50% de residuos de concreto, asfalto, ladrillo, bloques arenas, gravas, tierra y barro. De un 20 a un 30% lo conforman madera y productos afines, como formaletas, residuos de estructuras de cubiertas, residuos de estructuras de cubiertas y pisos, madera tratada, marcos de madera y tablas. El último 20 a 30% son desperdicios misceláneos, como maderas pintadas, metales, vidrios acabados, asbestos y otros materiales de aislamiento, tuberías y partes eléctricas. (Tchobanoglous, Theisen & Vigil, 1994).

Independientemente de las cuestiones relativas al reciclaje, la reutilización o el coprocesamiento, el uso exclusivo de escombros en rellenos controlados o para la recuperación de terrenos degradados, puede ser considerado como una iniciativa racional mínima en cuanto al destino del escombros.

### **5.2.4. El proceso de generación y manejo de escombros se compone de varias fases que se describen a continuación**

### **Planificación:**

Para dar una adecuada disposición de estériles y escombros: se requiere considerar, desde la etapa de planificación de la construcción del proyecto, los conceptos de localización, diseño, construcción, manejo y adecuación de las escombreras o sitios de disposición final, para prevenir y controlar los impactos propios de esta actividad. Los escombros estériles son generados por la apertura de túneles, por las excavaciones exploratorias para la infraestructura, la adecuación o la construcción de vías o accesos, entre otras actividades. Estos deben disponerse en sitios especiales, debidamente protegidos de la dispersión y el arrastre. Además, deben ser evaluadas las alteraciones que puedan producirse sobre el medio natural, por los cambios en el régimen de escorrentía superficial, la pérdida de suelo, las alteraciones geomorfológicas, la eliminación de hábitats animales, la aceleración y aumento de procesos erosivos y la integración de las estructuras al entorno, una vez se hayan restaurado los terrenos. Inicialmente, se requiere tener en cuenta la magnitud del proyecto, de manera que se realice una proyección aproximada de la cantidad de escombros y estériles por generarse durante el desarrollo de las actividades constructivas, con el fin de determinar si estos pueden ser dispuestos en un mismo predio dentro de la zona de estudio o si, por el contrario, es necesaria la ubicación de una escombrera autorizada por las autoridades ambientales o la consecución de un lote privado destinado para ello. Es importante definir cuál es el área total que involucran los trabajos, considerando las zonas donde se emplacen las obras, los sitios para campamentos, tránsito peatonal o de vehículos, sitios de depósito o almacenamiento de materiales de construcción, áreas para la disposición de escombros y aislamiento. (Ministerio del Medio Ambiente, 1995).

### **Generación**

La generación de escombros en los procesos constructivos se puede dar de diferentes maneras y en distintos procesos que conforman la totalidad de la obra

### **Descapotes**

El descapote es la adecuación del terreno para iniciar el proceso constructivo. En esta etapa se debe retirar el material vegetal, así como darse el movimiento de tierras. Los

residuos producidos están constituidos por material vegetal y suelo con un alto contenido de materia orgánica, arenas, limos y arcillas. Pueden clasificarse separando lo que es material vegetal o biomasa, como árboles, de lo que es tierra. El descapote puede ser retirado inmediatamente de la obra, caso en el cual deberá ser cargado y transportado a la escombrera. Puede en un segundo caso, ser utilizado posteriormente para labores de relleno de jardineras y zonas verdes, para lo cual deberá almacenarse adecuadamente dentro de la obra en sitios donde no vaya a ser arrastrado por la lluvia ni dispersado por el viento. Se debe tapar con una lona o plástico hasta el momento de su utilización.

### **Excavaciones**

La mayor parte de los trabajos de construcción comprenden algún tipo de excavación para cimientos, alcantarillas y servicios bajo el nivel del suelo. En esta etapa se pueden generar grandes cantidades de material que debe ser adecuadamente manejado. Los materiales provenientes de las excavaciones pueden usarse más tarde en la misma obra, en rellenos o capas de base. El cargue, si se dispone su retiro de la obra, debe hacerse con maquinaria apropiada para no producir derrames de material. El transporte se hace en volquetes con cajones cubiertos en su parte superior, para impedir el derrame de material en su recorrido. La mejor opción es el contenedor de estructura sólida. Su almacenamiento temporal debe hacerse de forma adecuada, confinando el material con el fin de evitar su dispersión y el arrastre por las aguas de lluvia o escorrentía. Puede disponerse de cajones sobre el piso con tabique en mampostería, madera o metálicos. Estos cajones se disponen en las áreas asignadas para tal efecto dentro del perímetro de trabajo de la obra. Los cajones deben cubrirse, además, con plásticos o lonas para impedir la dispersión del material por la lluvia o el viento. Se dotan de un canal de recolección del agua, al igual que de pendientes suficientes para su drenaje por gravedad. El agua puede ser conducida al sistema previsto de desarenación.

### **Explanaciones**

Se refieren a las labores para definir perfiles y niveles definitivos en los terrenos. Los materiales que aquí se producen pueden ser igualmente manejados como el material de las excavaciones referido anteriormente. En muchas ocasiones, no todo el material que es

removido durante el movimiento de tierras puede ser conformado como parte de las obras dentro del área del proyecto. Los excedentes que no van a ser utilizados deben disponerse como escombreras. En la medida en que el área de la finca y sus condiciones topográficas y geológicas lo permitan, la escombrera se puede ubicar dentro del Área del Proyecto (AP); no obstante, en la mayoría de los casos, el material debe ser exportado y llevado a un sitio externo, que reúna las condiciones básicas para acumular el material sin que ello genere algún tipo de problema ambiental. En todos los casos en que requiera movilizar o transportar material, los vehículos que lo transportan no deben arrastrar material adherido a sus llantas hacia las vías y lugares que recorren antes de llegar a la escombrera. En este caso, es importante que el constructor cuente con las medidas necesarias para que, previo a la salida del vehículo de la obra, se efectúe el lavado de sus llantas. Se recomienda la instalación de una bomba de alta presión, si es posible eléctrica. No se debe permitir que permanezcan al lado de las zanjas o excavaciones materiales sobrantes de la excavación o de las labores de limpieza y descapote. El manejo de estos debe hacerse en forma inmediata y directa de las zanjas al equipo de transporte, para su disposición en la escombrera. Si el material se puede utilizar para relleno, se almacena en pilas, siempre dentro del área demarcada, en zonas cercanas a los sitios donde se vayan a llevar a cabo los rellenos y con las medidas necesarias de protección y control de lavado por las aguas de lluvia o de escorrentía, con el fin de evitar los taponamientos de sumideros y alcantarillas existentes en el área. A cada lado de las zanjas es aconsejable dejar una franja de 0.60 m libre de material de excavación, escombros o materiales que la obstruyan. Se deben barrer y limpiar permanentemente las cunetas o bordadillos en las zonas de influencia de la obra. En la medida en que se producen los escombros, estos deben ser transportados a la escombrera; no se deben almacenar ni dispersar en el área de ejecución de estos trabajos. En frentes de obras, deben ser señalizadas y aisladas las zonas de deposición temporal.

### **Demoliciones**

En los procesos de demolición de cualquier obra pueden producirse escombros o materiales reutilizables, reciclables o coprocesables. Los materiales reutilizables en procesos posteriores a la obra, producto de la demolición, son básicamente los áridos y

minerales (restos de mampostería, placas de concreto, estructuras como vigas y columnas en concreto armado, previo el retiro del esfuerzo) que pueden usarse para relleno de excavaciones o con un mínimo de tratamiento; para obtener una reducción en el tamaño, puede servir como base o sub-base o cimentación de estructuras. Existen materiales que pueden ser reutilizados por terceros, como marcos de puertas y ventanas, muebles y carpintería de madera. Todos estos materiales deben ser dispuestos dentro de la zona de la obra para su posterior retiro. En obras públicas se obtienen también materiales reciclables en las demoliciones de pavimento; es el caso del reciclaje del asfalto e incluso del concreto para la elaboración de nuevas mezclas, en obras de pavimentación y mantenimiento de vías. Los residuos de pavimento asfáltico son utilizados en la fabricación de nuevas mezclas del mismo tipo; de un 10 a un 15% del material que conforma una capa de pavimento antiguo puede ser reciclado. El material es procesado sólo o en combinación con residuos de concreto y otros agregados. La mezcla es triturada, los materiales ferrosos se remueven magnéticamente y el material se tamiza. En la actualidad existen máquinas y equipos en el mercado que permiten adelantar labores de reciclaje de pavimentos asfálticos sobre la misma vía. El concreto puede ser procesado como agregado en mezclas asfálticas y como sustituto de la gravilla en nuevos concretos. Los trozos de concreto son acumulados, se remueven los materiales ferrosos y se tamizan para obtener tamaños aceptables. En última instancia, y si los materiales producto de la demolición que, no pueden ser destinados en ninguna de las anteriores formas son enviados a la escombrera, clasificándolos como áridos y minerales, materiales metálicos, de madera, plásticos y papeles, con el fin de que en este sitio se les dé el tratamiento adecuado sin deteriorar las condiciones ambientales. Durante la construcción se generan escombros en las siguientes actividades:

Construcción de infraestructura Conocida como la etapa de la obra en que se da la cimentación, la colocación de vigas, columnas y placas

Se producen escombros y sobrantes de materiales como: agregados pétreos y arenas de las mezclas de concreto, restos de mezclas, recortes de varilla o hierro, puntillas y retal de madera de formaletas. Estos materiales pueden ser reutilizados de varias formas:

- **Agregados pétreos y arenas:** en trabajos de relleno o adecuación de bases dentro de la misma obra. Incluso existe la posibilidad de que, si la cantidad es lo suficientemente grande, se pueda reciclar para fabricación de nuevas mezclas.
- **Elementos metálicos:** se separan y clasifican, y pueden ser incorporados a los procesos metalúrgicos, para obtener nuevos materiales. Se cuentan aquí varillas, ganchos y flejes de acero, latas y demás materiales ferrosos. Lo que se conoce comúnmente como chatarra y que puede llegar a conformar un volumen importante de desperdicios dentro de la obra.
- **Madera:** puede tener uso inmediato dentro de la obra para trabajos menores, nuevas formaletas, escaleras o andamios para desarrollar los trabajos de construcción. La madera también puede ser utilizada por terceros como leña. Lo importante, en cualquier caso, es retirar las partes metálicas que contenga como los clavos, varillas, ganchos u otros.

Para facilitar la clasificación y almacenamiento de todos los materiales generados en la etapa de construcción de la infraestructura, se puede disponer en la obra de contenedores o cajones de fácil manipulación. Los cajones deben fabricarse de acuerdo con el tamaño del material que se vaya a disponer en ellos. Cuando su tamaño es pequeño (menos de 0.4 m<sup>3</sup> de capacidad) se adapta el cajón con ruedas que permitan su desplazamiento. En este caso, son recomendables para disponerse cerca a los sitios de trabajo para recolección y clasificación de los escombros. Para manejo de escombros y áridos, se pueden utilizar contenedores de 5 a 6 m<sup>3</sup>. Estos requieren equipo especializado para su cargue y transporte. El cargue se puede hacer manual o mediante palas mecánicas pequeñas, el uso de montacargas o volteando el cajón sobre el sitio de disposición final o sobre el cajón o volquete del vehículo transportador.

### **Obra negra**

Este término se refiere a la elaboración de mampostería, pañetes y cubierta. La mayor producción de escombros se concentra en los retales y pedazos de bloc, ladrillo o teja utilizados en la elaboración de mampostería y cubiertas. En segunda instancia, están los

escombros de materiales áridos para las mezclas. Para estos últimos, el tratamiento es idéntico al que se da en el caso de los escombros producidos en la infraestructura. Los pedazos y trozos de ladrillo pueden ser utilizados por los fabricantes para incorporarlos a su proceso productivo. Después de efectuar una molienda del material, este se incorpora a la mezcla que sirve como materia prima para la fabricación de estos elementos cerámicos. En este caso el material o desperdicio debe estar limpio, libre de mezcla de cemento; de ahí la importancia de que sea clasificado en la obra.

Los materiales producto de la obra negra que, por su contaminación, no puedan ser reciclados, pueden utilizarse en labores de relleno o se pueden enviar a coprocesar a la escombrera. En la etapa de obra negra se utilizan mallas de seguridad para cubrir las fachadas de la obra, con el fin de evitar que materiales o escombros caigan sobre la calzada o andenes, e impedir la dispersión de partículas arrastradas por el viento.

Instalaciones (hidráulicas, sanitarias, eléctricas, mecánicas, de gas y eléctricas)

En las labores de instalaciones de ductos y conductos se producen también escombros como restos de tuberías, trozos de cable y alambre, empaques de pegantes, empaques de papel y cartón. Aunque este tipo de desperdicios se producen en menor cantidad dentro de la obra, es importante clasificarlos entre materiales que pueden ser reciclables (como los plásticos y papeles) y otros (como los envases de pegamento, lubricantes y limpiadores que se pueden coprocesar). Una vez recolectados, pueden ser almacenados temporalmente en la obra, en cajones, bolsas, paquetes o pilas, con el fin de ser transportados o recogidos por los servicios correspondientes. Los plásticos, casi en su totalidad, son reciclables, unos más que otros. Existen alternativas industriales sencillas para la fabricación de mangueras, cauchos y otros aditamentos a partir del reciclaje de estos. Si no se tiene esta opción, se pueden enviar a coprocesamiento.

### **Obra gris**

Este término se refiere a la elaboración de estucos, cielo raso, afinado de piso, carpintería en blanco y aparatos sanitarios. Se producen escombros como restos de cal; pinturas; envases y mortero o lechadas; recortes de virutas; aserrín de madera y de carpintería metálica; y empaque de plástico, cartón o papel. Los sobrantes de estucos, lechadas y los

minerales en general, pueden aprovecharse para trabajos de relleno. Tratándose de materiales bastante finos, su producción resulta en el momento en que se adelantan las labores de limpieza o lavado de los sitios, vehículos o herramientas de trabajo por lo que su disposición y recuperación debe hacerse, cuando se traten estas aguas residuales, mediante procesos de sedimentación. Los restos de la carpintería en madera son susceptibles de reciclaje para la fabricación de maderas prensadas, papel y elementos prefabricados para divisiones, muros o paredes utilizadas en la construcción. Para estos casos, se requiere tener la madera en un estado bastante limpio, razón por la cual no se aceptan residuos de madera tratada o pintada. Cuando las obras tienen abundante trabajo de carpintería en madera puede ser importante el volumen de desperdicio, no sólo en tamaños grandes sino también en forma de virutas y aserrín que pueden ser reciclados.

### **Acabados**

Los acabados son actividades relacionadas con pintura, enchapes, acabado de pisos, instalación de accesorios, decoración y paisajismo. Aquí se generan escombros muy parecidos a los que se obtienen en la etapa de obra gris y su tratamiento es similar. En esta etapa puede existir la producción de algunos residuos tóxicos como pinturas o hidrocarburos, que deben separarse para el tratamiento especial en la escombrera. Pueden quedar restos de tierra negra o material vegetal como sobrante de las labores de paisajismo y ornato, que serán transportados, junto con otros materiales del tipo inerte y mineral, a la escombrera.

**Limpieza en áreas de trabajo:** En cualquier estado en que se encuentre la obra, los procesos de limpieza van a generar escombros y basura que deben manejarse adecuadamente. Cuando en las obras se efectúan labores de limpieza, pueden producirse escombros de difícil clasificación por encontrarse muy contaminados. Estos materiales deben almacenarse adecuadamente dentro de la obra y conducirse a la escombrera. Temporalmente, la basura deberá depositarse en canecas dentro de la obra y en sitios adecuados para ello, sin que se produzca su dispersión en el piso, pues con el tiempo llegará a las alcantarillas y sumideros, taponándolas. Es necesario disponer de la basura en el menor tiempo posible, mediante el servicio público de recolección de basura.

Algunas de las consideraciones básicas que ayudan para que en una obra de construcción se produzca el mínimo de escombros son:

- Disponer de los equipos y herramientas adecuadas para cada trabajo o actividad, pues esto disminuye la producción de residuos.
- Utilizar material normalizado y en las dimensiones ajustadas a las líneas arquitectónicas, ya que se reduce la producción de retazos o retales.
- Organizar adecuadamente los sitios de trabajo en relación con sus condiciones físicas: acceso, iluminación y ventilación, para de esta forma evitar accidentes e impedir la generación de desperdicios.
- Ubicar los materiales al alcance del trabajador, para mejorar el rendimiento de la labor y disminuir pérdidas de material por accidente o error.
- Organizar el suministro de materiales, preferiblemente de forma mecanizada, para abastecer eficientemente todos los puestos de trabajo, mediante caminos expeditos y ventilados que eviten pérdidas de material y producción de desperdicios.
- Dotar a los trabajadores de elementos adecuados para el manejo de los materiales, con el fin de que no se produzcan pérdidas en su manipulación.
- Descargar de forma ordenada y apilar los materiales y elementos correctamente.
- Coordinar los suministros y transportes con el ritmo de ejecución de la obra. No mantener niveles de “stock” muy altos en la obra, ya que con el tiempo producirán material inservible o desechable. (Ministerio del Medio Ambiente, 2004).

### **5.2.5. Almacenamiento temporal en la construcción**

A medida que se vayan generando los escombros en las diferentes etapas del proceso constructivo, se debe disminuir al máximo el tiempo en que estos permanecen dentro del área del proyecto. Se busca que el almacenamiento del material no exceda de veinticuatro horas después a la finalización de la obra o actividad. Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deben contar, dentro de los límites del inmueble

privado, con áreas o patios donde se efectúe el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos, así como con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. Se deben definir áreas específicas y correctamente demarcadas, señalizadas y optimizadas al máximo en cuanto a su uso, con el fin de reducir las áreas afectadas. Se debe evitar la excesiva acumulación de estos. Cuando se trata de zonas con distancias y tramos muy largos, como en el caso de instalación de ductos y tuberías, los materiales se deben disponer a lo largo de la obra en la medida en que se vayan requiriendo y evitar la acumulación de dichos materiales por largos periodos. En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que se hace referencia con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados son susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deben cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.

### **Transporte**

La maquinaria que se utilice en esta fase del proyecto (vagonetas, retroexcavadoras, tractores, compresores) y todo vehículo que se utilice para transportar materiales debe estar en buen estado de conservación, sin fugas de aceites ni de combustibles, con el sistema de evacuación de gases funcionando adecuadamente, de tal manera que el ruido sea el mínimo; además, deberá contar según corresponda, con los permisos de circulación y la revisión técnica vehicular, lo que deberá ser verificado y controlado por la supervisión del proyecto. Los vehículos destinados para tal fin deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platoes apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de manera que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, el contenedor o platoon debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platoes empleados para este tipo de carga deben estar en perfecto estado de mantenimiento. La

carga debe ser acomodada de tal forma que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, las puertas de descargue de los vehículos que cuenten con ellas, deben permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte. No se debería modificar el diseño original de los contenedores o platones de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso, en relación con la capacidad de carga del chasis. Se debe cubrir la carga transportada con el fin de evitar su dispersión o emisiones fugitivas. La cobertura debe ser de material resistente, para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón de manera que caiga sobre este por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón. Los vehículos mezcladores de concreto y otros elementos que tengan alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte. Si, además de cumplir con todas las medidas a que se refieren los anteriores numerales, hay escape, pérdida o derrame de algún material o elemento de los vehículos en áreas de espacio público, este debe ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual es necesario que cuente con el equipo necesario. El contenedor o platón debe estar en buen estado de mantenimiento, para que no haya lugar a derrames, pérdida o escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Las compuertas de descargue tienen que estar herméticamente cerradas durante el transporte. Las salidas de vagonetas del sitio de las obras y del sitio apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, de manera que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, el contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platones empleados para este tipo de carga deben estar en perfecto estado de mantenimiento. La carga debe ser acomodada de tal forma que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, las puertas de descargue de los vehículos que cuenten con ellas, deben permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el

transporte. No se debería modificar el diseño original de los contenedores o platones de los vehículos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso, en relación con la capacidad de carga del chasis. Se debe cubrir la carga transportada con el fin de evitar su dispersión o emisiones fugitivas. La cobertura debe ser de material resistente, para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón de manera que caiga sobre este por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón. Los vehículos mezcladores de concreto y otros elementos que tengan alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame del material de mezcla durante el transporte. Si, además de cumplir con todas las medidas a que se refieren los anteriores numerales, hay escape, pérdida o derrame de algún material o elemento de los vehículos en áreas de espacio público, este debe ser recogido inmediatamente por el transportador, para lo cual es necesario que cuente con el equipo necesario. El contenedor o platón debe estar en buen estado de mantenimiento, para que no haya lugar a derrames, pérdida o escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Las compuertas de descargue tienen que estar herméticamente cerradas durante el transporte. Las salidas de vagonetas del sitio de las obras y del sitio de disposición final, así como las calles aledañas, deben rotularse con "SALIDA DE EQUIPO PESADO". Es de gran importancia que se definan con anterioridad las rutas por utilizar para el desplazamiento del material en los camiones transportadores, así como las horas de menor tránsito, ya que normalmente, estos camiones, por ir cargados de escombros, deben desplazarse a velocidades mínimas, lo que puede causar impactos en el tránsito vehicular. Aprovechamiento de residuos valorizables Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o co-procesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados reciclados pertenecen a dos grupos:

- Materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, orgamasas y bloques de concreto;
- Materiales cerámicos tejas, tubos, ladrillos, baldosas.

Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o co-procesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas, vidrio y anime. De estos materiales, algunos pueden ser seleccionados y encauzados para otros usos. Así, los envases de papel y cartón, madera, y el mismo vidrio y metal pueden ser recogidos para reuso, reciclaje o valorización por co-procesamiento. La composición de los escombros depende de varios factores como, por ejemplo, las características regionales (geológicas y morfológicas); hábitos y costumbres de la población; nivel económico etc.

#### **5.2.6. El reciclaje de los escombros urbanos**

Puede representar ventajas socioeconómicas si va acompañado por una serie de medidas como la reducción o eliminación de descargas ilegales (la limpieza de botaderos y de las quebradas obstruidas puede llegar a tener altos costos). Existen ventajas importantes de carácter ecológico, puesto que los escombros reciclados sustituyen a los agregados tradicionales provenientes de reservas naturales que muchas veces son devastadas en la actividad de extracción. También existe la posibilidad del reciclaje de los escombros en el propio sitio generador. Los fragmentos y restos de material cerámico, concretos y orgamasas pueden ser reutilizados en la propia construcción generadora de los escombros, luego de ser triturados con equipo apropiado. Además, puede darse el reaprovechamiento en la obra de los escombros, utilizándolos de nuevo para llenar zanjas, pisos, etc. En estos casos, la preparación de los materiales reciclables exige mayor cuidado, ya que este tipo de elementos debe tener un alto contenido de pureza para que puedan ser vinculados con éxito a los procesos productivos. Debido a lo anterior, su escogencia, selección y limpieza debe hacerse a diario en la obra, junto con las actividades de utilización de los mismos materiales. Con respecto a las opciones de reciclaje, el material recuperado se puede usar

en obras de mejoramiento del sistema de manejo de residuos (recubrimiento de rellenos o construcción de caminos en el relleno sanitario), en obras civiles (vías de acceso en la zona afectada, diques, taludes, reforzamiento de riberas, etcétera). Para conformar un programa de reutilización y reciclaje, es necesaria la evaluación del potencial de reutilización y reciclaje, así como un análisis económico de la reutilización y reciclaje frente a un desarrollo de un programa de rellenos con residuos sólidos. Se recomienda dar seguimiento a programas que permitan conocer cuáles son los materiales que puedan aprovecharse; el equipo necesario para su recolección y transporte; el valor aproximado de los materiales recuperados o reciclados y el mercado para colocarlos; la participación de la comunidad; y la viabilidad económica, social y ambiental del programa de aprovechamiento.

En el establecimiento del programa de aprovechamiento se requiere una identificación y un manejo selectivo de los principales componentes de los residuos de escombros y de los restos de demolición. Por ejemplo: Materiales o subproductos valorizables en buen estado que se pueden reusar. Por ejemplo, ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y sanitarios. (Organización Panamericana de la Salud, 2002).

Otros ejemplos son:

### **Asfalto**

La mayor parte de los residuos de asfalto proceden de proyectos de repavimentación. La mayor parte del pavimento reutilizado se procesa para formar una capa de base de carretera, pero hasta el 40% puede incluirse en nuevos pavimentos. El pavimento de asfalto se procesa solo o con el hormigón y otros escombros; se rompe la mezcla, se separan magnéticamente los metales férreos y se criba el material roto al tamaño deseado. Al material tamizado se le añaden otros escombros rotos y cribados, y se utiliza como capa de base de carreteras, o se mezcla con aglomerante asfáltico fresco, para fabricar material nuevo de pavimentación.

### **Hormigón**

La mayor parte del hormigón recuperado procede de carreteras, puentes y cimentaciones; se procesa para usarlo como capa de base de carreteras, áridos de pavimentos asfálticos y como sustituto de grava en el árido de hormigón nuevo. Los áridos recuperados deben

ser competitivos respecto a los materiales nuevos y los procesadores pueden mantener precios bajos, mediante el cobro de tarifas de vertido para materiales de hormigón.

### **Madera:**

Los residuos de madera procedentes de la construcción o demolición provienen de estructuras y encofrados de madera laminada y de conglomerado, y de madera contaminada con pintura, amianto o material de aislamiento. Como la mayoría de los residuos de madera son procesados para producir combustible o cubrimiento en paisajismo, los procesadores normalmente aceptan solamente madera limpia. Los residuos de madera se trituran en una cuba trituradora u otras trituradoras comerciales para madera, y se pasan a través de una clasificadora o tropel, donde se separan las piezas grandes. Los metales féreos se separan magnéticamente y los finos (materiales pequeños a menudo vendidos para “mulch” o enmiendas de suelo) se separan mediante cribado.

### **Los residuos de madera**

Se categorizan según la fuente de generación: residuos de madera cosechada (generados por la limpieza del terreno y las actividades de gestión forestal); rechazos de fábrica de residuos de productores primarios, como fábricas de pulpa y tabla; de productores secundarios, tales como fabricantes de muebles y ebanistas; paletas y residuos de contenedores; residuos de construcción y demolición; y otros residuos de madera (residuos de jardín, huertos, centros de jardinería y agrícolas). La reutilización de la madera se ha incrementado durante la última década como consecuencia de las altas tarifas de vertido, programas de desvío de residuos y mercados en desarrollo. Los principales usos finales son: combustible para calderas y paisajismo, con menores cantidades utilizadas para cubrimiento de vertederos, alimentación de fábricas de pulpa y papel, cubrimiento intermedio de vertederos y compostaje de los fangos de plantas de tratamiento de aguas residuales. La fracción fina se utiliza para compostaje y enmiendas del suelo. La viruta en polvo y las astillas pequeñas y limpias son muy deseadas como lechos para animales.

### **Metales**

Principalmente el hierro y el acero, que pueden fundirse posteriormente para su recuperación y aprovechamiento. Normalmente, el acero de forjado utilizado en

cimentaciones, losas y pavimentos se recupera y se vende a los comerciantes de chatarra. Los procesadores también recuperan la chatarra no férrea, como marcos de ventanas de aluminio, puertas, canalones, chapa, tubería de cobre e instalaciones de fontanería.

### **Concreto**

Podrá usarse en la recuperación de terrenos, diques, rellenos que no soportarán carga y taludes, entre otros, o podrá disponerse en rellenos sanitarios para material inerte dispuestos para tal fin. (Organización Panamericana de la Salud, 2002).

#### **5.2.7. Caracterización de agregados para Concreto.**

Los escombros generalmente son caracterizados de acuerdo a su composición física y química, además de conocer la composición y cantidad de los mismos (Mercante, 2007). Por ello existen diferentes metodologías, que hacen énfasis en ciertos materiales, como en los agregados para concreto de hecho, el uso de materiales reciclados (RCA) en la mezcla de concreto es una tendencia que se viene manejando desde hace varias décadas y se ha demostrado que cierto tipo de escombros ayudan a mejorar el desempeño mecánico, la durabilidad y la trabajabilidad del concreto al ser usado como agregado fino o grueso (González et al., 2012; Braga et al., 2014), en la Figura 1, se observa la metodología establecida para poder efectuar caracterización de acuerdo a la normatividad legal.

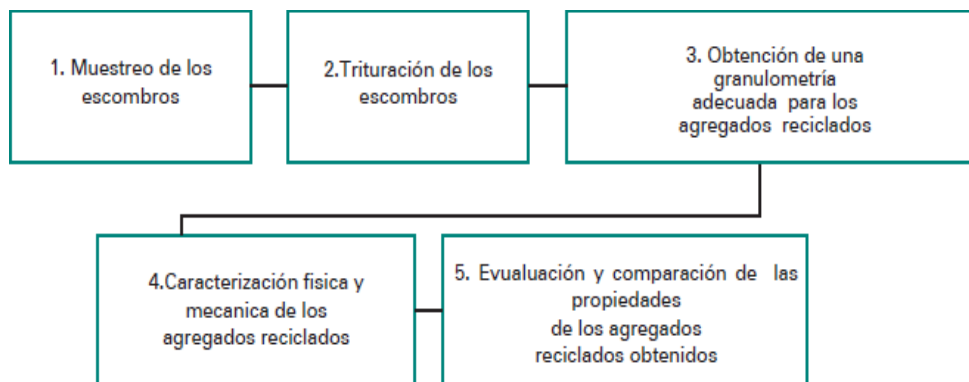


Figura 1: Metodología de Caracterización para agregados No naturales.

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva, Álvarez., 2014).

El procedimiento de muestreo correspondió a trozos de concreto reforzado de 40 cm de diámetro promedio, los cuales fueron sometidos a un proceso de trituración primaria por medio de una trituradora de mandíbulas y posteriormente por un molino de martillos con el fin de reducir su tamaño inicial hasta obtener agregados finos y gruesos aptos para su uso en mezclas de concreto.

La obtención de las gradaciones y el tamaño máximo para cada tipo de agregado se garantizó por medio de cribado manual, haciendo pasar los agregados por una malla de ½ pulgada de abertura (Ver Figura 2).



*Figura 2: Proceso de Trituración de los escombros*

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva, Álvarez., 2014)

Con los escombros triturados se determinó finalmente el proceso de caracterización, estableciendo análisis de propiedades (Ver Tabla 1), que determinan las normas técnicas colombianas.

Tabla 1: Caracterización de Procesos mediante Normas Técnicas.

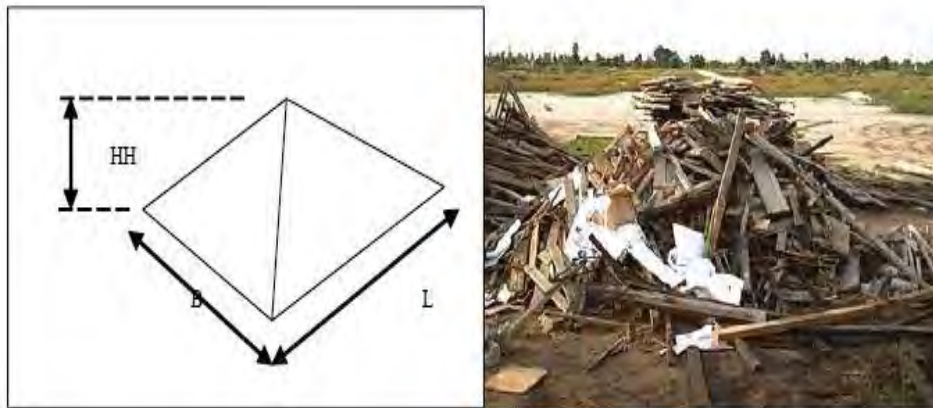
Ensayo	Norma empleada
Tamizado de agregados	NTC 77
Masa unitaria de los agregados	NTC 92
Impurezas orgánicas	NTC 127
Densidad, absorción y porosidad de la grava	NTC 176
Densidad, absorción y porosidad de la arena	NTC 237
Contenido de humedad de los agregados	NTC 1776
Coefficiente de Los Ángeles	ASTM C131
Coefficiente de forma	UNE-EN 933

Fuente: (Mattey, Robayo, Silva, Álvarez., 2014)

En otros casos se ha establecido Caracterización de acuerdo a las formas en las cuales son dispuestos los escombros en las obras de construcción y la representación fundamental de la estructura, que se basan en tres aspectos fundamentales, la primera es la ubicación y el constructor, la segunda los tipos de actividades y la última la etapa de construcción y su duración.

En cuanto a las formas se presentan cuatro de ellas, la primera obedece a la forma almacenada, esta comprende una figura de base rectangular y puntiaguda en el final que corresponde a un elemento prismático, con el cual se asemejaría a un volumen de una figura conocida (Ver Figura 5); con lo cual a partir de sus dimensiones se establece la ecuación de volumen según la Ecuación 1. (Poon et al, 2004)





*Figura 3: Escombros Almacenados.*

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008).

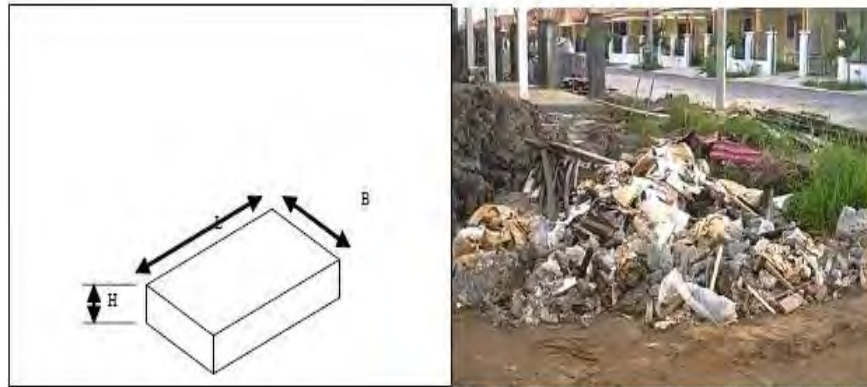
$$V = \frac{1}{2} (B * L * HH)$$

**Eq 1:** *Volumen de forma Almacenada*

La segunda forma corresponde a la forma dispersa que es dividida en 2 categorías, la primera corresponde a residuos con tamaños similares, y la otra a residuos con gran variación en el tamaño, dicha forma puede acompañarse de un tratamiento estadístico. (Tang, HH., Larssen., 2004)

La tercera concierne a la forma reunida la cual obedece a una forma absolutamente rectangular (Ver Figura 6), y la altura siempre es constante en toda la forma, por lo cual en esta manera siempre van a estar presentes todos los residuos de construcción sin necesidad de clasificación. (Calvo, Varela y Novo., 2014). La Ecuación 2 muestra como calcular el volumen de la forma reunida.





*Figura 4: Forma Reunida.*

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008)

$$V = (B * L * H)$$

*Eq 2 : Volumen de forma reunida.*

**Donde:**

**V**= Volumen forma reunida

**B** = Ancho de forma

**L** = Largo forma

**H**= Altura

La última concierne a la apilada, que consiste en escombros desechados de forma similar a los escombros dispersos, la diferencia radica en que están en un mismo montículo de materiales heterogéneos, asumidos como una pila de residuos de construcción en donde se hace una toma de muestras exactamente tres de cada pila asumiendo el peso uniforme para toda la pila a partir del promedio de los residuos. Este método solo se aplica en elementos que no poseen gran variación de tamaños.

Los resultados se generan a partir de lo medido en las zonas de construcción con lo cual

la caracterización arroja resultados de variación en la tasa de generación de escombros (ver Figura 5).

Por lo tanto, la metodología hace un apartado similar al tratamiento de mediciones por cantidad de residuos, clasificándolos de una manera bastante sencilla con cada uno de los métodos y formas mencionados con lo cual se establece una metodología sencilla y con aproximaciones aceptables para asumirlas como medición volumétrica en otras investigaciones.

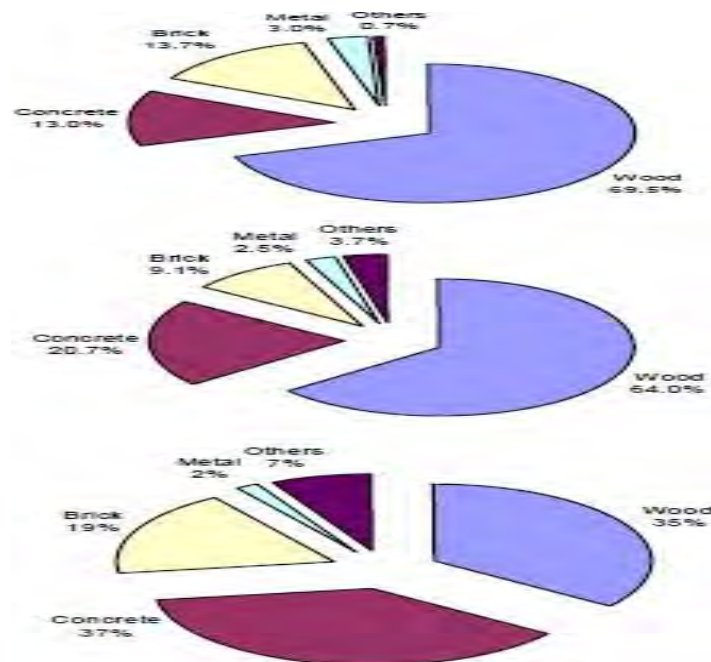


Figura 5: Composición de los residuos de construcción en los sitios A, B y C.

Fuente: (Lau, HH., Whyte, A., Law., 2008).

### 5.2.8. Problemas Generados Por Los Escombros

La causa de la producción de los RCD se debe a grandes, medianas y pequeñas obras de construcción, siendo en la mayoría de los casos, por las pequeñas obras, ya que, en estas obras (ejemplo: arreglo de vivienda, negocio pequeño), no son depositados en el sitio designado por la ciudad, si no que estos son depositados en cualquier parque, calle, ríos, zonas verdes, entre otras.

Estos RCD depositados en cualquier espacio público genera los siguientes impactos:

- Impacto visual – desorden
- Ocupan espacios destinados para otros usos
- Impacto en el tránsito (disminución de espacio y visibilidad)
- Contaminación del aire (polvo, fibras de asbesto)
- Contaminación de suelos

Si en una zona publica hay RCD, estos generan que se sigan depositando RCD en el sitio, lo que causa que cada vez sean mayores los escombros que se depositen en esta zona, lo que genera más problemas (Rímac, 2009).

#### **5.2.9. Posibles Usos Obtenidos A Partir Del Reciclaje De Escombros**

Las posibilidades de valorización y aprovechamiento por reutilización, reciclaje o co-procesamiento de los residuos de construcción y demolición dependen de los mercados de materiales individuales de los residuos, y de la habilidad para procesar los que no han sido seleccionados o para separar cada material. Los materiales que predominantemente se encuentran en los escombros y que pueden ser aprovechados en la fabricación de agregados reciclados pertenecen a dos grupos: a) materiales compuestos de cemento, cal, arena y piedra: concretos, argamasas y bloques de concreto; y b) materiales cerámicos: tejas, tubos, ladrillos, baldosas.

Un tercer grupo de residuos no aprovechables en agregados reciclados, pero que pueden tener un destino de reciclaje o co-procesamiento en otras industrias está compuesto por materiales como: tierra, yeso, metal, madera, papel, plástico, cartón, materia orgánica, hules, telas, vidrio y anime. De estos materiales, algunos pueden ser seleccionados y encauzados para otros usos. Así, los envases de papel y cartón, madera, y el mismo vidrio y metal pueden ser recogidos para reuso, reciclaje o valorización por co-procesamiento (UICN, 2011).

Los RCD presentan numerosas oportunidades para reciclar (Moussiopoulos et al., 2007). Algunas de estas se pueden ver en la Tabla 2.

*Tabla 2: Aplicaciones de RCD reutilizado y/o reciclados*

Residuos	Aplicaciones
Hormigón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregado para bases de caminos y lotes de estacionamientos (Manuel, 2003).</li> <li>• Áridos para nuevas mezclas de hormigón (Srouer <i>et al.</i>, 2010).</li> <li>• Bloques para pavimentos con 70-100% de agregados de hormigón reciclado (Lu <i>et al.</i>, 2006).</li> <li>• Cubierta para botaderos municipales (Moussiopoulos <i>et al.</i>, 2007).</li> </ul>
Agregado	Sub-bases de caminos, llenos para drenajes y hormigones (Tam y Tam, 2006).
Poliestireno, cenizas volantes y escoria de alto horno	Aditivos para el hormigón (Srouer <i>et al.</i> , 2010).
Asfalto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclas calientes para pavimentos (Manuel, 2003; y Srouer <i>et al.</i>, 2010).</li> <li>• Llenos de áridos y lleno de sub-bases (Tam y Tam, 2006).</li> <li>• Mezclas frías para bacheo, caminos temporales, áridos para bases de caminos, y para tejas (Srouer <i>et al.</i>, 2010).</li> <li>• Lleno de baches y riego en caminos sin pavimentos (Manuel, 2003).</li> </ul>
Madera	Combustible de calderas y placas de madera de densidad media (Manuel, 2003).
Material de excavaciones	Llenos (Manuel, 2003).
Yeso de placas de yeso-cartón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cama de arena para casa de pollos y pavos, mejoramiento de suelos con baja alcalinidad (Manuel, 2003).</li> <li>• Nuevas placas de yeso-cartón, mejoramiento de drenajes de suelos, crecimiento de plantas, producción de fertilizantes y cementos, operaciones de compostaje (Srouer <i>et al.</i>, 2010).</li> </ul>
Ladrillos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se trituran para utilizarse en llenos (Srouer <i>et al.</i>, 2010).</li> <li>• Cubierta para botaderos municipales (Moussiopoulos <i>et al.</i>, 2007).</li> </ul>
Metal	Nuevos metales (Tam y Tam, 2006; y Srouer <i>et al.</i> , 2010).
Vidrio	Sustituto de arena y áridos como material de cama de las tuberías (Tam y Tam, 2006).

**Fuente:** (Aldana, Serpell., 2012)



### 5.3. MARCO CONCEPTUAL

- 5.3.1. Aprovechamiento:** Proceso mediante el cual a través de un manejo integral los materiales son recuperados y reincorporados al ciclo económico y productivo (SDA, 2009).
- 5.3.2. Aprovechamiento de residuos sólidos:** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos, los materiales recuperados se incorporan temporalmente al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.
- 5.3.3. Demolición selectiva:** La demolición selectiva es el proceso mediante el cual se realiza una separación selectiva de los diferentes materiales que se van generando en coordinación con el proceso de demolición; lo que quiere decir que, mientras se lleve a cabo la demolición de la obra paralelamente se lleve a cabo una separación. Con el fin de prevenir la mezcla de los materiales y la contaminación de las materias reciclables como la madera, el papel, el cartón y el plástico, entre otros.
- 5.3.4. Disposición final de residuos:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.
- 5.3.5. Escombrera:** Sitio de disposición final de escombros, el cual puede consistir en adecuación de terreno, nivelación y/o relleno de terreno o áreas destinadas para recuperación geomorfológica en las cuales sea necesario disponer este tipo de residuo y requerirán aprobación de la autoridad ambiental (SDA, 2009).
- 5.3.6. Escombro:** Residuo sólido inerte proveniente de la excavación, construcción y/o demolición susceptible a ser o no ser aprovechado (SDA,

2009).

- 5.3.7. Escombros de construcción:** Son los residuos generados en la etapa de construcción de las obras civiles de infraestructura (SDA, 2009).
- 5.3.8. Escombros de demolición:** Son los residuos provenientes de la demolición y la construcción de obras de tipo domiciliario (SDA, 2009).
- 5.3.9. Gestión ambiental:** Procedimientos de administración mediante la fijación de metas, planificación, asignación de recursos, aplicación de mecanismos jurídicos, entre otros, sobre las actividades humanas que influyen sobre el medio (SDA, 2009).
- 5.3.9.1. Impacto Ambiental:** Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, plan, ley o disposición administrativa con implicaciones ambientales. El término "Impacto" no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos (SDA, 2009).
- 5.3.10. Lixiviados:** productos altamente contaminantes que resultan de la degradación de los componentes orgánicos presentes en los residuos y desechos sólidos, y de la incorporación de parte de sus elementos al agua que circula por ellos. (Ley de Gestión Integral de la Basura, 2010).
- 5.3.11. Manejo:** Acción planeada para hacer evolucionar un sistema, de modo tal que se puede derivar el mejor provecho de él, a corto plazo, a la vez preservándolo para su utilización a largo plazo (SDA, 2009).
- 5.3.12. Mitigación:** Diseño y ejecución de obras o actividades dirigidas a moderar, atenuar, minimizar, disminuir los impactos negativos que un proyecto, obra o actividad pueda generar sobre el entorno humano y natural (SDA, 2009).
- 5.3.13. RCD:** Residuos de Construcción y Demolición (acrónimo).
- 5.3.14. Reciclaje:** Reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que

puedan ser utilizados como nuevos productos o materias primas. Para que el reciclaje sea efectivo se debe implementar desde un programa integral, teniendo en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad.

- 5.3.15. Reciclaje de escombros:** Es un tipo de reciclaje poco desarrollado en general, a pesar de la gran cantidad que se produce en sectores como la construcción, obra pública e industria. Encontramos materiales como el hormigón, cerámica, cemento o ladrillos, que podrían reciclarse relativamente fácil, pero normalmente se encuentra en escombros, todo tipo de material eléctrico, plástico y en algunas ocasiones residuos tóxicos, especialmente en las industrias.
- 5.3.16. Relleno sanitario:** Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos.
- 5.3.17. Residuos de construcción:** Son los escombros generados en la etapa de construcción de las obras civiles de infraestructura (SDA, 2009).
- 5.3.18. Residuos de construcción y demolición:** Se refiere a los residuos de construcción y demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo. Es todo residuo sólido sobrante de las actividades de construcción, reparación, demolición y excavación, de las obras civiles o de otras actividades conexas
- 5.3.19. Residuos de demolición:** Son los escombros generados en las obras civiles en donde se requiere derribar o demoler estructuras o construcciones (SDA, 2009).
- 5.3.20. Residuos sólidos:** Constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico. Se componen principalmente de desechos procedentes de materiales

utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de reaprovecharse o transformarse con un correcto reciclado.

- 5.3.21. Residuos peligrosos o especiales:** son los residuos que presentan características corrosivas, auto combustible, explosivo, reactivo, tóxico, radioactivo, patogénico, o que presentan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente, debido a su composición y propiedades.
- 5.3.22. Reúso:** Es la prolongación de la vida útil de los materiales recuperados que se utilizan para una función diferente de la original, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación (SDA, 2009).
- 5.3.23. Reutilización:** Es la prolongación de la vida útil de los materiales recuperados que se utilizan en su función original, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación (SDA, 2009).
- 5.3.24. Sistema de Gestión:** conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, y objetivos y procesos para el logro de estos objetivos.
- 5.3.25. Sistema de Gestión Ambiental:** parte del sistema de gestión usada para gestionar aspectos ambientales, cumplir los requisitos legales y otros requisitos, y abordar los riesgos y oportunidades.
- 5.3.26. Sitio de disposición final de RCD:** es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de RCD, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de dichos residuos.
- 5.3.27. Transportadores:** son las personas, naturales o jurídicas, encargadas de la recolección y del transporte de los residuos entre las fuentes generadoras y las áreas de destino.
- 5.3.28. Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de

construcción y demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización o y se minimizan los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

**5.3.29. Tratamiento previo:** proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

**5.3.30. Trazabilidad:** Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos que permiten conocer el origen, tipo, ubicación, cantidad y la trayectoria, en este caso de los RCD, en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas, así como los históricos de origen, tipo, ubicación, cantidad y trayectoria para un periodo de tiempo determinado.



## 5.4. MARCO CONTEXTUAL

### 5.4.1. Información general del área del proyecto



*Imagen 1:* Localización geográfica del municipio de becerril, ubicación nacional, departamental y local

Fuente: (Autores, 2021)



*Imagen 2: Localización General en la Zona de estudio*

Fuente: Google Earth. (2019). Mapa de Becerril cesar

Nombre del Municipio: Becerril del Campo y sus flores

NIT: 800.096.576 - 4

Código Dane: 20045

Código postal: 203007

Gentilicio: Becerrileros

Becerril es un municipio colombiano ubicado en el departamento del Cesar. Tiene una población de 15 584 habitantes. La economía del municipio es principalmente minera con la explotación de carbón de hulla, seguida de la agropecuaria basada en el cultivo de la palma africana, yuca, ñame, plátano, malanga; y en las estribaciones de la serranía de Perijá, café, frijol y aguacate son las actividades productivas desarrolladas por campesinos minifundistas cuyos productos sirven de base alimentaría de la misma comunidad y el

excedente para comerciar con las poblaciones vecinas y la capital. La actividad ganadera también es relevante en Becerril, donde se cría ganado bovino en las haciendas ganaderas para surtir los centros urbanos del país; y en las pequeñas propiedades para consumo interno. También se cría ganado ovino, caprino y porcino en menor escala.

#### **5.4.2. Misión**

El Municipio de Becerril, propende por generar en todo su territorio condiciones para un bienestar general positivo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, a través de programas y proyectos que impacten con equidad, justicia social, responsabilidad eficiencia, uso adecuado, óptimo de sus recursos y una política de desarrollo humano y territorial sostenible.

#### **5.4.3. Visión**

Becerril, será un Municipio prospero, con un importante desarrollo social y económico, respetuoso de la dignidad humana, con eficiencia en el uso de los recursos, en un marco de sostenibilidad ambiental, competitividad y responsabilidad social, mejorando la gestión institucional con criterios de eficiencia y efectividad, comprometidos con el cumplimiento de las políticas institucionales, el Esquema de Ordenamiento Territorial, El Plan de Desarrollo Municipal y el Sistema de Desarrollo Administrativo.

#### **5.4.4. Historia**

Becerril del Campo, junto con Valledupar y Tenerife es una de las ciudades fundadas a principios de la segunda mitad del siglo XVI por orden Real y con el fin de establecer en sus alrededores un inmenso hatu ganadero para la colonia. BARTOLOME DE ANIBAL PALEOGO BECERRA, lIego desde Santa Marta hasta el rio maracas y fundo la ciudad a la que le puso el nombre de Becerril de Campus. El ejército allí acantonado, en constantes encuentros fue vencido por los aborígenes del sector llamados Acanayutos, los cuales destruyeron la ciudad de Becerril de Campus; la Corona ordeno fundarla nuevamente al capitán CRISTOBAL DE ALMONACID en 1609. Su fecha oficial de fundación es el 4 de marzo de 1594, fecha en que fue protocolizada en la Audiencia Real de su majestad, de Santa fe, acto por el cual fueron cancelados diez tomines de otro. Su fundación se debió al

Capitán BARTOLOME DE ANIBALPALEOGO BECERRA. Según el investigador TOMAS DARIOGUTIERREZ HINOJOSA, la Capitulación para fundar dicha ciudad se firmó por el gobernador licenciado FRANCISCO MANCO DE CONTRERAS, el capitán BARTOLOME DEANIBAL PALOGO BECERRA y el Capitán CRISTOBAL DE ALMONACID, el 4 de enero de 1593.

Además de hacer frente a las guerras civiles como todas las demás poblaciones de Colombia, Becerril del Campo, afrontó desde su fundación y durante todo el siglo XIX y parte del siglo XX, la guerra contra los aborígenes, fue tanta la hostilidad de los guerreros indígenas, que la alta clase social constituida por familias de origen español se vio obligada a emigrar a Chiriguana y Valledupar. A partir de 1930, luego de un pacto de paz con los indios, la población recibió una masiva inmigración de familias del sur y de la actual Guajira, atraídos por las grandes perspectivas que la ganadería poseía. Posteriormente, a partir de los años 50, como consecuencia del auge alcanzado por el cultivo del algodón, Becerril del Campo vio multiplicar su población ya que llegaron gentes de todo el país, influyendo enormemente en las antiguas tradiciones culturales.

#### **5.4.5. Límites**

Por el norte: Con el Municipio de Agustín Codazzi, de occidente a oriente, partiendo de la desembocadura del caño Platanal en el Río Cesar; de ésta aguas arriba hasta encontrar el caño el Zorro; por ésta aguas arriba hasta encontrar el caño Arenas o San José; siguiendo el curso de este arroyo, aguas arriba, hasta su confluencia con el arroyo Caracol; por el curso de este arroyo, aguas arriba hasta su nacimiento en el paraje Carrizal; desde el paraje de Carrizal, siguiendo el camino que de este conduce a la vereda Carrizal, hasta encontrar el río Casacará; por el río Casacará aguas arriba, hasta su nacimiento en la cuchilla de Campo Marta; desde este punto se sigue el camino que conduce a Puerto Tierra en los Límites con la República de Venezuela.

Por el sur: Con el Municipio de la Jagua de Ibirico, de oriente a occidente desde el nacimiento del Río Tucuy en la cuchilla de Cerro Azul (Límites con Venezuela). Por estas aguas abajo hasta la desembocadura del Río Calenturitas, por estas, aguas abajo hasta el punto donde termina el Callejón que desde el Caserío de Plan Bonito conduce al Río

Calenturitas (Los Manguitos).

Por el occidente: Con el Municipio de El Paso, río Cesar de por medio, de sur a norte, desde el sitio bocas de Calenturitas hasta el sitio boca Sicarare.

Por el oriente: Con la República de Venezuela de Sur a Norte en los nacimientos del río Tucuy hasta el paraje Puerto Tierra.

#### 5.4.6. Extensión

*Tabla 3: extensión municipio de becerril-cesar*

SECTOR	PROPIEDADES	PROPIETARIO	SUPERF. (HAS)
Rural	1.102	1521	136.031,0598
Cabecera Municipal	2257	2.399	115,7584
Total			<b>136.159,7192</b>

Autor: Alcaldía Municipal de becerril. (2016)

*Tabla 4: Barrios cabecera municipal becerril-cesar.*

1. Once de abril	13. Esperanza
2. Seis de enero	14. Campanos
3. Alto prado	15. Manguitos
4. Alto de divino niño	16. San José
5. Centro	17. San Luis
6. Divino niño	18. Santo Tomas
7. Invasión 1 de agosto	19. Sourdis
8. Invasión el Carmen	20. Trujillo
9. Invasión Idema	21. Urb. Villa Luz
10. Invasión San Martin	22. Urb. Maracas
11. Invasión Villa Inés	23. Villalba
12. Candelaria	

Fuente: Autores. (2021)

#### **5.4.7. Geografía**

Se encuentra localizado en la zona Noreste del Departamento del Cesar y sus coordenadas extremas son: Latitud Norte, entre 9°-53'-23" y 9°-38'-38"; Latitud Este - Oeste, 72°56'-08" y 73°38'34", según Meridiano de Greenwich.

#### **5.4.8. Economía**

La región económica donde se ubica el municipio de Becerril - Cesar se circunscribe a la región centro del departamento del Cesar, zona que reúne características similares en cuanto a posición Geográfica, potencial del subsuelo, niveles de desarrollo socioeconómico, usos actuales y potenciales de los suelos, en algún momento se intentaron y sostuvieron relaciones de asociatividad, actividades económicas.

#### **5.4.9. Agricultura**

La principal característica de La actividad agrícola de Becerril del campo es la coexistencia de una agricultura comercial que satisface fundamentalmente la demanda regional y un sector tradicional, de economía campesina, productor de bienes alimenticios que atiende principalmente el mercado local. Dentro de la agricultura comercial se destacan por su dinámica el arroz riego y la palma africana. En lo que respecta al pequeño producto sobre salen el maíz, el frijol, el sorgo, la yuca y el plátano. La característica fundamental de La ganadería, es la explotación extensiva debido a que la superficie en pastos se ha mantenido casi constante. Los principales problemas que afecta a la actividad ganadera es la situación de orden público y en un tiempo la incidencia de la fiebre aftosa en la población bovina. La actividad minera, se desarrolla con la explotación de carbón del Descanso y Calenturitas, explotación ubicada en los municipios de Becerril y la Jagua de Ibirico. La actividad turística, está representada por el evento folclórico del Festival de la Paletilla, y por la celebración de las fiestas patronales de la Candelaria que anualmente y por característica atrae gran cantidad de turistas en busca de sano esparcimiento. En tiempos pasados, Becerril recibía visitas de innumerables personas que disfrutaban de las fiestas tradicionales asistían al sitio que a través de los años se denominó la ollita o el azufrar, el cual es un manantial de aguas azufradas localizado a orillas del río maracas en el sector sur occidental del

municipio. En la actualidad este sitio está totalmente deteriorado y en completo abandono. En Becerril existen sitios como la Cueva del Diablo, El Altar de la Virgen, la Cueva del Indio entre otros sitios de especial interés pero que no se pueden visitar por falta de seguridad. La Subregión centro, está conformada por siete municipios ocupando, 6.722 km<sup>2</sup>, es decir, aproximadamente el 30% de la superficie del departamento. En la zona se encuentra los Ecosistemas estratégicos, Complejo Cenagoso de Zapatosa y Serranía de Perijá. La mayoría de sus suelos han tenido históricamente vocación disposición para la agricultura y la ganadería, y cuentan con un régimen de lluvias entre 1.500 y 2.500 mm al año, las constantes inundaciones hacen que el aprovechamiento de sus suelos sea limitado. Estos son aptos para la ganadería en épocas secas y los cultivos que se quieran introducir deben ser seleccionados.

La subregión posee una riqueza cultural importante. Existen otras alternativas de aprovechamiento económica, derivada de la oferta espacial, como eso la apuesta Silvo-pastoril y el ecoturismo se localiza en esta zona.

El ecosistema estratégico de la Serranía del Perijá, la Troncal de Oriente que atraviesa el territorio de Sur a Norte, agricultura, ganadería, potencial minero (carbón) identificado al Oeste del territorio; la disponibilidad en algunos centros (Codazzi, Valledupar, La Jagua, Barranquilla; Bucaramanga, Venezuela) que ofrecen funciones urbanas diversas. Así mismo la presencia de la población indígena (Yukpas, Arzarios). Además de su riqueza ambiental por los servicios de sus RNR, la subregión también cuenta con importantes RN no renovables, como los carboníferos.

#### **5.4.10. Componente Rural**

##### **5.4.10.1. Suelo rural**

La categoría de estos suelos la Constituyen los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas., diferentes a los clasificados como suelo urbano o suelo de protección. (Artículo 33, Ley 388 de 1997). A esta categoría

pertenecen los suelos de producción, suelos de protección rural y los suelos suburbanos. El ordenamiento de suelo rural en esta revisión, estará definido básicamente por los Decretos 097 de 2006, 3600 de 2007, 4066 de 2008 y en especial el Decreto 1069 de 2009 que establece la Unidad de Planificación Rural, que permite abordar la problemática asociada a los recursos naturales y al uso del territorio en el marco de la sostenibilidad ambiental, con base en los siguientes criterios:

- División Veredal
- Red Vial
- Asentamientos
- Estructura Ecológica Principal
- Disposición Actividades Productivas
- Cuencas Hidrográficas, elementos geográficos
- Conflictos de uso del suelo del territorio

#### **5.4.10.2. Corregimientos, Veredas y resguardos indígenas**

- **Estados Unidos:** En esta revisión ordinaria se denomina como centros poblado secundarios o centro urbano de segundo nivel y a él pertenecen las siguientes veredas: El Progreso, Altos del Tucuy, Manantial Alto, Manantial Bajo, La Unión y Canadá, Hatos La Guajira, Santa Fé, Santa Cecilia, La Hermosa, Tucuytito la Loma, Batatal.
- **La Guajirita:** Denominado en esta revisión como suelo suburbano como uso colectivo para las comunidades afro descendiente y a él pertenecen las siguientes veredas: Platanal, finca de la zona plana, Remolino, El Centro y Tamaquito.
- **Resguardo Indígena Sokorpa:** Pertenecen según el Acuerdo 026 de 2001 (EOT) vigente los asentamientos San Genaro, Las Pampas, Sokomba, Maracas, Yova, Sokorpa, Santa Rita, Las Américas, Las Peña, los Granados y Sikakao. Sin embargo, en el proceso de concertación con las comunidades indígenas de

Becerril celebrada el día 23 de Julio de 2013 la Líder indígena Esneda Saavedra Restrepo: señala que la comunidad las Pampas no existe, ahora se llama Laureles, Socomba cambio por la comunidad Mayoría, Yoba cambio por San Genaro, falta la comunidad Kosari, Ipica. De igual manera sostiene que: La Ondina, el 7 de agosto, carrizal, trementina, coco solo, Sokomba es un centro de resguardo, caño Rodrigo no es vereda es comunidad dentro del resguardo Yukpa.

- **Las demás veredas son:** El Hatillo, Santa Fé, Santa Cecilia, Cartagena, La Florida, Pitalito, Batatal, Socomba, Betulia, La Esmeralda, Caño Seco, Fátima, la Hondina, Arroyo Seco, La Trementina, Carrizal, Iroca, Cocosolo, El Limón, 7 de Agosto, El Once, Monte Frio, Brisas de Maracas, Riveras del Maracas, Bocas del Ronco, Caño Rodrigo, Cabecera de Socomba, Buena Vista, Tucucyito, La Loma, Capihuara, Las Piñas, Las Mercedes, Villa Matilde, Villa del Rosario, Canaima, Tierra Seca, Tierra Fría, Casablanca, Hatos la Guajira.

#### **5.4.10.3. Distribución de la población rural**

Las tasas de disminución de la población en las áreas rurales del municipio, observadas durante los últimos censos, entendiéndose que la mayoría de esta población se ha localizado en la cabecera municipal, también se presenta con mayor ahínco, un nivel de necesidades básicas insatisfechas (NBI) producto de poca inversión estatal en el casco corregimental, baja en la producción agrícola, incremento del desempleo, procesos invasivos de tierra entre otros factores. La alta emigración de población observable al analizar la pirámide de edades, sirve para verificar el abandono de la población joven en busca de empleo y estudio fundamentalmente.

#### **5.4.10.4. Conformación Resguardos indígenas y Población Afro descendientes**

Las comunidades indígenas que se localiza en el municipio de Becerril, constituidos en forma legal son dos grupos denominado: Resguardo Indígena Yukpa de Sokorpa y Resguardo Indígena Wiwa de Campo Alegre. Sin embargo, dentro del territorio de Becerril se localiza parte del resguardo indígena Yupa de Iroka, el que no ha sido reconocido por las

autoridades relacionadas con el tema, gestiones que en la actualidad adelanta el municipio y deberá ser adicionado al siguiente plan mediante ordenanza y posterior acuerdo municipal.

Para el caso de los resguardos indígenas Yukpa de Sokorpa y Wiwa de Campo Alegre, fueron beneficiados con los siguientes actos administrativos:

Resolución No 8050 del 21 de octubre de 1983 2. Resolución No 21 del 16 de mayo de 1995. Resolución No 0165 del 05 de octubre de 1997

#### **5.4.10.5. Organización social y política indígena**

La base de la organización social es la familia, hay (20) familias nucleares y tres familias extensas políticamente están organizadas tal como lo establece la Ley 89 de 1890 con sus respectivos cabildos vigentes.

#### **5.4.10.6. Problemáticas actuales**

El Plan de Desarrollo Becerril Positivo señala que “Las comunidades de grupos étnicos se han visto afectadas por diversos aspectos que las hacen vulnerables, como los elevados índices de pobreza que inciden de forma directa en su calidad de vida y las prácticas sociales de discriminación y exclusión. Además, esta población presenta menor nivel de alfabetismo, baja escolaridad y menores tasas de asistencia escolar, debido principalmente a dificultades de pertinencia, acceso, permanencia y calidad en el ciclo educativo, lo cual dificulta la superación de la pobreza; así mismo, posee condiciones precarias en el área de la salud y como consecuencia de la baja calificación del talento humano, la población de los grupos étnicos presenta mayores tasas de informalidad, y vinculación a empresas unipersonales que derivan bajos ingresos” (Plan. D, 2011 – 2015).

Según (Observatorio del Programa Presidencial para los DDHH y el DIH, 2009) e investigaciones realizadas por la consultoría, los grandes problemas que enfrentan a diario los pueblo Wiwa y yupka, consisten es la fuerte presencia de diferentes grupos al margen de la ley en su territorio, los cuales aumentaron su presencia en los años de 2003 y 2006, debido a la presencia del Ejército en esta región, que tuvo como fin recuperar el control de éstas áreas y la presencia de cultivos ilícitos, han tenido un impacto negativo en la región, traducido en asesinatos selectivos, por señalamientos de cooperación con un grupo u otro,

o por denuncias de violaciones de Derechos Humanos contra el pueblo.

#### **5.4.10.7. Movimientos Poblacionales**

##### **5.4.10.7.1. Migraciones:**

La migración local se da por tres motivos, la primera es por la situación de violencia que se tiene en el departamento, la segunda porque la población marcha hacia la cabecera municipal en busca de fuentes de empleo y para poderse mover entre los municipios circunvecinos y la tercera considera un movimiento que se llama pendular y es que, por motivos de estudio, o porque los campesinos se trasladan a vender sus productos en otras poblaciones vecinas y regresan a dormir en sus casas.

De aquí se desprenden consecuentemente la ubicación de asentamientos informales en el área urbana, con gran índice de necesidades básicas insatisfechas. Según el Plan de Desarrollo Becerril Positivo.

##### **5.4.10.7.2. Emigraciones:**

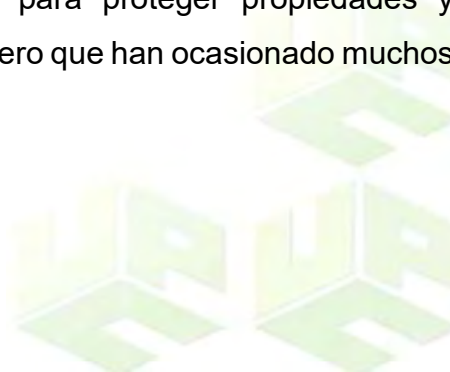
Este fenómeno en el municipio se presenta tanto en el orden regional, como en el departamental y nacional. La problemática de la violencia afecta a su gran mayoría a la población de la zona rural, ocasionando el desplazamiento de la población a la cabecera u otra zona del país en busca de seguridad y bienestar.

La población desplazada por la violencia ha aumentado en forma acelerada en nuestro departamento.

Así mismo se han incrementado de forma acelerada la presencia de todo tipo de grupos en el departamento, en especial paramilitares y la proliferación de estas agrupaciones se explica porque constituye la alternativa que se utiliza para proteger propiedades y actividades, ante amenazas de otros grupos insurgentes, pero que han ocasionado muchos perjuicios a la población civil.

##### **5.4.10.8. Los usos del suelo**

- Forestal protector
- Eco turístico
- Agro industrial



- Agro turístico
- Agricultura mecanizada (tecnología apropiada)
- Agricultura tradicional
- Pastoreo extensivo
- Pastoreo intensivo
- Piscicultura
- Minería
- Comercio
- Industria
- Servicio
- Recreación
- Turismo

#### **5.4.10.9. Categoría de uso del suelo**

Esta se determina de acuerdo a la oferta ambiental (potencialidades y limitaciones ambientales), usos del suelo actual, infraestructura antrópica, elementos culturales, apropiación tecnológica por parte de los habitantes de la región y bajo la premisa de la producción sostenible, se recomienda tratamientos del suelo para el área rural.

#### **5.4.10.10. Zonas de Aptitud Ambiental**

En el municipio de Becerril el (79%) del total de su área lo constituye una serie de ecosistemas que poseen características que los hacen apropiados para una determinada función ambiental, en su gran mayoría estos suelos hacen parte del suelo de protección.

##### **5.4.10.10.1. Zonas de alta fragilidad ambiental:**

Son sectores que, por sus características edafológicas, geomorfológicas o ecológicas, son susceptibles a la degradación y deterioro ambiental o a los deslizamientos y remociones en masa, en caso de realizar actividades de manejo inapropiadas tales como deforestación, asentamientos humanos, obras de infraestructura, cultivos limpios, ganadería extensiva,

sobrepastoreo, o cualquier otra actividad que conlleve riesgo ecológico. Estas zonas requieren de cuidadosas prácticas manejo de suelos y aguas orientadas hacia la conservación y protección de los recursos naturales. En total se identificaron 15.645 has como zonas de alta fragilidad ambiental, ubicados en los terrenos con pendientes mayores del (70%), la ronda de los ríos Tucuy, Maracas y Casacará, con sus respectivos afluentes, el valle del río Cesar en la parte baja del municipio en el corregimiento La Guajirita, y las veredas Platanal, El Triunfo, El Hatillo, Los Manantiales, Caño Seco, La Esperanza, Tamaquitos, Santa Cecilia, La Frorida, Betilia, Socomba, Cartagena, El Centro, Remolino, Buena Vista, Casa Blanca, Hatos La Guajira, Santafe, Pitalito que presentan algún grado de desertificación entre alta y muy alta.

- Zonas de alta importancia ambiental o Áreas de bosque protector o Áreas de amortiguación y protección de fauna o Áreas de cuencas abastecedoras de acueductos.
- Zonas de aptitud para el desarrollo de la producción
- Zonas de aptitud Agropecuario y Pecuario o Zonas de uso agropecuario semintensivo o Zonas de aptitud agropecuaria intensiva,
- Zonas de Aptitud de Producción sin restricciones ambientales: o Zonas de Aptitud de producción minera
- Zonas de Protección o Suelo por utilidad pública. o Suelo de protección para lograr un desarrollo sostenido

#### **5.4.10.10.2. Las clases y subclases agrológicas de producción y de actitud ambiental:**

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, ha adoptado la propuesta de clasificación por capacidad de uso de la tierra, conocida desde 1965. En la última propuesta presentada por Burgos, 1994, “la clasificación está integrada por cuatro categorías: Clase, Subclase, Grupo de Manejo y Unidad de Capacidad” (Burgos, 1994).

En las clases uso de la tierra se agrupan suelos que presentan similar grado relativo de

riesgos y limitaciones, esta limitación está basada en la productividad, capacidad de laboreo y requerimientos de prácticas conservacionistas.

Las subclases agrupan unidades de mapeo de suelos con potenciales, limitaciones y riesgos similares. Entre las limitaciones que determinan las subclases se identifican:

#### **5.4.10.10.3. Zonas de alta importancia ambiental**

Se delimitan los sistemas cuya estructura no han sido seriamente degradados, que prestan servicios ecológicos vitales o que permiten el abastecimiento de acueductos para consumo humano. Las zonas de alta importancia ambiental en el municipio de Becerril corresponden a un total de (40.280 has), correspondiente al (32,51%) del total del área municipal. que se subdivide a su vez en:

Áreas de bosque protector: Son zonas de bosque natural o primario con bajo grado de intervención, o sistemas climáticos de alta biodiversidad. Esta estructura, compuesta por diferentes elementos de fauna y flora ha resultado como consecuencia de un largo proceso evolutivo generando el servicio ecológico que hoy presta este tipo de bosques, como es: protección de ecosistemas, bancos genéticos, corredores biológicos, núcleos de condensación y protección de suelos. En total el municipio cuenta con (22.270 has) correspondiente al (17,97 %) del total del territorio municipal, en este tipo de unidad, hacen parte los bosques primarios con algún grado de intervención, ubicados en las veredas siete de agosto, Limón, Cocoloso, El Once, y en los filos de las montañas en la zona fronteriza con la República Bolivariana de Venezuela en el resguardo indígena Yukpa Sokorpa

#### **5.4.10.10.4. Áreas de amortiguación y protección de fauna**

Corresponde a bosques intervenidos, rastrojos altos bosques secundarios, en ondas se presenta pérdida de biodiversidad, pero su importancia radica en que son áreas cuya función ambiental es la protección de la fauna la recuperación del bosque. Esta función es vital para el funcionamiento de muchos ciclos de materia y energía, para la calidad ambiental de una región.

#### **5.4.10.10.5. Áreas de cuencas abastecedoras de acueductos**

Corresponden a las partes altas de las cuencas hidrográficas de los ríos Maracacas, Socomba y Tucuy, la quebrada manantial de Pitalito, las cuales poseen una gran importancia estratégica ya que los ríos Maracacas y Socomba abastecen el acueducto municipal de Becerril y se consideran de alta importancia social y ambiental. Para el caso del río Tucuy que abastece el acueducto de las veredas Atos Guajira, Tucuycito, Bella Vista, entre otras y la quebrada manantial de Pitalito que abastece de agua a varias parcelas. Además, según estudios realizados por CORPOCESAR del potencial hidrogeológico de toda la región minera de carbón del Cesar, las áreas de recarga del acuífero como lo son toda la zona del pie de monte de la serranía del Perijá, también debe ser objeto de protección mediante el establecimiento de manera permanente de cobertura vegetal, principalmente en las veredas del pie de monte en las veredas de Carrizal, Caño Seco, La Hondina, Bocas del Roncón, Betulia, Socomba, Manantial Bajo y El Corregimiento de Estados Unidos y en las partes altas de las cuencas hidrográficas en las veredas Manantial Arriba, Tucuy, El Progreso, La Unión, Cabecera del Socomba, Parte alta del resguardo indígena Yukpa Sokorpa, Monte frío, Siete de Agosto, Iroka. En total el municipio cuenta con 20.000 has en esta unidad.

#### **5.4.10.10.6. Zonas de aptitud para el desarrollo de la producción**

Son los que presentan características físicas y bióticas adecuadas para sustentar actividades económicas. Las actividades en los suelos de producción definidos en el EOT serán tales como producción agropecuaria, producción minera, producción de hidrocarburos, turismo y asentamientos humanos, incluyendo todas estas dentro de las zonas de producción con restricciones ambientales, las zonas de producción sin restricciones ambientales y las zonas de producción minera. En estos suelos deben efectuarse prácticas de conservación, prácticas agronómicas y obras mecánicas o civiles que disminuyan los factores que favorecen la erosión, amortigüen el golpe de las gotas de las lluvias, disminuyan la velocidad del agua de escorrentía y encausen las aguas sobrantes para proteger la estructura del suelo y el régimen hidrobiológico.

Las prácticas de conservación deben buscar la protección del suelo mediante el sistema

de manejo de cultivos, determinar la vocación de uso de los terrenos, localizar en cada lote el cultivo que se adapte más al tipo del suelo independiente, obtener mayor producción y menor riesgo de erosión; se recomiendan coberturas vegetales, siembras en contorno, fajas y barreras vivas, rotación de cultivos y abonos verdes para equilibrar la fertilidad de los cultivos y disminuir la erosión. Por lo tanto, las prácticas agronómicas son las que incrementan la producción tales como el uso de semillas mejoradas, la aplicación de fertilizantes y correctores químicos y orgánicos para el control de plagas y enfermedades. Las obras mecánicas o civiles son para manejar y encausar las aguas de escorrentía y controlar las remociones en masa del suelo. También se consideran obras de conservación el control de derrumbes, desplomes y hundimientos para la protección de carreteras y sistemas colectores de agua y la construcción de fosas de descomposición.

#### 5.4.10.10.7. Zona de aptitud Agropecuario y Pecuario

Las áreas denominadas como de aptitud para el desarrollo agropecuario y pecuaria son aquellas considerados como zona de producción que tienen características físicas y bióticas, adecuadas para sustentar tanto la actividad agropecuaria, pecuaria como la forestal, comercial, turística. Corresponden al (57,44%) del total del área del municipio se localizan principalmente en las zonas bajas del mismo. Con base en el análisis de los factores naturales que limitan la productividad agraria de una zona y no permiten garantizar una producción sustentable hacia el futuro, se genera la siguiente subdivisión para las zonas de aptitud agropecuaria:

- **Zonas de uso agropecuario semintensivo:** Poseen restricciones por fragilidad de suelos y susceptibilidad la erosión. Se localiza en la zona ondulada del municipio, sujetas altos índices de pluviosidad (Ver plano Oferta Potencial del Suelo). El total de área bajo esta especificación es de 35.981 has, correspondiente al 29,04% del total del área municipal. Ubicadas en la parte baja del municipio en las veredas Trementina, Carrizal, Betulia, La Florida, Cartagena, Socomba, Pitalito, Estados Unidos, Canada recomienda mantener cobertura vegetal sobre los terrenos ya que presentan algún grado de desertificación entre media y alta.
- **Zonas de aptitud agropecuaria intensiva:** Posee restricciones por malo o deficiente

drenajes, se ubican en las planicies aluviales de los ríos Socomba y Tucuy. No obstante, las condiciones físico-químicas de sus suelos, mal drenaje y acidez, permiten adelantar actividades agrarias, con algunas restricciones, aprovechando sus suaves pendientes, la poca degradación de sus suelos, el balance hídrico positivo durante todo el año. Son los sectores más productivos del municipio, se encuentran ubicados principalmente en las veredas de Hatos Guajira, Santafé Casa Blanca, Buena Vista, Remolinos, El Centro, El Hatillo, Tamaquitos, La parte norte y sur del corregimiento de La Guajirita, y las veredas Platanal, El Triunfo y La Escondida, y El Territorio en límites con el municipio de El Paso, cuenta con (35.206 has), correspondiente al (28,4 %) del total del territorio municipal

- **Zonas de Aptitud de Producción sin restricciones ambientales:** Son las zonas sin erosión evidente, profundas de capacidad agropecuaria, de buen drenaje, fertilidad media, caracterizados por un relieve plano y / o ligeramente ondulados, en los cuales se pueden implantar sistemas, sistemas de riego, usos agropecuarios intensivos, extensivos y producción limpia; corresponden a la llanura de piedemonte entre Noreán y Besote.
- **Zonas de Aptitud de producción minera:** Son aquellas zonas del municipio en donde se encuentran yacimientos minerales o energéticos y depósitos de agregados pétreos, económica y ambientalmente explotables, están localizados por fuera de las zonas o áreas declaradas como de protección ambiental. Dentro del municipio se localizan actividades de minería del carbón. Las actividades de tipo minero actuales y futuras deberán acogerse a la normatividad ambiental y minera vigente, de acuerdo a las autoridades respectivas.

#### **5.4.11. Componente Urbano**

##### **5.4.11.1. Suelo urbano poblado de segundo nivel**

Es una estructura urbana localizada en el territorio rural que, por su poca consolidación,

bajos niveles de urbanización, poca asignación de usos comerciales y sus características rurales se clasifican de esta manera. En Becerril, solo constituye esta clasificación la línea de perímetro de la cabecera corregimental de Estado Unidos, la que se encontraba en suelo reserva forestal y está constituido por todos los terrenos contenidos dentro de este.

En Estados Unidos los usos actuales se del suelo presentan la siguiente configuración:

- **Residencial:** Ocupa 85% equivalentes a 120 viviendas.
- **Comercial y de Servicios:** Compuesto por establecimientos que expenden alimentos procesados, bebidas, billares, tiendas, representa el 4%
- **Institucional:** Conformado por la Inspección de Policía, Puesto de Salud, La Escuela, Parque, Cementerio, representa el 11% de la ocupación del suelo urbano.

En el Corregimiento de Estados Unidos, se propone la ampliación de perímetro urbano y suelo de expansión urbana, dado que en este presenta una parte de su territorio en zona de riesgo producto de su cercanía con el Río Maraca.

#### **5.4.11.2. Suelos urbanos**

Según el diagnóstico realizado en el marco de esta revisión por parte del equipo consultor, se pudo establecer que las zonas urbanas establecidas en el EOT vigente corresponden a la cabecera municipal y los cascos corregimentales de la Guajirita y Estados Unidos, alcanzan albergar el (78%) del total de la población municipal, concentrándose en la cabecera municipal (95%) de este (78%). Estadística que concluye que la mayor población del municipio se concentra en su cabecera municipal.

#### **5.4.11.3. Cabecera Municipal**

La población de la cabecera municipal, se encuentra repartida en los barrios: San José, San Luís, Trujillo, Santo Tomas, La Esperanza, Alto Divino Niño, 6 de enero, La Candelaria, Villalba, Centro, Alto Prado, Sourdis, Urbanización Marcas, Los Campanos, Divino Niño, 11 de abril, Urbanización Villa Luz y las Invasiones: 7 de agosto, Villa Inés, San Martín, Idema, San José y El Carmen. En el EOT vigente, estos barrios o asentamientos humanos presentan las siguientes clasificaciones de uso de suelo para el desarrollo de sus actividades de hábitat, económicas, sociales y recreacionales: áreas de actividad

residencial, comerciales, industrial, e institucionales y suelo de protección. Áreas que poseen infraestructura vial y servicios públicos domiciliarios.

#### **5.4.11.4. Perímetro Urbano Actual**

Según la cartografía del Acuerdo Municipal 026 de 15 de octubre de 2001 (EOT) vigente, el perímetro sanitario - urbano presentaba un área de (225,has 0228 ms<sup>2</sup>), Acuerdo municipal, que fue modificado por el Acuerdo No 007 de 02 de Julio de 2012 “Por el cual se adopta un ajuste al E.O.T. de Becerril para la incorporación de un suelo rural al perímetro urbano de la cabecera municipal de Becerril, con el fin de promover el desarrollo urbano y facilitar el acceso a la vivienda en el Municipio”., que le incorpora a las (225, has 0,228 m<sup>2</sup>) del EOT vigente (22,Has 4.074 m<sup>2</sup>) para un total del nuevo perímetro de (247 has 4,302 m<sup>2</sup>)

Cabe señalar que el expediente municipal, estableció que en el perímetro urbano actual “Existe confusión conceptual, porque se establecieron zonas de Expansión Urbana en la cabecera municipal y en los corregimientos sin tener en cuenta el área del suelo a ocupar, el crecimiento poblacional, movimientos migratorios, ni las consecuencias de intervenciones propuestas en otras dimensiones territoriales”. Además, el equipo consultor del ajuste y revisión del EOT, identificó en la etapa de diagnóstico, la existencia de un el Mega colegio Institución educativa Trujillo, considerado como equipamientos estratégicos y la urbanización de vivienda Villa Luz, construida por el municipio en la vigencia anterior se encontraba localizados por fuera del perímetro urbano actual.

#### **5.4.11.5. Usos suelo urbano**

Los usos de suelos propuestos, se establecieron de acuerdo con la actividad o actividades que se están desarrollando o que se puedan desarrollar en las diferentes áreas que conforman el perímetro urbano y que requieren de una infraestructura urbana definida. Por consiguiente, los usos del suelo representaran las actividades que se realizan en la ciudad y traducen su actividad en un hecho físico que es el establecimiento en el que funcionan.

#### **5.4.11.6. Objetivos de los usos del suelo urbano.**

La asignación de nuevos usos del suelo urbano, se realizaron para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Consolidar la estructura urbana en su relación regional.
- Potencializar y especializar las actividades propias de la función.
- Dinamizar espacialmente la actividad productiva, mediante el fortalecimiento y la generación de nuevas áreas de desarrollo económico.
- Consolidar las actividades productivas y residenciales con el fin de y proteger las áreas residenciales del uso indiscriminado de actividades incompatibles.
- Consolidar las zonas de actividad productivas como estructuras especializadas, para garantizar la transformación del ecosistema urbano sostenible y productivo.

#### 5.4.11.7. Categoría de los usos del suelo urbano

Esta revisión establece, que, de conformidad con las características urbanas existentes en los sectores del territorio, los usos podrán permitirse de acuerdo con las siguientes categorías:

- Usos principales
- Usos complementarios

Estas (2) categorías de uso del suelo, se adoptan, con las 4 categorías definidas en los Decretos nacionales, Por lo tanto, se ajusta la clasificación de las categorías de usos propuestos a la Normativa nacional que son:

- **Principales:** son aquellos que se establecen en el planeamiento como predominantes en un sector, zona o parcela.
- **Compatibles:** son aquellos que pueden sustituir, o se pueden simultanear con el uso principal.
- **Complementarios:** Son aquellos que se permiten con la obligación de que existe el uso principal o que complementen en una proporción mínima del 50% de la superficie.
- **Restringidos:** Comprende los usos que no corresponden completamente con la aptitud de la zona y son relativamente compatibles con los usos principal y complementario. Estos usos sólo se pueden establecer bajo condiciones rigurosas de control y mitigación de impactos. Deben contar con la viabilidad, requisitos y

licenciamientos ambientales exigidos por las autoridades competentes y ser aprobados por la Secretaría de Planeación y Desarrollo Municipal, con la debida divulgación a la comunidad.

- **Prohibidos:** Son aquellos que expresamente se consideran inadmisibles por contravenir las previsiones de ordenación y resultar incompatibles con los usos permitidos.

#### **5.4.11.8. Revisión de Normas para los usos del suelo**

Con base en la clasificación de uso descrita anteriormente, se ajusta la norma urbanística a partir de la reclasificación del suelo urbano. Siendo las áreas urbanas, como ya se dijo las que cuentan con disponibilidad de infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, es decir, los suelos localizados dentro del perímetro sanitario urbano, su urbanización y edificación, según sea el caso. Con los siguientes tratamientos y usos de actividad que se describen a continuación:

##### **5.4.11.8.1. Tratamientos**

- Desarrollo.
- Consolidación
- Redesarrollo
- Renovación Urbana
- Consolidación Urbana (modalidad de reactivación)
- Conservación Urbana
- Mejoramiento Integral de Barrio

##### **5.4.11.8.2. Usos**

- Áreas Residencial tipo: A, B
- Áreas Múltiple 1,2,3,4
- Áreas Institucionales.
- Áreas Recreacionales.

##### **5.4.11.8.3. Clasificación de los usos de suelos urbanos**

Estos se redefinieron con relación a los usos actuales. Los cambios que se hicieron,

partieron del hecho que se ha venido acentuando la dinámica urbana, plasmada básicamente en: tipo, intensidad, localización y afinidad, por lo que su clasificación con áreas se propone así:

*Tabla 5: clasificación con áreas de los suelos*

USOS DE SUELO PROPUESTO	ÁREA HECTÁREAS Y M2	PERIMETRO URBANO
AREA RESIDENCIAL – A	27, has con 4,676 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA RESIDENCIAL – B	10, has con 4,870 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA RESIDENCIAL – C	26, has con 7,166 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA MULTIPLE - 1	19, has con 3,783 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA MULTIPLE – 2	24, has con 9,331 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA MULTIPLE - 3	10 has con 6,837 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA MULTIPLE – 4	12,has con 6,177 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA INSTITUCIONAL	13, has con 5,759 m2	CABECERA MUNICIPAL
AREA RECREACIONAL	7, has con 7,775 m2	CABECERA MUNICIPAL
SUELO DE PROTECCIÓN ACEQUIAS	177, has con 9,999 m2 21, has con 5,535 m2	CABECERA MUNICIPAL
SUELO DE PROTECCIÓN POR ALTO RIESGO TOXICO	4, has con 8,921 m2	CABECERA MUNICIPAL
SUELO DE EXPANSIÓN URBANA	22, has con 3,161 m2	CABECERA MUNICIPAL
SUELO SUBURBANO	49, has con 0, 430 m2	CABECERA MUNICIPAL
		CABECERA MUNICIPAL

Fuente: revisión y ajuste del esquema de ordenamiento territorial del municipio de becerril, 2012

#### 5.4.11.8.4. Tipos de usos del suelo urbanos

Se consideran las siguientes categorías de áreas de actividades urbanas:

- Áreas Residencial tipo: (A, B y C)
- Áreas Comercial y de Servicio (Áreas Múltiple 1,2, 3,4)
- Áreas Institucionales.
- Áreas Recreacionales.

##### a) Área Residencial

Se define como uso de vivienda los que se destinen para satisfacer la función de habitación, incluye el equipamiento básico de vecindario.

Se han establecido las siguientes categorías:

- **Vivienda Tipo A:** Cuando la edificación está destinada en su totalidad al uso Residencial VIP y VIS. Se puede desarrollar en sistema unifamiliar, bifamiliar, o

multifamiliar y se encuentra ubicado uso residencial, con tratamientos: consolidados, desarrollo, redesarrollo y mejoramiento integral VIP y VIS.

- **Vivienda Tipo B:** Cuando la edificación se localice en suelo con tratamiento de consolidación y en predios no construido en este tratamiento, esté destinada en su totalidad al uso Residencial y que no son tipo A. y C Se puede desarrollar en sistema unifamiliar, bifamiliar, o multifamiliar.
- **Vivienda Tipo C:** Cuando la edificación está destinada en su totalidad al uso Residencial que no son tipo A y B. Se puede desarrollar en sistema unifamiliar, bifamiliar, o multifamiliar y se desarrollan sobre los tratamientos de Desarrollo y suelo de expansión.

**Clasificación:** Han clasificado los tres tipos de vivienda en los siguientes grupos:

- **GRUPO I:** Vivienda Unifamiliar. Es la situada en el lote independiente, en construcción aislada o agrupada a otra vivienda o lote de distinto uso, y acceso exclusivo desde la vía pública.
- **GRUPO II:** Vivienda Bifamiliar. Corresponde a dos unidades de vivienda que comparten un mismo lote, que están integrados por una misma fachada y tienen acceso independiente desde la calle o el espacio público.
- **GRUPO III:** Vivienda Multifamiliar. Edificaciones en altura constituida por tres o más viviendas en un mismo lote, con accesos comunes.

#### **b) Áreas Comerciales y de servicios múltiples.**

Las áreas de actividad comercial y de servicio múltiple, corresponde al ejercicio de actividades relacionadas con el suministro o directo de bienes y servicios al público

Por lo tanto, son aquellos establecimientos destinados al intercambio, y a la compraventa de bienes o servicios La cual se subdivide en las siguientes categorías:

- **Área de Actividad Comercial Múltiple 1:** Cuando la edificación está destinada parcialmente a una actividad productiva de bajo impacto, sin perder su carácter de uso residencial.

- **Área de Actividad Comercial Múltiple 2:** Cuando la edificación está destinada a una actividad productiva de medio impacto, cerca de viviendas.
- **Área de Actividad Comercial Múltiple 3:** Cuando la edificación está destinada a actividad productiva alto impacto, que no requieren cercanía a la vivienda por razón de sus actividades de mercadeo al por mayor., es decir que el uso residencial es mínimo.
- **Área de Actividad Comercial Múltiple 4:** Cuando la edificación está destinada a actividad productiva de alto impacto, y no existe presencia de la actividad residencial. Por lo tanto, el sector Industrial será el principal en este grupo.

#### **5.4.12. Redes de Servicios públicos domiciliarios**

Se hace necesario en esta revisión redefinir la cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado, actualizar los proyectos para el abastecimiento y tratamiento de acueducto y alcantarillado según lo dispuesto en el (Art 41) de igual manera se deberán redefinir las acciones del sistema de servicios públicos (Art 39), redefinir las políticas para la disposición de agua potable (Ar 42), actualizar los planes y proyecto de alcantarillado (Art 43) y modificar los objetivos del sistema de alcantarillado (Art 44) por lo que se tomara como base para este procedimiento el nuevo Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado que se desarrolla paralelamente a esta revisión y que será la guía para la ampliación del perímetro sanitario y el mejoramiento y optimización integral de estos sistemas.

#### **5.4.13. Agua Potable (Acueducto)**

La empresa Embecerril Inicia su ciclo o proceso de prestación de servicio público domiciliario con la captación, tratamiento, almacenamiento, y posterior distribución y suministro de agua potable a través de tuberías en forma continua. Hoy día presenta deficiencia en su prestación.

Según el censo diagnóstico de EOT del municipio se ha determinado que de las (2196) unidades de viviendas visitadas en la cabecera municipal, correspondiente al (100%) de las viviendas visitadas, se encuentran conectadas al sistema de tuberías que provee el suministro de agua potable directamente a las viviendas (1784) unidades correspondientes

al (81,2%), las restantes (342) unidades correspondientes al (18,8%), no cuentan con el servicio directo hasta la vivienda.

Actualmente la población es abastecida por un sistema de tuberías que recorre total de (31,049 ml) de tubería de diferentes diámetro y material, en la cual no se incluye la conducción para los 42 usuarios de la Guajirita. La captación se hace sobre agua superficial del Río Maracas, la cual es conducida, pasando por un Desarenador, a una planta de tratamiento, de esta planta se conduce a la población, sin que se efectúe ninguna modificación o tratamiento, mediante dos líneas de conducción, y una vez en el casco urbano es distribuida de manera continua, para una cobertura de (81,2%) según el trabajo de catastro, pero que, al parecer, no todos los usuarios son legales.

La fuente de abastecimiento del sistema es el río Maracas, la calidad del agua observada es aceptable, aunque el caudal es sensible a los periodos de verano, en los cuales disminuye un poco. Captación: se hace a través del sistema de captación de fondo, el sistema cuenta en la actualidad con una captación lateral, mediante el represamiento del cauce del Río Maracas. Mediante toma lateral y dique transversal a la totalidad del cauce. Se midieron 152.4 l/s como capacidad utilizada actualmente.

De la red de distribución urbana, se deriva una salida en 4" PVC que posteriormente se reduce a 3" PVC, con la cual se brinda el servicio al sector conocido como "La Guajirita", donde se localizan 42 usuarios sin micro medición, a los cuales se les factura un consumo promedio de 20 m<sup>3</sup>/mes.

Actualmente la población es abastecida por un sistema de tuberías que recorre total de (31,049 ml) de tubería de diferentes diámetro y material, en la cual no se incluye la conducción para los 42 usuarios de la Guajirita. La captación se hace sobre agua superficial del Río Maracas, la cual es conducida, pasando por un Desarenador, a una planta de tratamiento, de esta planta se conduce a la población, sin que se efectúe ninguna modificación o tratamiento, mediante dos líneas de conducción, y una vez en el casco urbano es distribuida de manera continua, para una cobertura de (81,2%) según el trabajo de catastro, pero que, al parecer, no todos los usuarios son legales.

#### **5.4.14. Alcantarillado**

Es el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales producidas por los usuarios de zonas residenciales, comerciales, industriales e institucionales. El alcantarillado debe ser combinado y recoge además de las aguas residuales, las provenientes de aguas lluvias de escorrentía o de aguas lluvias independientes.

Este servicio solo se presta en la Cabecera Urbana, donde, doce (12) barrios de los 15 existentes cuentan con él. Los barrios que no cuentan con el servicio son: Once de Abril, Los Cámpanos, Divino Niño, Alto Prado, de igual manera se pudo identificar en esta revisión que se pudo establecer que de las (2196) unidades de viviendas visitadas, correspondiente al (100%), en (1660) viviendas de la cabecera municipal están conectadas al sistema correspondiente a (75,5%), las restantes (466) unidades correspondientes al (24.5%), no cuentan con el servicio.

El sistema de alcantarillado es administrado por la Empresa de Servicios Públicos de Becerril “EMBECERRIL”, el cual funciona con dos colectores uno ubicado hacia el sector norte con una longitud 1050 M y un diámetro de 18”; el otro ubicado hacia el sector sur, con una longitud de 460M y un diámetro de 21”. El Emisario Final que conduce las aguas a la Laguna de Oxidación posee una longitud de 595m y diámetro de 24” las redes instaladas son tubería de gres y solo un pequeño tramo en el barrio San José es de PVC con diámetro de 16”. (Ver mapa alcantarillado sanitario)

EL tratamiento de las aguas residuales del Municipio está constituido por tres lagunas de oxidación, que actualmente se localizan sobre la ribera del río Maracas en las siguientes coordenadas:

*Tabla 6: Coordenadas ubicación Planta de tratamiento actual*

ESTE	NORTE
1085332.84	1564574.58
1085693.9	1564421.73

Fuente: Autores, 2021

#### **5.4.15. Servicio De Aseo En El Municipio De Becerril**

El servicio de aseo en el Municipio de Becerril, es prestado por EMBECERRIL, se realiza únicamente en la Cabecera Municipal. Y no se presta al 100 por ciento de cobertura.

Los barrios afectados son: Seis de Enero, Alto Prado, Divino Niño, y Los Campanos, y aunque no son barrios muy poblados, no utilizan ni cuentan con el servicio. El recorrido para la actividad de recolección, se realiza en un carro – volteo, el cual se encuentra en malas condiciones, restándole eficiencia al servicio; no se tienen en cuenta medidas para mitigar el impacto de la contaminación que se desprende de la basura transformada abiertamente tanto por las vías internas como por las vías que conduce al botadero, a cielo abierto en donde se hace la disposición final de los residuos sólidos.

#### **5.4.16. Botadero**

Localizado en suelo rural, el sector occidental del casco urbano a una distancia de (1,57 Km) de la Cabecera municipal, en el mismo terreno donde se ubican las lagunas de oxidación del sistema de alcantarillado, muy cerca del río Maracas. Actualmente se encuentra con medida preventiva por la Corporación Autónoma Regional Corpocesar, por no reunir las condiciones mínimas exigida por este ente y que regula esta actividad.

El esquema de prestación del servicio de aseo es de carácter municipal y se hace a través de Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Becerril:" EMBECERRIL E.S.P (Empresa Pública) que presta el servicio de recolección, transporte, barrido en la zona centro y disposición final, la disposición final se realiza en un botadero municipal a cielo abierto, que no cumple con las condiciones técnicas, ni ambiental, lo que representa un riesgo para la salud y el medio ambiente, lo que, genera la proliferación de vectores, malos olores y fuga de líquidos contaminados.

#### **5.4.17. Aspectos Generales**

El municipio de Becerril, presta el servicio de aseo, de manera directa, en los componentes de recolección, transporte, barrido y disposición final, a través de la Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Becerril:" EMBECERRIL S.A E.S. P. (Empresa Pública). La cual

fue creada mediante Decreto No. 068 del 30 de mayo de 1990, para operar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. El municipio cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, adoptado en el año 2015. En tal sentido, los programas y proyectos establecidos en el PGIRS, están dirigidos a brindar una solución a la problemática, producto del mal manejo de los residuos en el municipio. Sin embargo, a la fecha no existe, en el municipio, estudio alguno, ni diseños tendientes a optimizar la gestión integral de residuos sólidos del municipio. En virtud de lo anterior se evidenció poco avance en la implementación de la política pública de residuos, toda vez, que solo se han desarrollado actividades de erradicación de algunos basureros satélites y se adelantó la primera etapa de la construcción del relleno sanitario.

### **Recolección Y Transporte**

Para la recolección y transporte de los residuos hasta el botadero municipal EMBECERRIL S.A. E.S.P., cuenta con dos recolectores de 10 Yds<sup>3</sup>, con las siguientes características: El compactador de placa SZX 275 modelo 2012, se encuentra funcionando, pero, presenta fallas técnicas por abundante fuga de lixiviados y el depósito de almacenamiento de este líquido de encuentra deteriorado.

### **Frecuencias Y Horarios De Recolección**

La Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Becerril: EMBECERRIL S.A E.S.P., estableció las frecuencias de recolección de 2/semana. El personal asignado a la recolección es de 2 conductores y 4 ayudantes. Para prestar el servicio en los siguientes barrios, las rutas se publican al respaldo de las facturas del servicio.

### **Debilidades Del Servicio En El Componente De Recolección**

Existe incumplimiento de las frecuencias de recolección, como resultado del mal estado de los vehículos recolectores, a la fecha, sólo se cuenta con un recolector el cual presenta frecuentes fallas mecánicas

### **Cobertura En Recolección**

De acuerdo con la línea base del PGIRS, la cobertura geográfica para el componente de recolección se ha estimado en el 90%, para el área urbana.

### **Disposición Final**

El municipio de Becerril Cesar, el esquema de prestación del servicio de aseo es de carácter municipal y se hace a través de Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Becerril:" EMBECERRIL S.A E.S.P (Empresa Pública) que presta el servicio de recolección, transporte, barrido en la zona centro y disposición final, la disposición final se realiza en un botadero municipal a cielo abierto, que no cumple con las condiciones técnicas, ni ambiental, lo que representa un riesgo para la salud y el medio ambiente, lo que, genera la proliferación de vectores, malos olores y fuga de líquidos contaminados.

### **Debilidades Del Servicio En El Componente De Disposición Final**

Las debilidades manifiestas en el componente de disposición final, se derivan de los impactos ambientales y sociales generados por el botadero a cielo abierto. Por su propia condición de botadero, no cumple con las características técnicas ni sanitarias, para la disponer adecuadamente los residuos. Como impactos ambientales encontramos la generación de malos olores, la proliferación de vectores y la contaminación del agua. Contaminación del aire La disposición de los residuos sólidos a cielo abierto, origina graves problemas a la atmósfera, así como olores desagradables y problemas a la salud de la población circundante a través de los siguientes mecanismos: Incendios y/o la quema de residuos sólidos; La emisión y combustión de biogás; Suspensión de microorganismos, polvos y partículas por el viento. Con relación a los efectos sobre la atmósfera, se tiene que los principales componentes del biogás, tales como el metano, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, contribuyen al incremento de los siguientes problemas: Al deterioro de la capa de Ozono que cubre a la tierra; Al efecto de invernadero, que consiste en el incremento de la temperatura de la tierra; A la lluvia ácida, propiciada por la presencia de ácido sulfhídrico. Otro efecto importante que contribuye al impacto del aire y causa molestias a la población, es la generación de olores, los cuales son provocados por: Descomposición biológica de la parte orgánica de los residuos sólidos; Compuestos orgánicos volátiles arrastrados por el biogás; Animales en estado de descomposición. Contaminación del Suelo y de las Aguas Subterráneas Tomando en consideración que el botadero "a cielo abierto" carece de una cubierta de material (tierra), se presenta, por consiguiente, un medio altamente permeable que permite la fácil entrada del agua de lluvia a los estratos de residuos que se encuentran

acumulados, provocando por ello la saturación del medio y la percolación hacia el fondo, efectuándose a la vez, en este trayecto la disolución de sustancias y la suspensión de partículas contenidas en los residuos sólidos. Simultáneamente, existen otras sustancias que son solubles al agua y generadas como producto de los procesos de descomposición biológica de la materia orgánica incluida en los residuos sólidos, produciendo finalmente un líquido altamente contaminante conocido como lixiviado. Estos lixiviados pueden migrar hacia las aguas subterráneas o superficiales, lo que está en función de las condiciones topográficas y geohidrológicas del sitio, generando de esta forma la degradación de la calidad del suelo y del agua, poniendo en riesgo la salud de la población cuando el agua subterránea es utilizada como fuente de abastecimiento de la localidad. El riesgo que puede tener el ser humano, radica en contacto directo que tenga con lagos y ríos, y, finalmente, por la bioacumulación de algunas sustancias como los metales pesados (plomo, cadmio, etc.) en peces o cualquier otro organismo de consumo humano que esté en contacto con agua mezclada con lixiviados. Por otro lado, desde el punto de vista económico, la contaminación del suelo y la acumulación misma de los residuos ocasiona pérdidas para los agricultores y para los propietarios de predios rústicos que eventualmente podrían ser utilizados para desarrollos urbanos, comerciales, turísticos y otros. ∞ Proliferación de vectores La acumulación de residuos sólidos en los botaderos “a cielo abierto” favorece la proliferación de insectos y animales, que en algunos casos pueden convertirse en plagas. Entre los organismos más abundantes se encuentran los insectos rastreros y voladores (moscas, mosquitos y cucarachas), los roedores (ratas y ratones), las aves (chulos, gaviotas y garzas) y los mamíferos (perros, gatos, cerdos, etc.). Muchos de estos son portadores de diversas enfermedades que pueden afectar la salud del hombre y pueden generar problemas de salud pública si se desplazan hacia las áreas urbanas. Dentro de la fauna nociva, se consideran dos grupos: roedores e insectos voladores (moscas, mosquitos, etc.) y rastreros (cucarachas). Los roedores son transmisores de enfermedades mortales, tales como: leptospirosis, la peste bubónica, tifus murino y rabia. Asimismo, dañan la propiedad y contaminan los alimentos. Los insectos voladores y rastreros, muchas de las veces, son transmisores de gérmenes de enfermedades como la fiebre tifoidea,

disentería basilar, amibiasis, encefalitis, entre otros.

### **Alternativa A La Disposición Final**

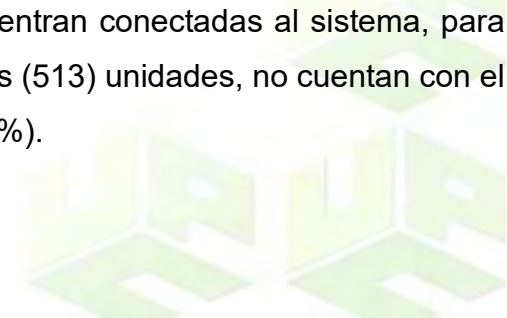
Como una contribución al saneamiento ambiental del municipio, al diseño de una política pública de manejo integral de residuos sólidos, se realizó el diseño, estudio de impacto ambiental y construcción de un relleno sanitario que está localizado al sur del municipio a 2.35 km sobre la vía que conduce al municipio de la Jagua de Ibirico, como una alternativa que permitirá, para los próximos 20 años, presentar una solución viable para la disposición final de los residuos sólidos de Becerril Cesar y de otros municipios vecinos. El lugar en donde se encuentra el relleno sanitario lo constituye un terreno con 10 Ha de forma trapezoidal. Se localizado a 2358 mts sobre la vía que conduce al municipio de La Jagua de Ibirico.

#### **5.4.18. Energía eléctrica**

Este servicio en la actualidad se presta por la empresa privada (Afinia) y su cobertura en la cabecera municipal se presta de la siguiente manera: de las (2196) unidades de viviendas visitadas, correspondiente al (100%) de las viviendas visitadas, (1.870) unidades viviendas se encuentran conectadas al sistema para un porcentaje total (87,79%) de cobertura, las restantes (256) unidades, no cuentan con el servicio para un total de déficit de cobertura del (12,21%)

#### **5.4.19. Gas Natural**

Este servicio lo presta la empresa Gases del Caribe, en forma privada de la siguiente manera: de las (2196) unidades de viviendas visitadas, correspondiente al (100%), (1613) unidades viviendas de la cabecera municipal se encuentran conectadas al sistema, para un porcentaje total (73,45%) de cobertura, las restantes (513) unidades, no cuentan con el servicio para un total de déficit de cobertura del (26,55%).



### 5.5. MARCO LEGAL

Las disposiciones legales nacionales aplicables al proyecto mediante el cual se plantea el diseño y estudios para el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros para el municipio de becerril departamento del cesar son las siguientes:

*Tabla 7: Normatividad General*

<b>Tema</b>	<b>Leyes, Decretos, Resoluciones</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>La constitución Política</b>	Artículos 79, 80 y en el numeral 8° del Artículo 95	Determina la obligación del Estado de proteger la diversidad del ambiente	De orden nacional
<b>Sanitario</b>	Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias.	Código Sanitario Nacional de aplicación en el territorio colombiano
	Decreto 2240 de 1996	Hace referencia a las condiciones sanitarias que deben cumplir las instituciones prestadoras del servicio de salud.	
<b>Residuos</b>	Ley 091 de 1979 (Congreso)	Código sanitario Nacional, establece normas generales sobre residuos líquidos y sólidos y sobre emisiones atmosféricas.	
	Resolución 2309 de 1986	Disposición de residuos especiales. (Ministerio de Salud)	
	Decreto 1713 de 2002	En su artículo 44, menciona que es responsabilidad de los generadores de escombros la recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas.	

<b>Escombros</b>	Decreto 838 De 2005	Hace referencia a escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el municipio o distrito	Aplicación y cumplimiento de orden nacional
	Resolución No. 541 de 1994	Expedida por el entonces Ministerio de Medio Ambiente “Regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.	
	Resolución No. 1115 de 2012	Secretaria distrital de ambiente Por medio del cual se reglamenta el instructivo para el ingreso a registrarse en reportes y manejo de RCD en obras públicas y privadas como transportador.	
	Resolución 472 De 2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y	

		Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.	
	Acuerdo 018 de 1989	Código distrital de policía, se refiere al dueño o ejecutor de obra que ocupe la vía pública y a quien arroje escombros a la vía pública.	
<b>Servicio publico</b>	Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos y se dictan otras disposiciones” cita en el artículo 14 “Definiciones” numeral 14.24, que el tratamiento y el aprovechamiento de los residuos sólidos, son actividades complementarias del servicio público domiciliario de aseo y que por lo tanto le son aplicables todas las normas.	Aplicación nacional de servicios públicos prestados por entidades públicas o privadas.
	Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones	
	Ley 689 de 2001	en relación con la prestación del servicio público de aseo	

<b>Medio Ambiente</b>	Ley 99 DE 1993	Mediante esta Ley se creó el que era el Ministerio del Medio de Ambiente, se reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, se organizó el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictaron otras disposiciones.	Aplicación y cumplimiento de orden nacional, con vigilancia por parte de las Entidades encargadas del manejo y administración de los recursos naturales.
	Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente título III artículo 35.	

Fuente: Autores, 2020

*Tabla 8: Normatividad específica*

<b>Decretos</b>		
<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>Decreto 190 de 2004</b>	Plan de Ordenamiento Territorial". Describe en el artículo 204, parágrafos 1 al 3, que "la disposición inadecuada de Escombros es una problemática ambiental urbana que se relaciona no sólo con la invasión de espacio público y destrucción de ecosistemas (procesos de	Aplicación y cumplimiento de orden nacional

	rellenos de humedales), sino también con deficiencias en los sistemas de acueducto y alcantarillado (obstrucciones).	
<b>Decreto Distrital 312 de 2006</b>	Por el cual se adopta el “Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos	Opcional
<b>Decreto Distrital 620 de 2007</b>	Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos sólidos, mediante la adopción de normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos sólidos, en Bogotá Distrito Capital.	Opcional
<b>Resoluciones</b>		
<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicabilidad</b>
<b>Resolución 114 de 2003</b>	Se establece el “Manual Técnico Operativo para los Concesionarios del Servicio de aseo de la ciudad”. En el Literal 2.4.3 Define que Los escombros generados por remodelaciones de vivienda	Opcional

	<p>que no requiere de licencia de construcción y cuya recolección sea solicitada por el usuario, siempre y cuando su volumen sea menor o igual a 1m<sup>3</sup> serán atendidos por los concesionarios de aseo del distrito.</p>	
--	--	--

Fuente: Autores, 2020



## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1. LÍNEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

La línea de investigación corresponde a ‘Sostenibilidad y Gestión Ambiental’.

La Sublínea de investigación es Recursos Naturales y Gestión de tratamiento de Residuos Sólidos y Líquidos, pertenecientes al programa de Ingeniería Ambiental & Sanitaria de la Facultad de Ingenierías y Tecnológicas de la Universidad Popular del Cesar.

### **6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Esta es una investigación descriptiva, porque esta describe el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen. (Lerma 2003).

Este tipo de estudio busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las descripciones se hacen por encuestas (estudios por encuestas), aunque éstas también pueden servir para probar hipótesis específicas y poner a prueba explicaciones.

### **6.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo de diseño del estudio es no experimental, tipo transversal, el cual se caracteriza por la recolección de datos en un único momento; clasificado en tipo descriptivo por la misma naturaleza de la investigación.

### **6.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Actualmente la población del municipio de Becerril Cesar cuenta con 15584 habitantes que están siendo afectados por la contaminación visual, la obstrucción del espacio público que produce los escombros producto de las edificaciones, adecuaciones y cualquier obra en construcción y de muchas otras problemáticas causadas por el uso y manejo inadecuado de los residuos especiales tipo escombros.

Cabe destacar que, mediante la realización y posteriormente implementación de este proyecto, toda la comunidad en general será la beneficiada.

### **6.5. MUESTRA POBLACIONAL**

La muestra es clasificada como no probabilística dirigida, de acuerdo con Samperio (2014) es necesario seleccionar casos o unidades por uno o varios propósitos. Es no probabilística ya que la muestra no depende de una probabilidad como tal, sino de lo que el investigador vea conveniente teniendo en cuenta las características para su respectiva muestra. Se debe mencionar que muestra son los residuos especiales tipo escombros que se generan en área urbana del Municipio de Becerril departamento del Cesar.

### **6.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

En un diseño descriptivo, un investigador sólo está interesado en describir la situación o caso bajo su estudio de investigación.

Es un diseño basado en la teoría que se crea mediante la recopilación, análisis y presentación de los datos recopilados.

### **6.7. DESARROLLO METODOLÓGICO**

#### **6.7.1. ETAPA 1: Diagnosticar la situación actual del manejo y tratamiento que se le dan a los residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril, Cesar.**

**Actividad 1.1:** Consulta de información

**Descripción:** Revisar documentos de POT, EOT donde se establecen las cantidades de infraestructuras, obras viales que se desarrollan en la zona de estudio. Se realizarán 3 visitas, visitas de inspección a las entidades públicas y empresas privadas que de una u otra manera generan residuos especiales tipo escombros, así como también a propietarios de obras, instituciones y agremiaciones de constructores del municipio y al municipio mismo.

**Actividad 1.2:** Análisis de los datos recopilados

**Descripción:** Luego de la revisión y recolección de información primaria y secundaria, se analizarán e identificarán la cantidad de residuos de escombros que se utilizan, así como

también un diagnóstico del estado actual de estos mismos.

**Actividad 1.3:** Caracterización de los residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril Cesar

**Descripción:** Caracterizar de acuerdo a los documentos establecidos en el municipio como plan de desarrollo y/o documentos POT, EOT. Determinar la clasificación de los residuos especiales tipo escombros que se pueden generar y así mismo que cantidad de estos mismos pueden ser recuperados, aprovechados como materia prima.

La metodología de la caracterización se realizará midiendo volumen, área, peso para determinar las cantidades de escombros que se generan.

Se utilizarán balanzas para pesar los escombros, así como cintas métricas para determinar volumen de los escombros.

**Actividad 1.4:** Proyección De residuos especiales tipo escombros

**Descripción:** Determinar mediante la proyección de residuos especiales tipo escombros de acuerdo a las actividades que se presentan en el municipio de Becerril para determinar el posible volumen de residuos especiales que se generan anualmente. Donde se revisarán documentos de POT, EOT, las infraestructuras, obras viales que se generarán en el municipio.

**Actividad 1.5:** Ubicación y Clasificación de sitio de disposición final acorde a la normatividad.

**Descripción:** Cabe destacar que para llevar a cabo esta actividad hay que encontrar el lugar dentro del municipio de Becerril que cuente con todas las características necesarias que debe contemplar un sitio de disposición final de residuos especiales, así como lo establece la resolución 541 de 1994 emanada por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

Cabe mencionar que este sitio se debe ubicar de acuerdo con las necesidades técnicas y económicas del municipio, para lo cual debe ser consideradas parámetros como volúmenes de producción, tipo de escombros o materiales, disponibilidad de terrenos, requerimientos de equipos y distancias de acarreo. La resolución además considera importante que se tenga en cuenta primordialmente, sitios o zonas degradadas para la ubicación del

respectivo sitio de disposición final de residuos especiales tipo escombros.

Se utilizará un GPS para conocer las coordenadas del área de estudio.

### 6.7.2. ETAPA 2. Valorar los impactos ambientales generados en el municipio de becerril por el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros.

**Actividad 2.1:** Identificación de efectos e impactos ambientales

**Descripción:** Identificar los impactos que se pueden generar durante el proceso constructivo y operativo del proyecto.

Cabe destacar que para la identificación de los efectos e impactos ambientales se realizara por medio del método matricial para identificar impactos ambientales.

Tabla 9: Ejemplo de método matricial para identificar impactos ambientales

ACCIONES PROYECTO	FACTORES AMBIENTALES	FISICO					SOC	IMPACTO DIRECTO	IMPACTO INDIRECTO
		Agua		Aire		Paisaje	Económico		
		Calidad agua	Sólidos transportad.	Ruido	Olores	Calidad			
OPERACIÓN	Recepción y almacenamiento de leche	a			b			a. Contaminación del agua b. Generación olores ofensivos	a.1 Problemas de salubridad a.2 Disminución de la disponibilidad de agua b.1 Molestias a comunidad
	Filtración		a					a. Contaminación del agua por sólidos	
	Batido			a	b			a. Incremento del ruido b. Producción olores desagradables	a.1 Molestias a comunidad
	Lavado				a			a. Producción olores desagradables	a.1 Molestias a comunidad
	Empaque					a		a. Deterioro del paisaje	
EL PROYECTO EN SU CONJUNTO							a	a. Generación de empleo	a.1 Mejora en calidad de vida

Fuente: González, J. A. (2008). Tabla 4.4 del Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades.

**Actividad 2.2:** Evaluación de los efectos e impactos ambientales

**Descripción:** Se realizará la evaluación y calificación de los efectos e impactos ambientales mediante el método de Leopold, desarrollando una matriz de efectos e impactos.

El método de Leopold Este método fue desarrollado en 1971 por la Dr. Luna Leopold y

otras personas en el Geological Survey de los Estados Unidos, especialmente para proyectos en construcción. Corresponde a un método de evaluación de impactos. (González, J. A., 2008).

Tabla 10: Ejemplo de Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales

		FACTORES AMBIENTALES.	AIRE CALIDAD (material particulado)	SUELO EROSIÓN (pérdida de suelo)	PAISAJE DESARMONIZACIÓN	VEGET. COBERTURA VEGETAL	ECONÓM. NIVEL DE INGRESOS (incremento)	SÍNTESIS				
								Número de interacciones		$\Sigma$		
ACCIONES DEL PROYECTO								+	-	+	-	
Construcción	Remoción de vegetación				- 2/8	- 9/2				2		11/10
	Cortes, explanaciones y llenos		- 8/9	- 2/4	- 5/6					3		15/19
	Transporte material		- 4/8							1		4/8
	Desvío de quebrada											
	Construcción bocatoma						- 5/8			1		5/8
	Construcción de estructuras				- 3/5			+ 7/10	1	1	7/10	3/5
Operación	Descarte diario de mortalidad											
	Remoción de camas/recolección abonos											
	Transp. insumos/transp. producto terminado		- 5/9						1		5/9	
	Administración y operación de la granja						+5/8	1		5/8		
	Aplicación de orgánicos											
Síntesis	Numero de interacciones	+					2	2				
		-	3	1	3	2			9			
	$\Sigma$	+					12/18			12/18		
		-	17/26	2/4	10/19	14/10						43/59
PROMEDIO DEL PROYECTO										+	6.0/9.0	
										-	4.8/6.5	

Fuente: González, J. A. (2008). Tabla 4.10 del Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades.

### Actividad 2.3: Análisis de resultados

**Descripción:** En esta actividad evaluaremos esos resultados de la matriz de impactos ambientales. Mediante las siguientes especificaciones:

- Las acciones ambientales que causaron un mayor impacto y de qué tipo
- Los factores ambientales que reciben mayor impacto y de qué forma
- El número de impactos positivos y negativos
- La calificación global de los impactos negativos y positivos del proyecto

- El ordenamiento de los impactos.

### **6.7.3. ETAPA 3: Plantear alternativas sostenibles para la generación, presentación, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de residuos especiales tipo escombros generados en el municipio de becerril.**

**Actividad 3.1.:** Análisis y Planteamiento de alternativas en la generación, presentación, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos de residuos especiales tipo escombros

**Descripción:** Se planteará alternativas de recolección, transporte, aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos. Se proponen alternativas de acuerdo a los resultados obtenidos, entre la disposición final directa de los residuos y de estos residuos para actividades como: material de vías etc.

En esta etapa de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnostico se plantearán diferentes alternativas para hacer analizadas en sus aspectos técnicos, ambientales y sociales.

**Actividad 3.2.:** Selección de la mejor alternativa

**Descripción:** Teniendo en cuenta los aspectos técnicos, legales, ambientales y sociales se determinará la mejor alternativa que se puede ejecutar en el municipio de Becerril–cesar, para el transporte, recolección, aprovechamiento y disposición final de los residuos RDC.

**Actividad 3.3.:** Socialización de resultados al municipio de becerril-cesar

**Descripción:** Propiciar en la comunidad del municipio de becerril la socialización de los resultados con la puesta en marcha de la construcción y operación del proyecto. Se realizará una sensibilización a la población del municipio de becerril cesar en el manejo de los residuos especiales tipo escombros desde la separación en la fuente, reciclaje, aprovechamiento y disposición final de estos mismos, aplicando estrategias lúdicas y didácticas que permitan un mayor conocimiento de la comunidad en las temáticas propuestas y contribuir a un mejor manejo de los residuos especiales tipo escombros en el municipio, como aporte a una estrategia de cumplimiento de la gestión ambiental.

## **7. ANALISIS Y RESULTADOS**

**7.1. Diagnosticar la situación actual del manejo y tratamiento que se le dan a los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril cesar.**

### **7.1.1. Consulta de información**

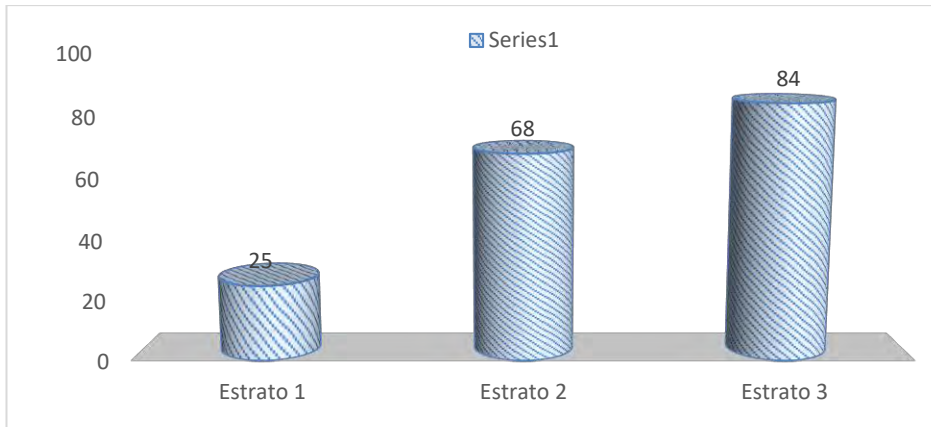
Mediante la Alcaldía Municipal en la Oficina de Planeación y de manera específica en la observación directa de los sitios donde están ubicados los focos de escombros; Se realizaron visita en campo y se realizó la georreferenciación de los diferentes puntos que son tomados por los habitantes del casco urbano del municipio de Becerril como botaderos satélites (ilegales) de escombros.

Se realizaron reuniones, entrevistas a personas encargadas de las entidades públicas y empresas privadas que de una u otra manera generan residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril, así como también a propietarios de obras que se desarrollan, a instituciones y agremiaciones de constructores. Estos mismos nos dieron información de los diferentes residuos especiales tipo escombros que se utilizan en el municipio.

Se realizó recolección de información secundaria sobre tema claves, como es el estado del PGIRS del municipio, disposición final de los residuos, aprovechamiento de residuos reciclables, estado de los vehículos de recolección y cantidades de generación de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril – Cesar. Dentro de las fuentes secundarias se obtuvo información suministrados por la Oficina de Planeación de la Alcaldía del Municipio información que la alcaldía del municipio nos aportó, la comunidad del municipio de becerril y además acceso a libros, publicaciones y portales en Internet.

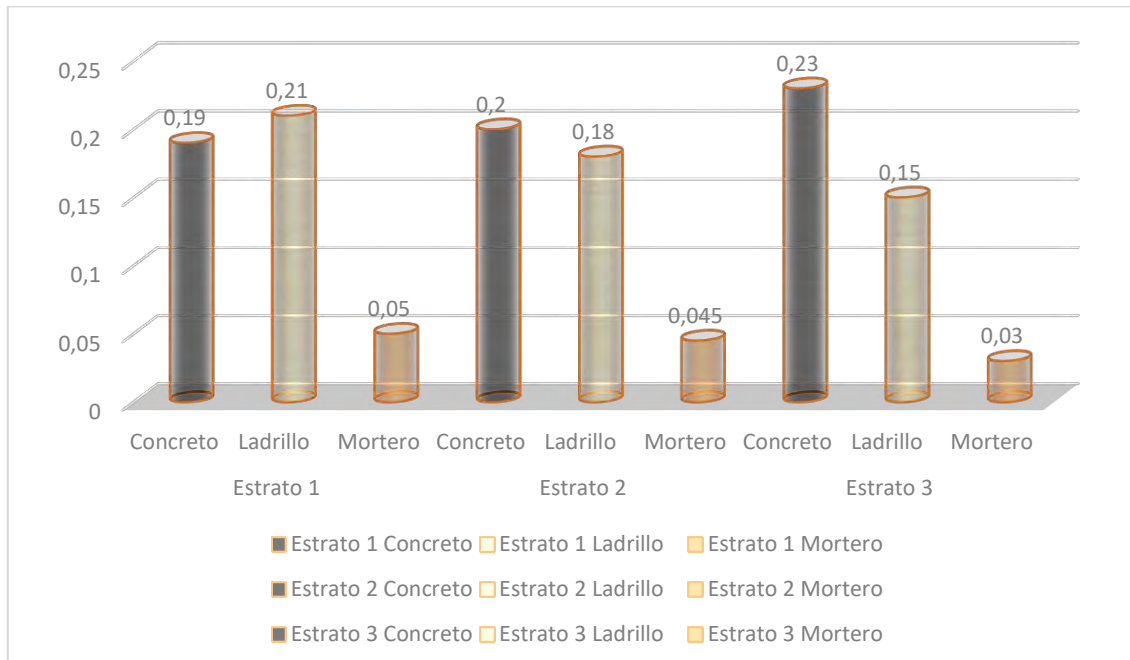
Teniendo en cuenta dicho diagnostico se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se evidencia Que más del 90% de las viviendas en el perímetro urbano del Municipio se encuentran en los estratos 1 y 2 y, las viviendas del estrato 3 llegan aproximadamente al 10%



**Grafico 1.** Área construida por vivienda M2.

Además, se pudo esclarecer con las áreas construidas, que estas mismas aumentan de acuerdo con los estratos más altos presentes en el Municipio de Becerril.



**Grafico 2:** Cantidad por m2 (Tn/m2) por Estrato

Se puede observar que, en el caso de las casas, la cantidad de concreto por m<sup>2</sup> aumenta considerablemente en los estratos 2 y 3, mientras que la cantidad de ladrillo disminuye, es decir que el ladrillo como material de construcción pierde importancia. Sin embargo, el ladrillo se constituye como elemento fundamental para los procesos constructivos en el Municipio de Becerril Cesar.

### **Entrevistas y Encuestas**

Se aplicó una encuesta (ver anexo 4) estilo cuestionario, de trece (13) preguntas, a treinta y dos (32) habitantes del municipio de Becerril, donde el objetivo de estas mismas era conocer un poco del conocimiento que tiene la comunidad sobre los residuos especiales tipo escombros, sus beneficios, sus impactos, así como también conocer los sitios que utiliza la comunidad para disponer los residuos tipo escombros, determinar la participación de la comunidad en el desarrollo del proyecto e indagar de las posibles soluciones a la problemática del mal manejo de estos mismos.

A continuación, se mostrará los resultados generales del resumen de respuesta, a las preguntas realizadas en el formato de encuesta.

#### **1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?**

Como resultado final de esta pregunta, se obtuvo que aproximadamente el 100% de los encuestados tiene un pequeño concepto sobre los residuos especiales tipo escombros.

#### **2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?**

Como resultado de esta pregunta se obtuvo que aproximadamente el 70% de los encuestados los depositan a las afueras del municipio de Becerril en la salida del municipio que conduce hasta Valledupar y a las Jagua de Ibirico. El otro 20% por ciento indicó que les paga a unos carretilleros para que los depositen en donde ellos quieran y no conocen su destino final y el 10% restante los deposita afuera de su casa.

**3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?**

En los resultados de esta pregunta se tiene que aproximadamente el 60 % de los encuestados no tiene conocimiento de un sitio adecuado para la disposición final de residuos especiales tipo escombros y el 40% el único sitio que conocen para llevar estos mismos residuos es a las a fueras del municipio.

**4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)**

En resultados a esta pregunta se tiene que el 100% de los encuestados no sabe si los sitios donde dispone los residuos especiales tipo escombros son públicos o privados.

**5. ¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?**

Como resultado a esta pregunta se tiene que el 90 % de los encuestados solo conoce residuos de concreto (hormigón), y el 10 % restante conoce lo que son ladrillos y hormigón. La comunidad como tal de este municipio tiene muy poco conocimiento de los diferentes residuos tipo escombros que se generan y que hay en su municipio.

**6. Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)**

Como resultado a esta pregunta se tiene que el 70 por ciento de los encuestados dice que son urbana y el 30% restante dicen que no sabe.

**7. ¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.**

Se tiene que un 99% de los encuestados no tiene conocimiento de los beneficios que conlleva un buen uso y disposición final de los residuos especiales tipo escombros. Cabe destacar que solo una persona argumento que sirven para relleno.

**8. ¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?**

Se obtuvo que el 100% de los encuestados les parece que es adecuado para el municipio de becerril un sitio óptimo para la disposición de los residuos especiales tipo escombros ya que con la implementación de un buen sitio se minimizaran los impactos ambientales que generan estos mismos.

**9. ¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.**

El 100% de los encuestados manifestó que no sabe de ningún sitio para la disposición final de los residuos especiales tipo escombros.

**10. ¿Cuál son los aspectos que usted cree que atentan contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición dentro del municipio de becerril-Cesar? (Múltiple Opción)**

- Desconocimiento sobre el tema
- Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional
- Falta de recursos para manejo de residuos
- Falta de un ente que recoja los residuos de escombros
- Alto costo asociado al manejo de escombros
- Falta de conciencia ambiental
- Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

Como resultados de esta pregunta los encuestados marcaron todas las alternativas, ya que según su respuesta ellos consideran que todos esos aspectos, afectan negativamente la gestión integral de los residuos especiales tipo escombros.

**11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?**

Según los encuestados el 100% indica que en el municipio de becerril, cesar no se evidencia ninguna empresa encargada de la recolección, transporte y disposición final de sus residuos especiales tipo escombros.

**12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?**

Como resultado se obtuvo que el 100% de los encuestados les parece una excelente alternativa la implementación de un proyecto que su municipio en el cual se mejore la gestión integral de los residuos especiales tipo escombros, ya que con la puesta en marcha de un proyecto de esto se beneficiara toda la comunidad del municipio.

**13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?**

Como resultado se obtuvo que el 100% de los encuestados les parece una excelente idea hacer parte de actividades dedicadas a fortalecer la gestión integral de sus residuos especiales tipo escombros, ya que según ellos aportando su participación colocaran su granito de arena para sacar adelante su municipio.

Algunas evidencias de los resultados de estas encuestas se observan en el anexo 5.

### **7.1.2. Análisis de los datos recopilados**

La información recopilada a través de las fuentes primarias y secundarias se depuró y analizó, para posteriormente elaborar las respectivas tablas, y diagramas, que dieron solución al problema de investigación, para el proyecto diagnostico socio ambiental para el establecimiento de la escombrera en el municipio de Becerril-Cesar.

- Se recopiló documentación que contenía información histórica en la Alcaldía municipal, concerniente a todo lo que ha sido el manejo de escombros en el municipio de Becerril-Cesar.

- Se realizaron varias 6 Socializaciones de la propuesta del proyecto, hacia la comunidad (reuniones de socialización) donde se les explico el proyecto y los beneficios que este mismo generaría si se implementa en el municipio, dándonos como resultado una aceptación del 100% por parte de toda la comunidad del municipio que nos brindó su tiempo y espacio para socializarle el proyecto.
- Se Diseñaron estrategias de captura de información en campo (formatos de campo, encuestas, entrevistas, convocatorias reuniones informativas y de acercamiento) para determinar las condiciones actuales del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos especiales tipo escombros.
- Se Capturó información socioeconómica de la actividad (fuente carretilleros, constructoras y/o productores de residuos sólidos especiales), donde ellos nos suministraron información necesaria para determinar los focos de contaminación, el mal manejo que se les brinda a los escombros en el municipio de becerril ya que el municipio no cuenta con un lugar adecuado para su respectiva disposición final.
- Se realizó una investigación sobre la información socio ambiental de la actividad. (fuente, organizaciones sociales y comunidades afectadas por la problemática).
- Se llevaron a cabo salida de campo para identificación y evaluación de focos ilegales de disposición de residuos sólidos especiales donde se determinó los diferentes sitios que utiliza toda la comunidad del municipio de Becerril para disponer los residuos especiales tipo escombros.
- Se realizó una salida de campo, para determinar las condiciones actuales del municipio frente a la mala disposición final de escombros y lograr determinar los impactos negativos que este mismo residuo genera en el municipio.
- Se llevó a cabo una sistematización y análisis de información donde se tuvo en cuenta toda la información primaria y secundaria obtenida en las diferentes visitas de campo, entrevistas realizada en el municipio.

**Georreferenciación de los sitios ilegales para la disposición final de residuos especiales tipo escombros en becerril:** mediante la Utilización de la herramienta Google maps, visitas de campos y la información recolectada por parte de los constructores, urbanizadores y comunidad del municipio de becerril cesar, se localizan las áreas de disposición final de residuos especiales tipos escombros que son llamadas botaderos satélites estos mismos ilegales. En La ciudad se encontraron 3 zonas que las hemos llamado puntos ilegales. Las zonas son:

*Tabla 11: Sitios satélites para la disposición final de escombros encontrados en el municipio de Becerril, Cesar*

<b>PUNTOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>
<b>Número del punto</b>	<b>Descripción</b>
<p><b>Punto 1</b> Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar</p>	<p>Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.), Agregados sedimentarios (Rocas), Madera, Mampostería (ladrillos y bloques), Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso), Arena.</p>
<p><b>Punto 2</b> Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar</p>	<p>Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.), Agregados sedimentarios (Rocas), Madera, Mampostería (ladrillos y bloques), Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso), Arena. Plástico, Agregado grueso, Residuos de Llantas.</p>
<p><b>Punto 3</b></p>	<p>Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.), Agregados sedimentarios (Rocas), Madera,</p>

Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico	Mampostería (ladrillos y bloques), Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso), Arena.
<b>Punto 4</b> Calle Palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro	Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.), Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso), Arena.
<b>Punto 5</b> Escombros ubicados en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo	Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.), Mampostería (ladrillos y bloques), Porcelanas (Enchapes, Tabletas para Piso), Arena.

Fuente: Autores, 2021

### **7.1.3. Caracterización de los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril cesar**

Para realizar esta caracterización, se tuvo en cuenta el diagnóstico de la situación actual de los escombros en el municipio de Becerril, Cesar; donde fue muy importante haber determinado los puntos críticos de disposición de residuos especiales tipo escombros que se encuentran en el municipio; Una vez teniendo los puntos críticos se procedió a realizarle una caracterización donde los resultados se muestran a continuación:

#### **Medición del peso de los escombros de los residuos especiales tipo escombros:**

Las muestras se toman directamente de los puntos seleccionados para los RCD de manera aleatoria, bolsas negras y una báscula electrónica para pesarlas. La clasificación se hace manualmente separando los materiales encontrados en diferentes grupos, seguidamente se pesa cada grupo de material para determinar el porcentaje de contenido en peso de cada uno de ellos. (Agudelo, Rodríguez., 2014) El proceso se repite de manera sistemática en cada zona de los puntos críticos encontrados.



*Imagen 3: Balanza electrónica*

En la imagen 3 se evidencia el equipo utilizado para pesaje de los residuos especiales tipo escombros encontrados en los cinco puntos localizados, la cual corresponde a una balanza electrónica. Cabe destacar que el pesaje se llevó a cabo después de haber realizado una separación de los diferentes residuos encontrados en los puntos críticos.



*Imagen 4: Evidencia del proceso de separación de residuos para su respectivo pesaje*

Se visitaron cada uno de los sitios ilegales de disposición de residuos especiales tipo

escombros y se clasificaron las muestras de acuerdo al tipo de material, con ello hicimos un marcaje de los materiales del sitio y los dispusimos en bolsas negras para su respectivo pesaje.



*Imagen 5: Evidencia del proceso de pesaje*

A Continuación se mostrarán los resultados del peso para cada uno de los sitios satélites (ilegales) encontrados para la disposición final de los residuos especiales tipo escombros:

*Tabla 12: Pesos y Porcentaje en peso del punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar.*

No	MATERIAL	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	478,37	41,48
2	Agregados sedimentarios (Rocas)	215,05	18,65
3	Madera	89,67	7,78
4	Mampostería (ladrillos y	157,12	13,62

	bloques)		
5	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	32,9	2,85
6	Arena	180,09	15,62
<b>Total</b>		<b>1153,20</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 13: Pesos y Porcentaje en peso del punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar

No	MATERIAL	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	724,9	37,99
2	Plástico	34,28	1,80
3	Agregados sedimentarios (Rocas)	355,09	18,61
4	Agregado grueso	125,68	6,59
5	Madera	57,81	3,03
6	Residuos de Llantas	32,96	1,73
7	Mampostería (ladrillos y bloques)	190,32	9,97
8	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	41,89	2,20
9	Arena	345,07	18,09
<b>Total</b>		<b>1908,00</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 14: Pesos y Porcentaje en peso del punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico

No	MATERIAL	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	251,23	23,31
2	Madera	33,01	3,06
3	Mampostería (ladrillos y	179,4	16,64

	bloques)		
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	71,03	6,59
5	Arena	263,79	24,47
6	Agregados sedimentarios (Rocas)	279,5	25,93
<b>Total</b>		<b>1077,96</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 15: Pesos y Porcentaje en peso del punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro

No	MATERIAL	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	97,36	76,03
2	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	18,9	14,76
3	Arena	11,79	9,21
<b>Total</b>		<b>128,05</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 16: Pesos y Porcentaje en peso del punto 5 ubicados en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo

No	MATERIAL	PESO (KG)	% EN PESO
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC)	49,66	49,80
2	Mampostería (ladrillos y bloques)	15,12	15,16
3	Arena	16,02	16,06
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	18,92	18,97
<b>Total</b>		<b>99,72</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Autores, 2021

Teniendo en cuenta los pesos para cada tipo de residuo generados en los 5 puntos

seleccionados, se tiene como resultado que el punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar, esta misma se constituye como la zona con mayor cantidad de peso de escombros, donde los residuos que más se evidencian son el concreto, arena y respectivamente la mampostería (ladrillos y bloques).

**Medición de Volumetría en campo:** Ya separados los residuos y agrupados en montículos se dispuso como trabajo en campo realizar la volumetría en cada lugar de influencia

La medición de volumetría en campo, se realiza de acuerdo a una forma geométrica rectangular en donde se contemplan tres sencillas dimensiones con lo cual se mide el volumen, y se obtiene las cantidades en M3 de material.

Cuando se delimita el área se mide la altura crítica del montículo de escombros, con lo cual se asume uniforme para toda el área de influencia, luego se establece el volumen del montículo de referencia, mediante la Ecuación.

$$V = ( B * L * H) \quad \text{Ecuación 3. Volumen de forma Reunida.}$$

Donde:

V = Volumen

B= Ancho de forma

L = Largo de forma

H= Altura

A continuación se mostrará cómo se llevó a cabo el cálculo de nuestros volúmenes:

*Tabla 17: Características Punto 1 Concreto*

<b>punto 1 Característica</b>	<b>Ancho (B)</b>	<b>Largo (L)</b>	<b>Alto (H)</b>
Concreto (pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	3	5	1,3

Fuente: Autores, 2021

Teniendo en cuenta las medidas para nuestros puntos de acuerdo a cada residuo, procedimos a utilizar la ecuación 3 para el cálculo del volumen de concreto en el punto 1.

$$v = (B * L * H)$$

$$v = (3 * 5 * 1.3)$$

$$v = 19,5 m^3$$

El resultado para nuestro volumen de concreto para nuestro punto 1, fue de  $19,5 m^3$ . En ese mismo orden se llevo acabo los diferentes volúmenes para todos los residuos generados en los 5 puntos seleccionados. Cabe destacar que para cada residuo generado en los 5 puntos seleccionados se les tomaron sus respectivas medidas (Ancho, Largo, Alto). A Continuación se mostrarán los resultados del volumen y su respectivo porcentaje para los 5 puntos seleccionados:

*Tabla 18: Volumen y Porcentaje de volumen del punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar.*

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	% EN VOLUMEN
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	19,50	32,18
2	Agregados sedimentarios (Rocas)	10,80	17,82
3	Madera	4,80	7,92
4	Mampostería (ladrillos y bloques)	9,00	14,85
5	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	4,50	7,43
6	Arena	12,00	19,80
<b>Total</b>		60,60	100

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 19: Volumen y Porcentaje de volumen del punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar*

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	% EN VOLUMEN
----	----------	--------------	--------------

1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	38,40	36,61
2	Plástico	0,80	0,76
3	Agregados sedimentarios (Rocas)	22,40	21,36
4	Agregado grueso	5,40	5,15
5	Madera	3,00	2,86
6	Residuos de Llantas	1,40	1,33
7	Mampostería (ladrillos y bloques)	8,40	8,01
8	Porcelanas ( Enchapes, Tabletillas para Piso)	1,40	1,33
9	Arena	23,68	22,58
<b>Total</b>		<b>104,88</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 20: Volumen y Porcentaje de volumen del punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico*

<b>No</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>VOLUMEN (M3)</b>	<b>% EN VOLUMEN</b>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	14,40	23,49
2	Madera	4,00	6,53
3	Mampostería (ladrillos y bloques)	9,60	15,66
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletillas para Piso)	0,90	1,47
5	Arena	18,75	30,59
6	Agregados sedimentarios (Rocas)	13,65	22,27

<b>Total</b>	61,30	100
--------------	-------	-----

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 21: Volumen y Porcentaje de volumen del punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro*

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	% EN VOLUMEN
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	0,65	54,17
2	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	0,20	16,67
3	Arena	0,35	29,17
<b>Total</b>		1,20	100

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 22: Volumen y Porcentaje de volumen del punto 5 ubicado en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo*

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	% EN VOLUMEN
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	0,44	18,41
2	Mampostería (ladrillos y bloques)	0,20	8,37
3	Arena	0,35	14,64
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	1,40	58,58
<b>Total</b>		2,39	100

Fuente: Autores, 2021

Teniendo en cuenta los pesos y los volúmenes encontrados en los 5 puntos seleccionados, a continuación, se mostrarán el resumen total de la cantidad de residuos especiales tipo escombros presentes en el municipio de Becerril, Cesar.

Tabla 23: Peso y Volumen General de cada residuo

No	MATERIAL	VOLUMEN (M3)	PESO (KG)
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	73,39	1601,52
2	Plástico	0,80	34,28
3	Agregados sedimentarios (Rocas)	46,85	849,64
4	Agregado grueso	5,40	125,68
5	Madera	11,80	180,49
6	Residuos de Llantas	1,40	32,96
7	Mampostería (ladrillos y bloques)	27,20	541,96
8	Porcelanas ( Enchapes, Tabletillas para Piso)	8,40	164,72
9	Arena	55,13	816,76
<b>Total</b>		<b>230,37</b>	<b>4348,01</b>

Fuente: Autores, 2021

Teniendo en cuenta los resultados del cuadro #, se puede mencionar que actualmente en el municipio de Becerril, Cesar hay en diferentes residuos especiales tipo escombros y que estos mismos en total cuentan con un peso en KG de 4348,01 aproximadamente, así como también un volumen en M3 de 230,37.

Importante resaltar que como resultado se tiene que el concreto y arena, se constituyen como los residuos con más peso y con mayor volumen presentes en el municipio de Becerril, Cesar. Se menciona también los residuos de mampostería los cuales se constituyen como los terceros residuos especial tipo escombros más presente según su KG en peso. Los residuo que menos se evidencia de acuerdo a su peso y volumen son el plástico y residuos de llantas.

Observando los resultados de concreto y su porcentaje en peso y volumen se relaciona como el elemento de mayor generación no solo en Becerril, Cesar sino a nivel nacional; Según Estadísticas de Concreto Premezclado se ha evidenciado que este mismo anualmente viene en un proceso de crecimiento, y este mismo aumento se explica principalmente por el incremento de las construcciones y edificaciones que se vienen presentando a nivel nacional.

**Determinación de la Densidad de los puntos críticos seleccionados:** Los escombros tienen una variabilidad en cuanto a peso y volumen. A continuación se muestra el cálculo de densidad de los diferentes puntos:

$$D = \frac{M(\text{Peso de residuo de construcción})}{V(\text{Volumen de forma reunida})} \quad \text{Ecuación 5. Densidad de los escombros.}$$

A Continuación se mostrarán las diferentes densidades de los residuos de los 5 puntos seleccionados:

*Tabla 24: Densidad punto 1 Avenida 49 margen derecha salida del municipio de Becerril vía Valledupar*

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	24,53
2	Agregados sedimentarios (Rocas)	19,91
3	Madera	18,68
4	Mampostería (ladrillos y bloques)	17,46
5	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	7,31
6	Arena	15,01
<b>Total</b>		<b>102,90</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 25: Densidad punto 2 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía Valledupar

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	18,88
2	Plástico	42,85
3	Agregados sedimentarios (Rocas)	15,85
4	Agregado grueso	23,27
5	Madera	19,27
6	Residuos de Llantas	23,54
7	Mampostería (ladrillos y bloques)	22,66
8	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	29,92
9	Arena	14,57
<b>Total</b>		<b>210,82</b>

Fuente: Autores, 2021

Tabla 26: Densidad punto 3 Avenida 49 margen Izquierda salida del municipio de Becerril vía la Jagua de Ibirico

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	17,45
2	Madera	8,25
3	Mampostería (ladrillos y bloques)	18,69
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	78,92
5	Arena	14,07
6	Agregados sedimentarios	20,48



	(Rocas)	
<b>Total</b>		157,85

Fuente: Autores, 2021

Tabla 27: Densidad punto 4 Calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37 Barrio Centro

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	149,78
2	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	94,50
3	Arena	33,69
<b>Total</b>		277,97

Fuente: Autores, 2021

Tabla 28: Densidad punto 5 ubicado en la carrera 5 #3b-47 barrio el Trujillo

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	112,86
2	Mampostería (ladrillos y bloques)	75,60
3	Arena	45,77
4	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	13,51
<b>Total</b>		247,75

Fuente: Autores, 2021

Tabla 29: Densidad General de los residuos

No	MATERIAL	Densidad Kg/m <sup>3</sup>
----	----------	-------------------------------

1	Concreto ( pañetes, Estructuras, Vigas, Columnas, ETC.)	18,88
2	Plástico	42,85
3	Agregados sedimentarios (Rocas)	15,85
4	Agregado grueso	23,27
5	Madera	19,27
6	Residuos de Llantas	23,54
7	Mampostería (ladrillos y bloques)	22,66
8	Porcelanas ( Enchapes, Tabletas para Piso)	29,92
9	Arena	14,57
<b>Total</b>		<b>210,82</b>

Fuente: Autores, 2021

Cabe destacar dentro de la información recolectada y teniendo en cuenta las respectivas visitas realizadas al municipio de Becerril, y los resultados de la caracterización se puede mencionar y destacar que en el municipio de Becerril, Cesar se genera una cantidad considerable y recuperable de Residuos especiales tipo escombros, que pueden ser aprovechados como materia prima en la inversión de proyectos de infraestructura y lo establecido el Plan de desarrollo establecido para el Municipio, y la generación de fuentes de materiales primas para obras de construcción entre otros. Pero para eso es necesario un cambio de política de manejo de residuos sólidos y su gestión ambiental en materia de residuos especiales tipo escombros y la aplicabilidad de políticas locales de recuperación.

#### **7.1.4. Proyección De residuos especiales tipo escombros**

El volumen de los residuos especiales tipo escombros está aumentando notablemente en el Municipio debido a la reactivación de la construcción de viviendas de interés social,

construcciones privadas y en general obras de remodelación urbanística. El aumento de estos residuos tiene graves repercusiones en el medio ambiente, la salud pública, así como el deterioro, obstaculización de las vías de circulación vehicular como las peatonales.

La proyección de la generación de este tipo de residuos, se basa en indicadores del sector de la construcción, como la construcción de viviendas nuevas y la producción de escombros medidos en m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> de construcción y/o remodelación de las mismas. Los cálculos que se justifican en la tabla 1, se realizaron bajo ciertas condiciones. En cuanto a los Residuos de Construcción se utilizó un valor de 0.61 m<sup>3</sup> de escombros por m<sup>2</sup> de construcción nueva (<sup>2</sup>). Tomando en cuenta una densidad de los escombros de 1,35 t/m<sup>3</sup> se obtiene un valor de 0.83 t/m<sup>2</sup>.

*Tabla 30: Proyección Escombros*

Año	M <sup>2</sup> Construcción	Incremento Construcción 1% anual	Producción RCD (M <sup>3</sup> / día)	Producción RCD(Ton/día)	Producción RCD (Ton/sem)	Producción RCD (Ton/mes)	Producción RCD (Ton/año)
2012	540.77	1%	329.87	445.32	3117.27	12469.07	149628.90
2013	546.18	1%	333.17	449.78	3148.44	13493.32	164168.73
2014	551.64	1%	336.50	454.28	3179.93	13628.25	165810.41
2015	557.16	1%	339.87	458.82	3211.73	13764.54	167468.52
2016	562.73	1%	343.26	463.41	3243.84	13902.18	169143.20
2017	568.35	1%	346.70	468.04	3276.28	14041.20	170834.64
2018	574.04	1%	350.16	472.72	3309.04	14181.62	172542.98
2019	579.78	1%	353.66	477.45	3342.13	14323.43	174268.41
2020	585.58	1%	357.20	482.22	3375.56	14466.67	176011.10
2021	591.43	1%	360.77	487.04	3409.31	14611.33	177771.21
2022	597.35	1%	364.38	491.91	3443.40	14757.45	179548.92

Fuente: Estudio con muestras aleatorias en el Perímetro urbano del Municipio – Secretaría de Planeación.

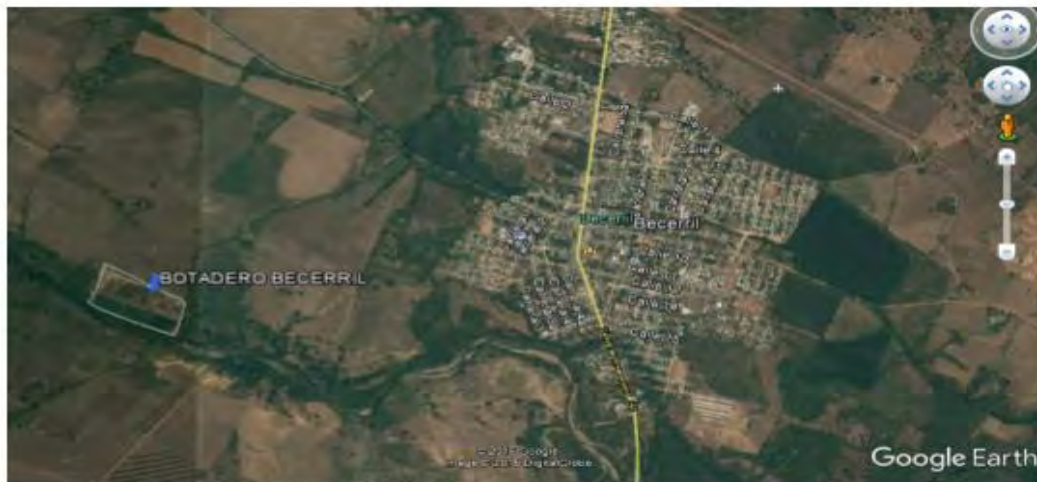
### 7.1.5. Ubicación y Clasificación de sitio de disposición final acorde a la normatividad.

Cabe destacar que el lugar de disposición final de residuos especiales tipo escombros seleccionado es el botadero a cielo abierto del Municipio ya que este mismo lugar está ubicado en terrenos propios según datos obtenidos de la oficina de planeación municipal. También mencionar que este lugar es seleccionado como alternativa por el amplio terreno con el que cuenta. Los residuos especiales tipo escombros no se mezclarán con los residuos sólidos y/o líquidos que se evidencien en dicho lugar, ya que posteriormente se decida implementar la escombrera municipal en este lugar se adecuara el lugar para que pueda operar con las condiciones adecuadas. Importante tener en cuenta que al momento de la puesta del proyecto el botadero a cielo abierto sufrirá una restauración paisajística favorable.



*Imagen 6: Entrada de botadero por la vía de Becerril. Escala Indeterminada*

*Fuente: (Google Earth, 2019)*



*Imagen 7. Vista Aérea del botadero a cielo abierto del municipio de Becerril. Escala Indeterminada*

*Fuente: Tomada de Google Earth. 2019*

### **7.1.5.1 Factores locales para la ubicación.**

#### **Lugar de emplazamiento**

La elección del emplazamiento de un botadero se debe basar en criterios técnicos, económicos, ambientales y socioeconómicos, etc. En los criterios específicos más importantes se encuentra la distancia de transporte desde la explotación hasta la escombrera, que afecta al costo total de la operación; la capacidad de almacenamiento necesaria, que viene impuesta por el volumen de estériles a mover; las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural y las restricciones ecológicas existentes en el área de implementación.

Antiguamente, la elección de una alternativa de emplazamiento se basaba únicamente en los costos de operación, pero actualmente las consideraciones ambientales han incrementado su importancia pasando a estar en algunos casos por encima de las económicas.

#### **Selección del sitio**

El sitio establecido para el relleno sanitario fue seleccionado en base a lo establecido por

la administración y las observaciones hechas en campo, teniendo en cuenta que no se define ningún sitio potencial dentro de lo establecido en el EOT municipal o el Plan de Desarrollo.

De esta manera, el sitio de disposición final usado actualmente fue tenido en cuenta como la principal alternativa, teniendo en cuenta que cumple con todos los requisitos establecidos en la legislación y el RAS 2000 para la ubicación de rellenos sanitarios. Además, es un área ya degradada y así no se crearían impactos ambientales en otro sitio diferente.

Para evaluar la conformidad del sitio seleccionado, se utilizaron los criterios sugeridos por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y acordes a los lineamientos del RAS 2000 en su capítulo F:

### **Capacidad**

El área donde se ubicará la escombrera municipal, debe ser suficiente para permitir que la vida útil de este sea compatible con la producción proyectada de escombros a disponer en el mismo. Por lo tanto, este criterio se calificará en función de la cantidad de residuos que se puedan disponer dando 0 puntos para una capacidad igual o menor a 0.5 veces la producción de residuos producidos en treinta (30) años, hasta 200 puntos para una capacidad igual o mayor a 1.5 veces la producción de residuos sólidos producidos en treinta años (30) años, calificándose en forma lineal a partir de 0.5 veces la producción de residuos producidos en los treinta (30) años.

### **Ocupación actual del área.**

Determina las actividades que actualmente se vienen realizando con el objeto de prever posibles impactos sobre la comunidad o los recursos naturales dando un puntaje así:

Suelo Rural (80 puntos)

Suelo Suburbano (60 puntos)

Suelo de Expansión Urbana (40 puntos)

Suelo Urbano (20 puntos)

Otros suelos de protección (0 puntos)

Por ser suelo rural, el sitio seleccionado tiene 80 puntos.

### **Accesibilidad vial.**

Este criterio corresponde a la facilidad y economía que la persona prestadora del servicio público de aseo en el componente de recolección y transporte, tiene para llevar los residuos sólidos al área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario. El criterio se divide en los siguientes subcriterios:

Condiciones de la vía principal (puntaje máximo 20 puntos)

Pavimentada (20 puntos)

Sin pavimentar (8 puntos)

Por estar pavimentada la vía, el sitio obtiene 20 puntos.

Pendiente promedio de la vía principal (puntaje máximo 20 puntos)

0-3% (20 puntos)

3,1-5% (12 puntos)

5,1-7% (8 puntos)

7,1 y mayores (0 puntos)

La pendiente de la vía principal es menor al 3%, por tanto, obtiene 20 puntos.

Distancia de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

0 a 5 km (20 puntos)

5,1 al 10 km (12 puntos)

10,1 a 15 km (4 puntos)

Mayor de 15 km (0 puntos)

La distancia entre la vía de acceso y el sitio seleccionado es de menos de 5 Km, por tanto, el sitio obtiene 20 puntos.

Pendiente promedio de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

0-3% (20 puntos)

3,1-5% (12 puntos)

5,1-7% (8 puntos)

7,1 y mayores (0 puntos)

La vía principal tiene una pendiente menor del 3%. Por tanto, el sitio obtiene 20 puntos por este subcriterio.

Número de vías de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

2 o más vías (20 puntos)

Una vía (8 puntos)

No hay vías (0 puntos)

El sitio cuenta con una sola vía de acceso, por tanto, obtiene 8 puntos.

Condiciones de la vía de acceso (puntaje máximo 20 puntos)

Pavimentada (20 puntos)

Afirmado (12 puntos)

Carreteable (8 puntos)

Trocha/no existe (0 puntos)

La vía de acceso al sitio es carreteable, obteniendo 8 puntos.

### **Condiciones del suelo y topografía.**

Este criterio determina las facilidades de construcción, operación y trabajabilidad en el área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario, calificadas bajo los siguientes subcriterios:

La pendiente promedio del terreno (puntaje máximo 40 puntos):

0,1% - 3% (40 puntos)

3,1% - 7% (30 puntos)

7,1% - 12% (20 puntos)

12,1% - 25% (10 puntos)

Mayor de 25% (0 puntos)

De acuerdo a este subcriterio, el sitio obtiene un puntaje de 30 puntos.

La facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario (puntaje máximo 40 puntos):

Muy fácil (40 puntos)

Fácil (32 puntos)

Regular (20 puntos)

Difícil (12 puntos)

Imposible (0 puntos)

El terreno presenta condiciones en que se hace fácil el movimiento de tierras; por tanto el sitio obtiene un puntaje de 32 puntos de acuerdo a este subcriterio.

### **Distancia al perímetro urbano.**

Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurriría la persona prestadora del servicio público de aseo para llevar los residuos sólidos desde el perímetro urbano, incluida la zona de expansión urbana, al área en la que se efectuará la disposición final de residuos sólidos:

2 km a 5 km (140 puntos)

5,1 km a 10 km (100 puntos)

10,1 km a 25 km (60 puntos)

25,1 km a 50 km (20 puntos)

Mayores a 50 km (0 puntos)

El sitio se ubica a 1.73 Km aproximadamente del perímetro urbano, por tanto, se obtiene un puntaje de 140 puntos.

### **Disponibilidad de material de cobertura.**

Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurre la persona prestadora del servicio para obtener y llevar el material de cobertura necesario para dar cumplimiento a las especificaciones técnicas y ambientales en los procesos de operación diaria y cierre y clausura del relleno sanitario, calificado bajo dos subcriterios así:

Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final (puntaje máximo 60 puntos).

0 km a 2 km (60 puntos)

2,1 km a 4 km (40 puntos)

4,1 km a 6 km (20 puntos)

6,1 km a 10 km (10 puntos)

Mayor de 10 km (0 puntos)

El material de cobertura se obtendrá del mismo sitio; por tanto, el puntaje obtenido es de 60 puntos.

Calidad del material de cobertura medida por su textura (puntaje máximo 40 puntos)

Recebo granular (40 puntos)

Arcilla arenosa (32 puntos)

Limo arenoso (20 puntos)

Arcilla (16 puntos)

Limo arcilla (8 puntos)

Limos (0 puntos)

El suelo del sitio posee características arcillo arenosas, por tanto, se obtienen 32 puntos.

### **Densidad poblacional en el área.**

Este criterio determina la posible afectación de la población ubicada en el área de influencia directa del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos:

0 habitantes/hectárea a 2 habitantes/hectárea (40 puntos)

2,1 habitantes/hectárea a 5 habitantes/hectárea (20 puntos)

Mayor de 5 habitantes/hectárea (0 puntos)

El área de influencia directa del sitio seleccionado posee una densidad poblacional casi nula. Por tanto, obtiene un puntaje de 40 puntos.

Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal.

Este criterio determina la incidencia que puede tener sobre el tráfico de la vía principal, el desplazamiento de los vehículos que transportarán desde el perímetro urbano hasta el del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos, cuantificados así:

Ninguna (40 puntos)

Moderada (20 puntos)

Grande (0 puntos)

La vía principal que conduce al sitio de disposición final es la vía de acceso al municipio. Por tanto, se obtiene un puntaje de 20 puntos.

### **Distancias a cuerpos hídricos.**

Este criterio establece la relación que tendrá el área en la que se efectuará la disposición final de residuos, respecto a las fuentes hídricas permanentes y superficiales existentes en la zona, cuantificándose de la siguiente forma:

Mayor de 2.000 metros (60 puntos)

1.000 metros a 2.000 metros (40 puntos)

500 metros a 999 metros (20 puntos)

50 metros a 499 metros (10 puntos)

Menor de 50 metros (0 puntos)

El cuerpo de agua más cercano al sitio seleccionado se encuentra a una distancia de 790 metros; por tanto, se obtiene un puntaje de 40 puntos.

### **Dirección de los vientos.**

Este criterio determina la incidencia que puede tener la dirección de los vientos con respecto al casco urbano, en la operación de la infraestructura instalada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos:

Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano (40 puntos)

Dirección en sentido del casco urbano más cercano (0 puntos)

De acuerdo a este criterio se obtiene un puntaje de 0 puntos, teniendo en cuenta que los vientos soplan en sentido del casco urbano.

### **Geoformas del área respecto al entorno.**

Este criterio hace referencia a la incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno, calificándose respecto a la zona urbana, la operación de la infraestructura ubicada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos, así:

Zona quebrada y encajonada (40 puntos)

Zona en media ladera parcialmente encajonada (32 puntos)

Zona en media ladera abierta (20 puntos)

Zona plana y abierta (12 puntos)

El sitio seleccionado se ubica en una zona plana y abierta, obteniendo un puntaje de 12 puntos.

### **Restricciones en la disponibilidad del área.**

Este criterio hace referencia a las restricciones del área en que se efectuará la disposición final de residuos, con base en las definidas en el Artículo 6° Numeral 2 del presente decreto, calificándose de acuerdo con el número de posibles restricciones así:

No existen restricciones (60 puntos)

Existe una restricción (40 puntos)

Existen dos restricciones (20 puntos)

Existen más de dos restricciones (0 puntos)

Teniendo en cuenta que no existen restricciones, se obtiene un puntaje de 60 puntos.

Habiendo aplicado la metodología, el sitio seleccionado obtiene un puntaje de 792 puntos, mostrando la idoneidad del sitio para ser utilizado como rellenos sanitarios.

### **Tamaño y forma**

Esta determinado por el volumen de estéril que es preciso mover para la extracción del mineral. Tal cantidad, depende en las minas a cielo abierto, no solo de la estructura geológica del yacimiento y de la topografía del área, sino del valor económico del mineral y de los costos de extracción del estéril. Las relaciones entre la roca estéril y el mineral son en la mayoría de las explotaciones de sustancias metálicas y energéticas muy superiores a la unidad.

Según la implantación del botadero con respecto a la explotación estas se clasifican en interiores, si los estériles se depositan dentro de los propios huecos excavados tras la apertura de un hueco inicial, y exteriores, cuando la morfología del yacimiento y su consiguiente explotación no permite el relleno del hueco creado en las primeras fases de

la mina. Así mismo la forma de las escombreras depende de los equipos mineros de transporte y vertido, antiguamente, era habitual el transporte con funiculares y vagonetas con los que se formaban estructuras de formas cónicas, en la actualidad se utilizan volquetas o cintas transportadoras que facilitan el extendido y compactación sistemática y se adaptan más fácilmente al diseño final de formas del proyecto

### **Geología y capacidad portante**

Sobre el sitio del asentamiento del botadero es preciso realizar una investigación de campo que corrobore la no existencia de mineral en el subsuelo que pudiera ser económicamente explotable, y por otro lado recolectar muestras sobre las características geotécnicas de los materiales que constituirán la base del depósito. Particular atención requiere esta superficie de apoyo cuando está dispuesta naturalmente en forma de ladera. En estos casos y, para pendientes superiores a 10-15º, es normal realizar, aparte de la limpieza de las tierras, una serie de "bancales" en forma escalonada para facilitar el asiento de los estériles, evitando deslizamientos potenciales a través de la superficie de contacto.

En la primera etapa se realizará un reconocimiento para identificar los afloramientos rocosos, la cubierta vegetal, los tipos de suelos, surgencias de agua, áreas de baja permeabilidad, vestigios de hundimientos mineros, discontinuidades estructurales, etc.

En la segunda etapa se efectuarán sondeos y calicatas, que servirán para conseguir información geológica del subsuelo y para la obtención de muestras para la realización de ensayos in situ o en laboratorio, los sondeos para el reconocimiento se deben realizar a profundidades superiores a los 5 o 7 m.

Como mínimo se deben conocer tres parámetros básicos, la cohesión, el ángulo de rozamiento interno y el peso específico aparente (seco y saturado), para estimar si la base de la escombrera puede soportar la sobrecarga que supone el peso de los estériles vertidos o si por el contrario es probable que se produce inestabilidades estructurales y movimientos de los materiales de la base que afecten a la estructura.

### Método de selección del emplazamiento

La elección del área de implantación de un botadero persigue diversos objetivos como son:

- Minimizar los costos de transporte y vertido.
- Alcanzar la integración y la restauración de la estructura en el entorno.
- Garantizar el drenaje.
- Minimizar el área afectada.
- Evitar la alteración sobre hábitats y especies protegidas, etc.

La técnica de la evaluación se basa en el análisis de decisiones con objetivos múltiples, este método es de gran aplicación en la ingeniería y requiere el empleo y definición de funciones de utilidad multiatributos para la valoración de los diferentes objetivos implicados en la toma de decisiones.

**Ejemplo:** En las proximidades de una mina se disponen de 3 alternativas para la disposición de una escombrera, los objetivos prioritarios que se deben alcanzar y los pesos relativos de cada uno de ellos se ilustran a continuación:

*Tabla 31 : Alternativas para la disposición de una escombrera*

ALTERNATIVAS OBJETIVOS	1	2	3	PESO RELATIVO
Costos de transporte y construcción	2	1	3	0.35
Superficie afectada	3	2	2	0.1
Obras de drenaje	2	2	3	0.1
Ocultación a las vistas	2	1	3	0.2
Facilidad de revegetación	2	3	1	0.1
Contaminación de acuíferos	2	1	3	0.15
Utilidad relativa global	2.1	1.4	2.7	Conforme a los resultados obtenidos la mejor alternativa de implantación es la 3, seguida de la 1 y 2.

### Rotura circular

Se produce en depósitos en los que los materiales presentan unas propiedades geotécnicas homogéneas.

Este método gráfico se basa en el círculo de rozamiento, mediante unos ábacos que con la cual es posible realizar una primera estimación del factor de seguridad el procedimiento es el siguiente:

Se elige el tipo de escenario que es probable que se presente sobre la estructura a analizar. Existen 5 casos de los casos extremos de seco a totalmente saturado y cada uno de ellos posee un ábaco.

Se calcula el valor adimensional:

$$\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot \text{Tag } \phi}$$

**Eq 3:** Resistencia al cortante

Siendo  $\gamma$  la densidad del material; H la altura del talud; C la cohesión aparente y  $\Phi$  el ángulo de rozamiento interno.

En los ábacos de acuerdo a la situación hidrológica se sigue el radio del valor encontrado anteriormente hasta que corte a la curva que corresponde el ángulo de talud.

Se busca sobre los ejes vertical y horizontal los valores de

$$\frac{\text{Tag } \phi}{FS}$$

**Eq 4:** Estabilidad de taludes

y (**Ecuación 1**)  $\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot \text{Tag } \phi}$ , a partir de los cuales se calcula el FS más conveniente.

**Ejemplo:** Se considera un botadero de estériles de carbón con un nivel freático que surge a  $\frac{1}{4}$  de la altura del talud. Los parámetros resistentes son: cohesión de 40 KN/m<sup>3</sup>,  $\gamma$  de 18 KN/m<sup>3</sup>, y  $\phi = 22^\circ$ . Se pide hallar el FS para H= 50 m y un ángulo de talud de  $25^\circ$ :

(**Ecuación 1**)  $\frac{C}{\gamma \cdot H \cdot \text{Tag } \phi} = 0.11$

con el ábaco N° 3 se obtienen los siguientes valores:

(**Ecuación 2**)  $\frac{\text{Tag } \phi}{FS} = 0.4$

(Ecuación 3)

$$\frac{C}{\gamma * H * FS} = 0.044$$

Eq 5 : Calculo de seguridad al deslizamiento

El Factor de seguridad del talud es 1.01.

### Rotura no circular

En términos de esfuerzos efectivos, el Método desarrollado por Morgenstern y Price (MP) es uno de los más satisfactorios. Emplea el Método de Tajadas, y satisface todas las condiciones de borde y de equilibrio, incluyendo el equilibrio de momentos de las tajadas individuales. Requiere el uso de computador. Morgenstern y Price, utilizan la relación  $T/E = I f(x)$  para hacer el problema estáticamente determinado.

$I$  = factor de escala determinado en la solución.

$F(x)$  = Función arbitraria relativa a la distribución de fuerzas internas; para cada solución es necesario examinar el estado de esfuerzos implicado en la masa de suelo encima de la superficie de falla y asegurarse que se ha escogido  $f(x)$  de manera que sea físicamente admisible. Al parecer, el valor del FS obtenido es afectado en menos del 6 % por varias suposiciones razonables en cuanto a  $f(x)$ .

Un método bastante exacto para analizar superficies de rotura no circulares es el de Janbu, Bjerrum y Kjaernli (JBK).

Emplean el método de tajadas y por solución de fuerzas horizontales llegan a la expresión:

$$F = f_0 \frac{\sum SI / \cos \alpha}{\sum W \tan \alpha}$$

Eq 6 : Estabilidad de Escombreras

$f_0$  = Factor de corrección que depende de los parámetros de corte y la forma de deslizamiento, y tiene en cuenta la influencia de las fuerzas verticales entre tajadas sobre el FS.

Para el análisis en términos de esfuerzos efectivos llegan a la expresión:

$$FS = f_0 \frac{\sum [c' b + (w - ub) \tan \phi]}{\sum W \tan \alpha}$$

**Eq 7:** Términos de esfuerzos efectivos

$$n\alpha = \cos^2 \alpha \frac{(1 + \tan \alpha \tan \phi')}{FS} = m\alpha' \cos \alpha$$

**Eq 8 :** Resistencia drenada

Esta expresión general se reduce a la del MSB x fo y na se leen en las figuras 10 b y c.

La exactitud del método de Jambu, es intermedia entre el de Morgenstern – Price y el convencional.

El análisis  $f = 0$  con superficie de falla no circular raramente se ha hecho, pero hay un método semiempírico reemplazando S de la ecuación de Jambu por la resistencia no drenada promedio en la base de la tajada.

Los deslizamientos y la inestabilidad general de un talud tienen lugar por un aumento en el contenido de agua en los materiales que conforman el talud, que producen un debilitamiento y un mayor esfuerzo cortante.

Las propiedades resistentes de los materiales pueden ser mejoradas mediante una reducción de su contenido en humedad.

Estas mejoras pueden ser llevadas a cabo de dos formas:

- Eliminación o extracción del agua del interior del talud.
- Interceptación del agua superficial antes de que llegue al talud.

### **Eliminación o extracción del agua del interior del talud**

#### **- Pinchado o drenaje del talud**

Para evitar los problemas que pudiera producir el agua infiltrada, se necesita en muchos casos adoptar sistemas de drenaje profundo que se encarguen de recoger la mayor cantidad posible de agua que no escurre superficialmente. El método consiste en pinchar el talud con una tubería porosa que puede ser de distintos materiales: fibrocemento poroso, de plástico con taladros, etc. Es conveniente complementar estos sistemas con la construcción de unas bajantes superficiales que conduzcan el agua drenada hasta el

desagüe principal.

- **Contrafuertes de drenaje**

Son extensivamente usados como remedio contra los deslizamientos producidos por un exceso de humedad. Sirven además como colectores del agua infiltrada o superficial. Su gran peso distribuido arriba y abajo del talud y normal a las líneas de nivel reduce la posibilidad de deslizamientos rotacionales, siendo especialmente recomendados para los taludes más inestables. Además de la función de drenaje que realizan, su construcción en masa da soporte físico al conjunto.

**Interceptación del agua superficial para que no invada al talud**

Esto no solo reduce la acumulación de agua en el interior del talud, sino que también reduce el peligro de erosión causado por el discurrir del agua pendiente debajo de la superficie del talud.

- **Instalación de canales o cunetas de guarda en la parte superior del talud**

Recogen y desvían el agua de escorrentía e impiden que discurra por el talud. La cuneta o canal de desagüe deberá diseñarse con un gradiente adecuado y una sección transversal lo suficientemente grande como para transportar el agua de escorrentía a velocidades no erosivas. La recogida de los caudales drenado, al igual que en el caso del pinchado del talud, se puede hacer mediante bajantes superficiales o enterradas. Las primeras, en forma de cascada pueden construirse con piezas prefabricadas de hormigón u otro tipo de materiales más rústicos como tejas, lajas de pizarras, etc. que conduzcan el agua hasta una cuneta o colector general. En la zona inmediata a la cuneta y situada entre esta y el talud, deberá crearse, cuando sea posible, una pequeña contra pendiente recubierta con plantas que eviten la erosión.

Los problemas de erosión y excesiva sedimentación en el cauce de la zanja, pueden solucionarse reforzando el lecho y los laterales, bien sembrándolos con herbáceos o revistiéndolos de rocas y ladrillo para formar un desagüe convencional.

Si la cuneta resultase demasiado inclinada podrían construirse represas, o efectuar plantaciones con especies adecuadas que contribuyan a hacer más lento el flujo intermitente de las aguas de avenida. En sitios donde se presenten deslizamientos activos,

los agrietamientos superficiales deberán ser recubiertos con materiales impermeables (arcilla, cemento, etc.), con el fin de evitar el ingreso de agua.

- **Normas para garantizar la estabilidad de las escombreras**

- Retirar la vegetación y recuperar los suelos del lugar de asentamiento. La descomposición de la vegetación al cabo de cierto tiempo y la existencia de una capa de suelo constituyen una zona de rotura probable por la resistencia al corte que presentan. En caso de no ser retirados estos materiales superficiales, se recomienda proceder por su compactación.
- Drenar cualquier volumen de agua que se halle estancado, antes de dar inicio a la escombrera. Si esto no es posible, se sugiere rellenar estas áreas.
- Captar y evacuar los acuíferos en áreas de surgencia, con el propósito de evitar el efecto de las presiones intersticiales del agua en las escombreras y de conservar las fuentes y manantiales.
- Si la surgencia es puntual, la captación del acuífero se hace mediante una arqueta construida sobre el terreno explanado. Desde la arqueta se sacará tubería, la cual se irá prolongando por acoples continuos, en la medida en que se vayan depositando los estériles.
- Cuando las surgencias son extensas, debe disponerse de una red de zanjas o tubos drenantes conectadas a unos colectores.
- Construir un canal perimetral situado a unos metros de la base de la escombrera, para evitar el estancamiento del agua y la socavación del pie del talud por la acción erosiva de ésta.
- Acometer las obras de desvío y canalización de las aguas de escorrentía superficial.
- Cuando se trabaja el vertido de materiales con el método de "basculamiento final " (descargue de material desde gran altura), deberá procurarse un talud general de unos 20°, con el fin de garantizar las condiciones de estabilidad de la escombrera durante lluvias prolongadas.
- Depositar y compactar los estériles por capas (método "por capas") con el fin de aumentar la resistencia al corte y la capacidad de vertido, al reducirse el efecto de

esponjamiento, las condiciones de drenaje se consiguen creando un núcleo central de escollera.

- Para el desarrollo de las escombreras (diseño geométrico, tamaño, método de depositación) es deseable seleccionar los materiales a colocar a diferentes profundidades, de acuerdo con sus características y objetivos a conseguir.

Por ejemplo, si existe algún material con alto contenido de sales puede colocarse a suficiente profundidad para que las raíces no puedan alcanzarla. Si se presentan peligros de lavado de sulfatos por las piritas, se puede colocar encima una capa impermeable para evitar el lavado, o colocar dicho material por debajo de la capa freática, donde la baja oxidación contendrá el fenómeno de acidificación.

Para la construcción de escombreras de vaguada con núcleo de drenaje y escombreras de llanura se deben seguir las siguientes recomendaciones:

En terrenos con pendientes ( $>20^\circ$ ) se recomienda el levantamiento de un dique de contención de sección trapezoidal a una profundidad de 1.5 m en material consolidado, taludes 1.5: 1 y anchura del fondo superior a 3 m

Para aumentar la eficiencia del drenaje se recomienda en ciertos casos, que el dique de base se construya con bloques resistentes de arenisca. Pero cuando los ensayos de los suelos de base demuestren que la capacidad portante es suficiente, puede omitirse el dique de contención. En escombreras de más de 0.8 Mm<sup>3</sup> de capacidad, el dique de contención puede complementarse con contrafuertes o estribos para reforzar la estabilidad de la masa de material vertido.

En todos los casos además de los drenajes considerados como principales, se construirán otros secundarios o laterales, de acuerdo con las recomendaciones de la siguiente tabla:

Tabla 32 : Capacidad de materiales según el tipo de material de construcción

TIPO DE ESTERIL	CAPACIDAD DE LA ESCOMBRERA
-----------------	----------------------------

	< 0.8 Mm <sup>3</sup>	>0.8 Mm <sup>3</sup>
Pizarras o similares	5 m x 2.5 m	5 m x 5 m
Areniscas o similares	2.5 m x 1.2 m	5 m x 2.5 m

La granulometría del material empleado en los drenajes debe ser tal que contenga menos del 10% de bloques inferiores a 30 cm y no existir tamaños superiores al 25% de la sección del drenaje. Tanto los drenes principales como los laterales se diseñarán de acuerdo con la valoración de los factores geológicos y topográficos característicos del lugar.

El procedimiento para la colocación del estéril es el siguiente:

Si el 65% o más del material es arenisca puede ser vertido sin compactación, pero se nivelará según la cota del banco al finalizar el relevo de trabajo.

Si el material contiene menos del 65% de arenisca puede ser vertido en tongadas de 1.2 m, compactándolo a continuación.

En terrenos abruptos y de fuerte pendiente y siendo más del 90% arenisca, los sistemas de drenaje se construirán basándose en la segregación natural que se produce en el vertido.

El material de relleno se dispondrá formando bancales con el fin de incrementar la estabilidad, recomendándose las siguientes formas finales:

Altura del banco 15 m máximo.

Anchura de berma 6 m máximo

Pendiente de desagüe hacia el interior de las bermas 3-5%

Pendientes laterales de coronación 3-5%

Superficie de estabilización revegetación coexistente con la construcción.

Todas las superficies de drenaje dispondrán de las pendientes adecuadas hacia ambos lados de la vaguada, dirigiendo las aguas hasta las zanjas construidas en roca inalterada. Estas zanjas estarán protegidas por escollera u otros materiales en las zonas de fuertes pendientes con objeto de reducir la velocidad de circulación.

En las escombreras de llanura construidas en retroceso y vertido en tongadas las normas a observar son:

Altura de banco menor de 5 m.

Ancho de berma no inferior a 5 m

Altura máxima de escombrera 30 m si la humedad del material supera el 14%

En las escombreras de ladera se recomiendan los siguientes parámetros de diseño:

Talud general menor de 22° (2.5: 1)

Altura máxima de escombrera 15 m.

En la base del vertedero se levantará un dique de escollera debidamente compactado, complementándolo con una tubería de drenaje del lado de aguas arriba.

La alternativa de ubicación en el municipio de Becerril Cesar para la ubicación del sitio de disposición final de residuos especiales tipo escombros presenta la siguiente descripción:

### **Geología De La Zona**

La geología y aspectos del suelo de la zona son aspectos importantes para el diseño del sitio de disposición. Esta información se tuvo en cuenta para la formulación del esquema técnico y operativo del proyecto.

### **Topografía De La Zona Del Proyecto**

La topografía constituye el material básico sobre el cual se diseña el relleno. Con estos datos se podrán proyectar o procesar diferentes alternativas del proyecto con estimación del movimiento de tierras.

El sitio de disposición final cuenta con un área de 9.2 Ha, de una zona más o menos plana que no requiere de mayores trabajos de adecuación o conformación inicial, para la realización del proyecto.

### **Meteorología De La Zona O De La Región**

Para el diseño de la Escombrera se hace necesaria la consecución de lluvias de la zona, en registros promedios máximos mensuales de la intensidad de la lluvia, los promedios mensuales de la evapotranspiración potencial o de la evaporación, la intensidad y la dirección de los vientos predominantes durante el año, los promedios de temperatura y periodos lluviosos y secos. Esta información se tuvo en cuenta para definir los aspectos técnicos del proyecto.

### **Tipología general.**

El lote seleccionado para el depósito de los residuos especiales tipo escombros es de

características planas, en potreros invadidos de malezas y partes cubiertas de rastrojos y algunos árboles bajos.

### **Efectos E Impactos Por La Adecuación De Los Terrenos.**

Se tendrá que proceder a la adecuación del área que se destinará para el desarrollo del sitio de disposición final de escombros, los espacios para el canal de drenaje, la vía de acceso, la vía perimetral y las edificaciones de apoyo. Se tendrá que intervenir un área que vista en planta tiene forma aproximadamente rectangular, tratando de conformar un plano con ligera caída hacia uno de los lados del rectángulo. Las tareas a realizarse comprenden el desmonte y el raspado del suelo, el cual podrá adelantarse total o parcialmente. De acuerdo con la dinámica esperada, se adelantaría en franjas anuales incluida una primera para el área donde se adelantaría el vertimiento de los escombros, la franja de terreno para la vía de acceso, el espacio para las edificaciones auxiliares y la franja correspondiente al primer año. Para los años subsiguientes, se continuaría con el desmonte y descapote en franjas de aproximadamente 15 metros de ancho por 180 metros de largo. Las tareas de desmonte se adelantarán manualmente mientras que la ejecución de la explanación se hará con maquinaria pesada.

- **Vías y Accesibilidad**

La vía de acceso se encuentra destapada y en malas condiciones.

- **Distancia del sitio de disposición al perímetro urbanos**

La zona de estudio está ubicada a 1.96 kilómetro del perímetro urbano de la vía que conduce al corregimiento La Guajirita y se accede al predio por la margen izquierda de dicha vía.

- **Distancia del sitio de disposición a cuerpos de agua**

La distancia a la fuente de agua superficial más cercana es de 120 metros (Rio Maracas).

La zona posee suelos pobres en nutrientes y capa vegetal escasa, los árboles predominantes son: peralejo, peraleja, sotacaballo, malezas, linderos.

A continuación, se presenta los resultados de los estudios de análisis topográfico,

Geotécnico y de suelo, realizados en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril-cesar.

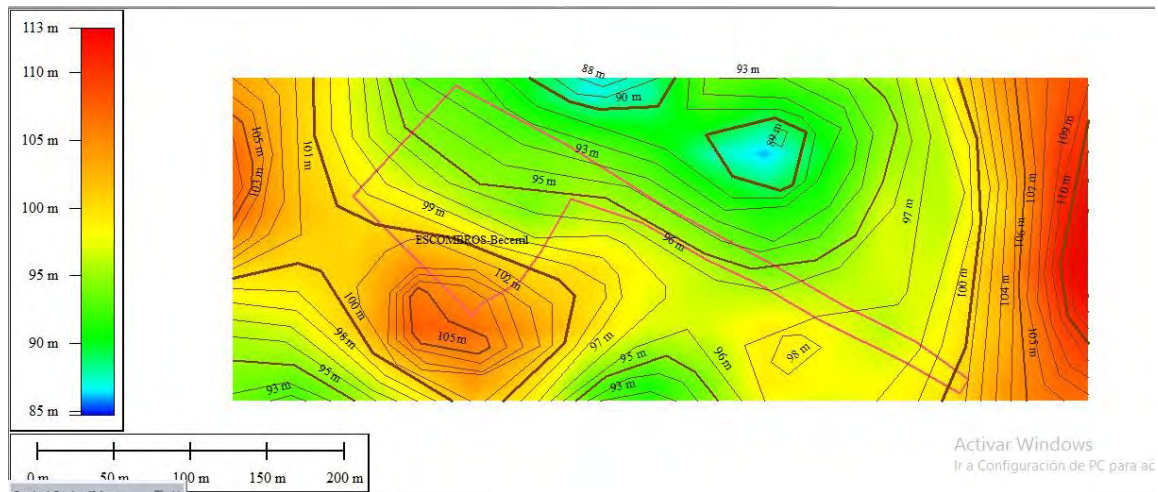


Imagen 8. Área proyectada para la disposición de escombros en el proyecto.

Fuente: autores, 2022

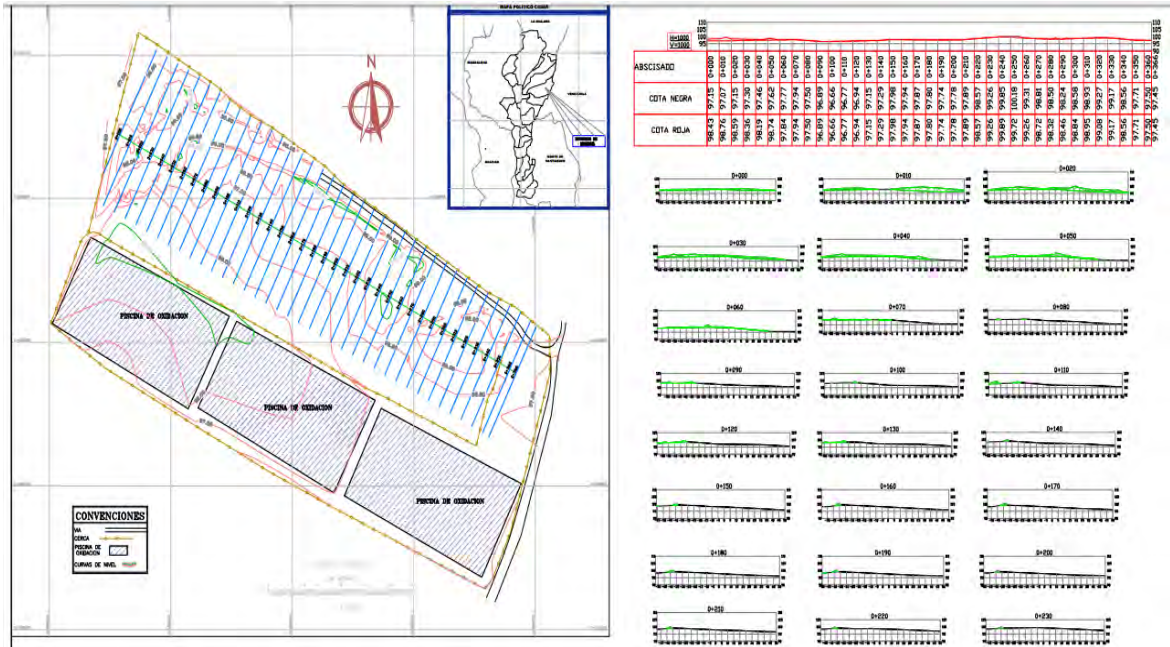


Figura 6: Esquema topográfico del botadero (cálculo de volumen)

**Fuente:** Alcaldía del Municipio de Becerril, 2019

El botadero a cielo abierto del Municipio está ubicado en terrenos propios según datos obtenidos de la oficina de planeación municipal.

Localizado a 1.96 kilómetro de la vía que conduce al corregimiento La Guajirita y se accede al predio por la margen izquierda de dicha vía.

El sitio de disposición final cuenta con un área de 9.2 Ha.

La altimetría ha sido elaborada tomando diferencias en altura cada 20 m. podemos determinar que el terreno es plano con pendientes de 0,8 % y 1%.

- **Espesores y volúmenes de residuos**

Para calcular los volúmenes de residuos existentes en el botadero se realizó un estudio de planimetría y altimetría de todo el predio, de cada una de las pilas de basuras dispuestas y de la basura dispersa sobre la vía de acceso.

El volumen total de residuos dispuestos a cielo abierto hasta la fecha del estudio es de 19.707 m<sup>3</sup> aproximadamente, cabe resaltar que este volumen se incrementa todos los días

ya que se sigue depositando las basuras en este sitio sin ningún control.



*Imagen 9: Deposición de basura en el botadero a cielo abierto*

**Fuente:** Alcaldía del municipio de Becerril, 2019



*Imagen 10: Levantamiento del área de la Zona del proyecto.*

**Fuente:** Alcaldía municipal de Becerril. 2019

**Equipo:** Los equipos utilizados en este estudio topográfico fueron:

- Estación Total Topcom Gts 3000, es un diodo de pulsos láser invisible para medidas de distancia y un Puntero Láser Rojo Visible para identificar el punto de medida en el centro de la cruz filar del objetivo. El puntero láser visible es un láser Clase 2, que se puede encender y apagar fácilmente cuando se necesite. (Topoequipos S.A, 2015)
- GPS Garmin, El receptor GPS es de alta sensibilidad obtiene las señales GPS rápidamente y rastrea tu ubicación incluso en localizaciones difíciles, aparte puedes transferir datos a tu dispositivo, se conecta fácilmente al ordenador mediante USB. (Gamin Colombia, 2020)
- Herramienta Menor, Son aquellas herramientas como cinta métrica, estaca, piquetes, plomada, niveles, etc.

#### **Estudio De Geotécnico Y De Suelos:**

- **Alternativa de disposición final de escombros**

El predio bajo estudio es el botadero a cielo abierto.

#### **Generalidades zona de estudio**

En el desarrollo de la investigación, se hizo un total de Tres (3) Sondeos, se recopiló y se evaluó toda la información geotécnica pertinente, también la información sobre las condiciones del sitio, características y entorno de este. Cabe destacar que todos estos estudios fueron realizados por la alcaldía del municipio de Becerril en el año 2019.

#### **Características del sitio**

- **Accidentes geomorfológicos**

La superficie del terreno es plana en el municipio de Becerril Cesar. Existe vegetación densa a los alrededores del área bajo estudio.

- **Características de las edificaciones existentes**

Actualmente en el sitio no existen viviendas que pudieran estar afectadas por las características o estado actual del suelo bajo estudio.

### **Condiciones del entorno**

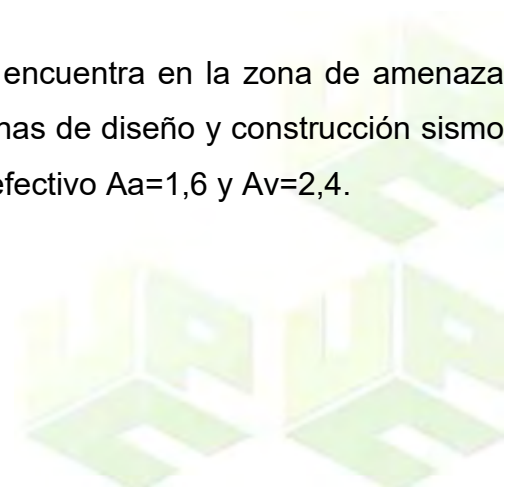
- **Paisaje natural**

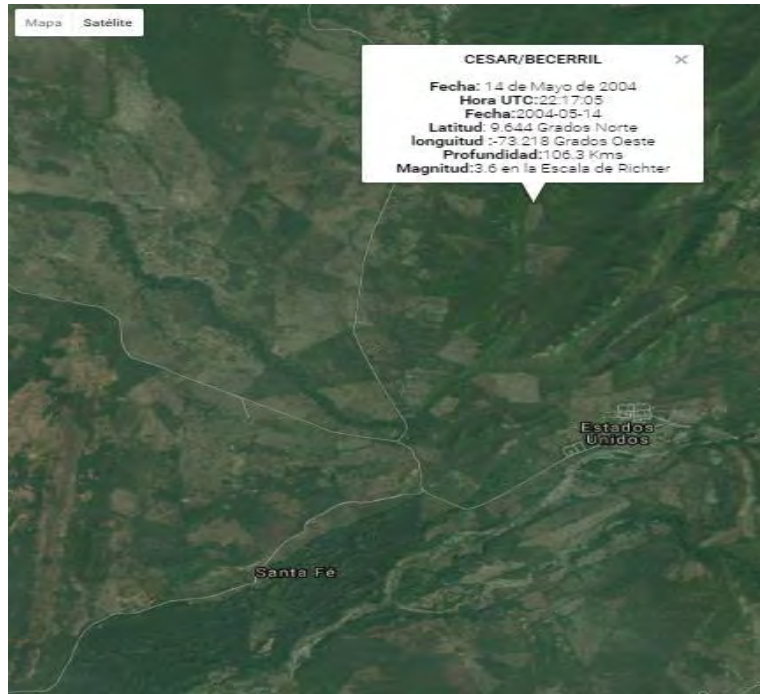
La parte plana, que comprende el casco urbano de Becerril y sus alrededores, cuyo paisaje deja apreciar terrazas aluviales, complejo de orillares, entre otros. Esta planicie acumula sedimentos fluviales del Cuaternario. Sus suelos son aptos para la agricultura y la ganadería. Existen pastos naturales con alternancia de cultivos, vegetación de tipo arbustivo, bosque de galería, rastrojo entre otros.

El área montañosa, que corresponde a la Serranía del Perijá, donde predominan rocas sedimentarias del Mesozoico y rocas del Paleozoico. Los suelos desarrollados en las laderas quebradas, son en general pobres en bases pero aptos para cultivos permanentes y semipermanentes. Alberga un paisaje de disección con valles profundos, depresiones intramontanas, gargantas, entre otras. Existen sedimentos de origen marino, bosques, rastrojos, pastos naturales, entre otros. (Becerril A. m., 2019)

- **Sismicidad**

El municipio de Becerril, Departamento del Cesar, se encuentra en la zona de amenaza sísmica BAJA de acuerdo con las normas Colombianas de diseño y construcción sísmo resistente NSR-10. El coeficiente de aceleración piso efectivo  $A_a=1,6$  y  $A_v=2,4$ .





**Profundidad: 106.3 Km**  
**Latitud: 9.644 - Longitud: -73.218**  
**Epicentro: CESAR/BECERRIL**

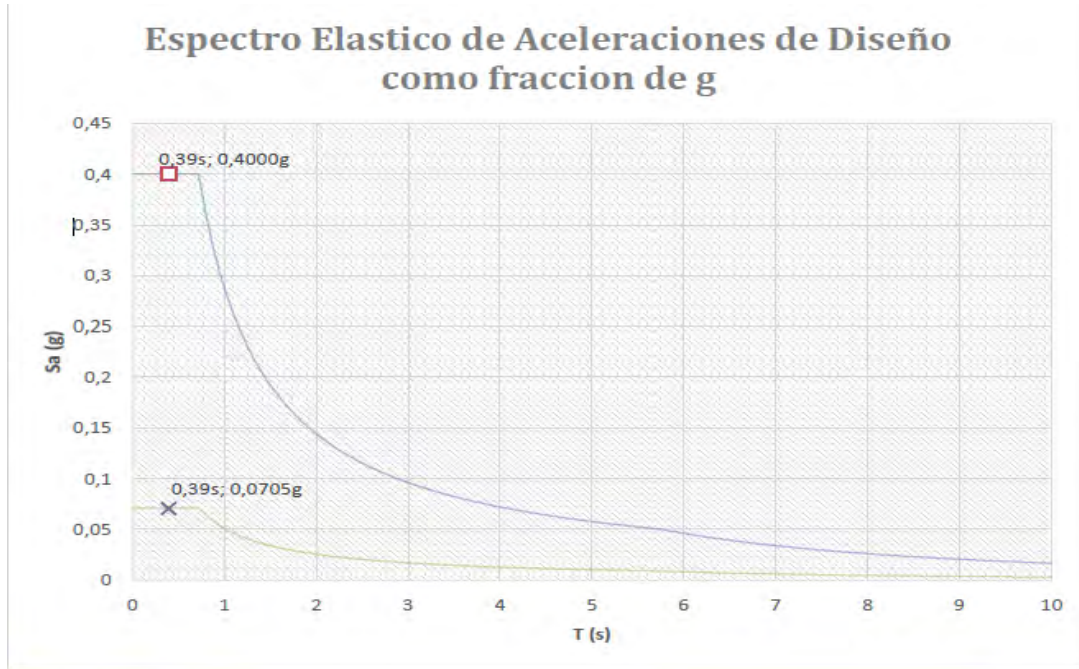
*Imagen 11: Mapa Sismicidad histórica. Municipio de Becerril Cesar.*

**Fuente:** Alcaldía municipal de Becerril (Servicio geológico colombiano, 2019)

Los efectos locales de respuesta sísmica deben evaluarse empleando un perfil del suelo D, caracterizado por perfil de suelos rígidos con velocidad media de onda del cortante en rango  $360 > V_s > 180$ .

Por concentrarse en un perfil de suelo Tipo D, el valor de  $F_v = 2,4$  y el Valor de  $F_a = 1,6$ .

Las características del proyecto hacen que clasifique como estructura de ocupación especial (grupo I) asignándole un coeficiente de importancia 1 según tabla A.2.5.1.3. De la norma NRS-10.



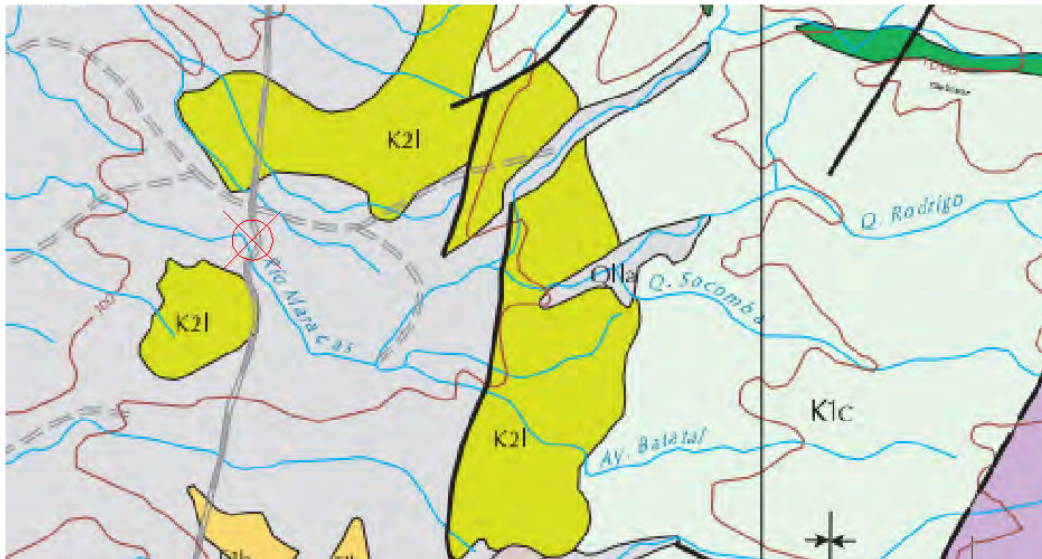
*Figura 7: Espectro de diseño sísmico*

*Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019*

## **Geología regional**

El Municipio de Becerril Cesar se localiza en la placa 88, y dentro de la geología general de la zona: se encuentra en la formación Geológica (QLLA) llanuras aluviales.





*Imagen 12: formación Geológica en el Municipio de Becerril Cesar.*

**Fuente:** (EOT del municipio Becerril- Cesar. 2019)

## **Geología estructural.**

En este ítem se harán una breve descripción de los pliegues y fallas que afectan las diferentes unidades litológicas reconocidas en el área municipal; los pliegues más notorios están relacionados con la región de Perijá predominantemente sedimentaria, mientras que la región plana del valle del río Cesar, predominan esencialmente los sedimentos aluviales.

**Pliegues.** Los pliegues principales se localizan en la región Serranía de Perijá. En un sentido amplio se considera que la serranía es un anticlínorio cuyo núcleo está formado por rocas paleozoicas y sus flancos por sedimentos rojos mesozoicos y rocas cretáceas; esta estructura mayor se encuentra fallada y replegada. La zona plegada se continúa al oeste del área montañosa, en parte cubierta por sedimentos recientes; su presencia se ha determinado mediante estudios geofísicos de resistividad eléctrica, la interpretación de perfiles geológicos y datos de pozos perforados.

El anticlinal de Becerril es una estructura en el subsuelo, que se presenta al oeste de la Jagua de Ibirico y se prolonga hacia el norte hasta cerca del Municipio de este nombre, el núcleo de esta estructura lo constituyen rocas cretáceas, (García, C., 1.990). Un sinclinal con flancos muy suaves, menores de 100 de inclinación, se encuentran al norte del río Tucuy en la secuencia calcárea del Cogollo.

### **Sistema de Fallas NE-SW.**

El sistema de fracturamiento NE-SW, controla el drenaje en la zona montañosa del departamento del Cesar y es muy notorio en imágenes de satélite, fotografías aéreas y mapas topográficos. En la serranía de Perijá, se incluye todos los lineamientos a lo largo de los ríos Casacará, Maracas y Tucuy.

### **Geotecnia del perfil estratigráfico y discusión de los resultados**

#### **Estratigrafía**

De acuerdo a los registros y el análisis de las muestras del suelo, se pudo determinar que ente la superficie y las máximas profundidades exploradas, el subsuelo está conformado de la siguiente forma:

- Sondeo 1 muestra 1, se encontró arena Limosa SM, con Humedad 5,4% y 42,76% de finos
- Sondeo 2 muestra 1, se encontró arena Limosa SM, con Humedad 5,35% y 42,74% de finos
- Sondeo 3 muestra 1, se encontró arena Limosa SM con Humedad 5,3% y 42,76% de finos

#### **Perfil estratigráfico**

A partir de los registros el plan exploratorio y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil estratigráfico de diseño.

**Sonseo 1**

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:	Repleno sanitario a cielo abierto Municipio de Becerril Cesar,	
EMPRESA:	INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S	
Profundidad de sondeo:	2,4	[m]
Nivel freático:		[m]

**Scala 1:50**

ESTRATIGRAFÍA	Nº	DESCRIPCION	$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [t/m <sup>2</sup> ]	$cu$ [KPa] / [cm <sup>2</sup> ]	$\theta$ [grad]	E [MPa]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

**Sondeo 2**

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:	Relleno sanitario a cielo abierto Municipio de Becerril Cesar.						
EMPRESA:	INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S						
Profundidad de sondeo:	2,4	(m)					
Nivel freático:		(m)					
						<b>Scala 1:50</b>	
ESTRATIGRAFIA	NF	DESCRIPCION	$\gamma$ [ t/m <sup>3</sup> ]	c [ t/m <sup>2</sup> ]	cu [KPa]/cm <sup>3</sup>	$\phi$ [ grad ]	E [ MPa ]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
6							
8							
7							
8							
9							
10							

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

**Sondeo 3**

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:	Relleno sanitario a cielo abierto Municipio de Becerril Cesar.	
EMPRESA:	INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S	
Profundidad de sondeo:	2,4	[m]
Nivel freático:		[m]

**Scala 1:50**

ESTRATIGRAFIA	Nº	DESCRIPCION	$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\sigma$ [t/m <sup>2</sup> ]	$c_u$ [KPa]/cm <sup>2</sup>	$\phi$ [grad]	E [MPa]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

### Nivel freático

No se halló nivel freático en los sondeos realizados.

### Interpretación geotécnica

El material predominante en los estratos estudiados se clasifica como: arena Limosa SM.

Según el análisis de los resultados obtenidos en la investigación geotécnica del terreno en el sitio de interés, se pueden emitir las siguientes observaciones:

- En el subsuelo del lugar se encontraron básicamente el material Arena Limosa SM.
- No se encuentra Nivel freático en el subsuelo.
- Las propiedades físico mecánicas de los estratos encontrados se consideran adecuadas para cimentar estructuras.

*Tabla 33: Cartera topográfica del Botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril.*

CARTERA DE COORDENADAS				
AÑO	2019			
DEPARTAMENTO:	CESAR			
MUNICIPIO:	BECERRIL			
RESPONSABLE:	ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE BECERRIL CESAR			
EQUIPO:	ESTACIÓN TOPCON GTS 3000			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	1564513,7 5	1085725,17	98,664	VÍA
2	1564514,3 1	1085721,54	98,581	VÍA
3	1564505,3	1085723,59	98,003	VÍA
4	1564499,7 6	1085721,76	97,681	VÍA
5	1564501,2 9	1085717,68	97,717	VÍA
6	1564495,1 5	1085720,26	97,266	VÍA
7	1564497,2 7	1085713,44	97,371	VÍA
8	1564487,0	1085718,11	96,703	VÍA

	3			
9	1564496,6 1	1085706,43	97,442	VÍA
10	1564477,7 9	1085717,38	96,477	VÍA
11	1564493,1 3	1085705,06	97,762	VÍA
12	1564466	1085715,56	96,369	VÍA
13	1564486,6 9	1085712,88	96,887	VÍA
14	1564456,7 2	1085714,31	96,307	VÍA
15	1564449,6 3	1085713,29	96,323	VÍA
16	1564478,8 9	1085712,93	96,602	VÍA
17	1564496,0 7	1085696,85	97,988	VÍA
18	1564499,2 3	1085699,92	97,888	VÍA
19	1564505,1 6	1085692,68	98,124	VÍA
20	1564504,5	1085711,86	98,58	LINDERO
21	1564502,0 4	1085689,74	98,088	VÍA
22	1564510,6 2	1085683,01	98,308	VÍA
23	1564512,6 8	1085686,51	98,246	VÍA
24	1564518,2 6	1085674,91	98,782	VÍA
25	1564521,4 2	1085676,25	98,741	VÍA
26	1564525,1 9	1085664,12	98,918	VÍA
27	1564528,5 4	1085665,74	98,905	VÍA
28	1564534,5 7	1085650,85	98,92	VÍA
29	1564537,1 3	1085651,62	98,797	VÍA
30	1564546,5 7	1085637,1	98,768	VÍA
31	1564535,4 9	1085659,93	99,008	LINDERO
32	1564526,8 2	1085673,57	98,95	LINDERO

33	1564523,0 3	1085682,32	98,947	LINDERO
34	1564475,8	1085697,38	97,133	AREACONS
35	1564489,0 6	1085701,53	97,761	AREACONS
36	1564492,5	1085691,43	97,672	AREACONS
37	1564499,3 4	1085675,78	97,925	LINDERO
38	1564493,6 5	1085674,05	97,767	LINDERO
39	1564484,6 7	1085670,9	97,634	LINDERO
40	1564504,7 6	1085678,43	97,774	PN
41	1564473,1 3	1085667,52	98,317	LINDERO
42	1564505,6 7	1085674,73	99,039	PN
43	1564502,4 3	1085668,67	98,971	PN
44	1564501,0 6	1085667,9	98,025	PN
45	1564504,1 1	1085665,36	98,839	PN
46	1564503,5 2	1085664,73	97,978	PN
47	1564506,7 9	1085665,47	98,634	PN
48	1564507,2 3	1085665,02	98,171	PN
49	1564507,1 7	1085668,81	98,833	PN
50	1564467,0 1	1085664,92	98,186	LINDERO
51	1564508,6	1085668,64	98,209	PN
52	1564509,5 6	1085672	98,716	PN
53	1564510,5 4	1085670,44	98,1	PN
54	1564514,4 6	1085669,48	98,423	PN
55	1564515,9 6	1085670,54	99,003	PN
56	1564514,7	1085672,76	99,053	PN

**Fuente:** Alcaldía del Municipio de Becerril-Cesar, 2019

## **Componente biótico**

### **Ecosistemas terrestres**

Para referirnos a los ecosistemas debe tenerse en cuenta que en Colombia se usan dos clasificaciones, la de las zonas de vida propuesta por Holdridge que ha sido la adoptada en los estudios oficiales que publica el IGAC y la clasificación de origen biológico que recurre al concepto de biomas, propuesta por Cuatrecasas con modificaciones hechas por Carrizosa y Hernández, la cual aparece ampliamente divulgada en los Atlas ambientales de los departamentos del Cesar, Santander y Norte de Santander.

La clasificación de Holdridge está basada en parámetros climáticos medibles en estaciones apropiadas; es de concepción matemática y tiene claramente definidos los criterios para identificar las diferentes zonas de vida, además de conocerse para cada una de ellas su uso potencial, a diferencia de la clasificación basada en los biomas, que es más dialéctica y conceptual, lo que la hace poco práctica. Por lo tanto, en las notas que vienen a continuación se dará mayor relevancia al concepto de Zona de vida.

El sistema de clasificación de Holdridge define las llamadas Zonas de vida, definidas estas como “un grupo de asociaciones vegetales, dentro de una división natural del clima y tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

De acuerdo con Holdridge, el área rural y área de estudio del municipio de Becerril Cesar y sus alrededores se encuentra localizada en la zona de vida bosque Seco Tropical por poseer temperaturas promedio superiores a los 24°C y precipitaciones entre los 1.000 a 2.000 mm. Se trata de una zona de vida en la que se han talado los bosques naturales para dedicarlos, en el caso del sector plano, a pastos.

El municipio de Becerril, comprende aquellas zonas localizadas aproximadamente entre los 40 y 200 m.s.n.m., donde la temperatura es superior a 24°C y los promedios anuales de precipitación fluctúan entre 1.000 y 2.000 mm. La vegetación del municipio es de tipo boscosa es casi inexistente.

Desde el punto de vista de la clasificación basada en los biomas, la cabecera municipal se encuentra ubicada en el piso bioclimático Tropical, en el bioma zonal o zonobioma Tropical

alternohígrico.

En general el Municipio y sus alrededores se tienen la presencia de ecosistemas antrópicos en forma de agroecosistemas rurales y ecosistemas artificializados.

Los agroecosistemas rurales existentes comprenden haciendas, fincas, jagüeyes, que se caracterizan por ser predominantemente de uso en potreros con destino al levante de ganado, con baja densidad demográfica y ocupacional, baja integración económica y alto grado de depresión social (pobreza y marginalidad).

Los ecosistemas artificializados están representados por importantes asentamientos humanos como es el caso del área urbana del Municipio compuesta por edificaciones que cumplen el papel de viviendas en un espacio urbano que se viene expandiendo a expensas de un sector central relativamente aislado de una vía principal de primer orden.

### **Cobertura vegetal y uso de la tierra.**

La cobertura vegetal predominante corresponde a pastos naturales, con algunas manifestaciones reforestadoras (eucaliptos), también priman los rastrojos con los pastos naturales. El principal uso de la tierra es entonces la ganadería extensiva.

El uso principal en el Municipio y sus alrededores son los pastos naturales, generalmente sin ningún tipo de manejo. Se caracterizan por presentar una vegetación predominantemente herbácea, principalmente gramíneas, acompañadas de rastrojos, algunos árboles, palmas y arbustos de copa ancha, dispersos o dispuestos en hileras a modo de cercas vivas.

Los suelos son de relieve plano, inundables en parte del año, de fertilidad muy baja y su uso está casi exclusivamente limitado a la ganadería extensiva con paja de sabana y vegetación arbustiva típica como Chaparro (*Curatella americana*), Peralejo (*Byrsonyma crassifolia*) y pepa de burro (*Enterolobium cyclocarpum*) en asociación con palmas como la de vino (*Scheelea magdalenica*). En el estrato herbáceo los géneros *Andropogon*, *Paspalum* e *Imperata* son los más representativos. Existen también pequeñas áreas con pastos introducidos como *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*) y carimagua y cultivos transitorios de maíz, patilla y yuca principalmente. Esta unidad se caracteriza como pasto natural enmalezado en potreros arbolados.

### **Especies vegetales presentes.**

Dado que las condiciones climáticas, topográficas y ecológicas son favorables para las actividades agropecuarias, el bosque ha sido talado para el establecimiento especialmente de pastos y agricultura. Solo se encuentra, remanentes boscosos (arboledas) en áreas puntuales y en orillas de ríos y caños. Por otra parte debido a las condiciones de suelos (arenosos o arcillosos) y a las quemadas repetidas existen los chaparrales y en las llanuras se encuentran asociaciones de palma amarga (*Sabal maurittiformis*) y palma de vino (*Scheelea magdalenica*).

El uso dominante son los potreros donde dominan las gramas naturales y algunas especies introducidas como la guinea (*Panicum maximum*), la brachiaria (*Brachiaria decumbens*), carimagua y el puntero (*Hyparrhenia rufa*).

En alrededores del área y hacia el sector rural las principales especies arbóreas observadas son el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el algarrobo (*Hymenaea courbaril*), la ceiba bonga (*Ceiba pentandra*), el iguá (*Pseudosamanea guachapele*), el Hobo (*Spondias mombin*), Guayacán polvillo (*Tabebuia rosae*), Peralejo (*Curatella americana*), el Trébol (*Platimiscium pinnatum*), Totumo (*Crescentia cujete*), Palma de vino (*Scheelea magdalenica*), matarratón (*Gliricidia sepium*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Caracolí (*Anacardium excelsum*) y el camajón (*Sterculia apetala*).

Entre los frutales, se encuentran ejemplares aislados de Plátano y banano (*Musa sp*), mangos (*Mangifera indica*), guayabos (*Psidium guajaba*), cítricos (*Citrus sp*) y guanábanos (*Annona muricata*).

En el casco urbano las especies dominantes son los trinitarios (*Bougainvillea glabra*), oitíes (*Moquilea tomentosa*), Cauchos (*Ficus sp*), almendros (*Terminalia Cattapa*), maicochos, mangos (*Mangifera indica*), cocos (*Cocos nucifera*), Clavellinos (*Calliandra Sp*) y gallineros (*Pithecellobium dulce*).

### **Fauna**

Dentro del concepto de ecosistema, la vida animal con relación de las interacciones biológicas que se dan en la naturaleza, depende en particular de la cobertura vegetal, de

otros animales, de factores del medio ambiente y del hombre.

Los sistemas naturales al haber sido intervenidos con actividades como la colonización de los ecosistemas boscosos y su conversión a potreros y cultivos, la desviación, explotación y contaminación de las fuentes de agua y en general a la sobre explotación de los recursos naturales, han conducido inexorablemente a la disminución de especies animales y vegetales y a la presencia de fenómenos como la competencia intra o interespecífica normalmente generada por la búsqueda y apropiación de nichos ecológicos. Se presentan entonces fenómenos de segregación, reflejados en adaptaciones ecológicas que permiten el desarrollo de aquellas especies con mejores mecanismos de adaptación y excluyen a las menos favorecidas, obligándolas a ocupar zonas ecológicas parecidas o a desaparecer de ser el caso, con la consecuente disminución y extinción de las especies quedando principalmente aquellas que se han adaptado a estos medios deteriorados en los que se tiene una competencia de característica especiales como son algunos roedores, reptiles, aves y varias especies de insectos que han podido superar esa presión, pero que a su vez se constituyen en especies que han contribuido a que continúe prevaleciendo un marcado desequilibrio en estos medios.

El conocimiento bioecológico que existe sobre la fauna es reducido y las evaluaciones que existen se basan en las referencias de los habitantes de la zona, observaciones directas de organismos fácilmente detectables y evaluación de información secundaria. Los mamíferos que más se reportan a nivel del municipio y que obviamente deben tener presencia esporádica en los alrededores del casco urbano son el armadillo (*Dasypus novemcinctus*, *Cabassous centralis*, *Prionomys maximus*), el zorro (*Nasua nasua*), el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el ñeque (*Dasyprocta fuliginosa*), la comadreja (*Philandeeer circus*), la fara chucha (*Chironectes minimus*) y los ratones *Heteromys anomalus*, *Syngmodon hispidus*) y varias especies de murciélagos.

Las aves están representadas por un gran número de especies y subespecies que también se encuentran asociadas al agua, al suelo y al bosque.

Las especies más comunes son:

Entre las aves, en los alrededores del Municipio de Becerril, la Garza real (*Casmerodius*

albus), la garza azul (*Florida coerulea*), el pato baraquete (*Anas discors*), las perdices (*Colinus cristalus*), el garrapatero común (*Crotophaga ari*), el hormiguero (*Sakesphorus canadiensis*), el siribuyeno (*Machetornis rixosus*), el chamón ginate (*Scaphidura oryzivora*), la nagüiblanca (*Zenaida auriculata stenura*), el carpintero (*Velinioris kirkii*), el turpial (*Icterus auriapillus*), el toche (*Ramphocelus demidiatus*) y el buho (*Otus choliva*).

En cuanto a reptiles se cita la presencia de las especies salamanqueja (*Gonatodes albogularis*, *Thecadactylus rapicaudus*), el pasarrojo (*Basiliscus basiliscus*), la Iguana (*Iguana iguana*), el lobo (*Amaiba ameiba* y varias especies de lagartos).

En cuanto a serpientes y culebras se anota la presencia de la Talla X o pudridora (*Bothrops athrox*), la petaquera, tigre, sapa o tocha (*Spilotes cf pullatus*), de coloración amarilla (como los toches) con franjas oblicuas negras y amarillas transversales dirigidas hacia atrás; alcanza fácilmente los 2 metros de longitud, con un máximo de 2,6 metros, siendo tanto terrestre como arborícola; es ovípara y depredada por un halcón, alimentándose de pájaros y pequeños mamíferos; también se le llama voladora. Cuando está amenazada levanta la cabeza hasta un metro y tiende a morder vigorosamente. Para estas zonas se menciona la presencia del cascabel (*Crotalus durissus terrificus*) y el verrugoso (*Lachesis muta muta*), la mapaná de agua (*Helicops scalaris*). Se trata de especies que no escapan del ataque de la mano del hombre que las elimina en forma agresiva y preocupante para el ecosistema.

En materia de ictiofauna, como área rural solo cuenta con los recursos ícticos que le ofrece los cuerpos hídricos superficiales de la zona, severamente afectado por diferentes procesos de degradación hídrica entre los que cabe resaltar la erosión natural y antrópica que conlleva altos grados de aporte de sedimentos, la contaminación con agroquímicos empleados en algunos cultivos del área plana, la gran minería a lo que se suma el hecho de que un gran porcentaje de pescadores utiliza métodos inapropiados de pesca, lo cual se evidencia en una drástica disminución de la fauna íctica capturable otrora rica en bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*), bagre rayado o tigre (*Pseudoplatystoma fasciatum*), mojarra (*Petenia kraussi*), vizcaína (*Curimata mivartii*), comelón (*Leporinus muyscorum*), doncella (*Trachycorystes insignis*), barbudo coroncoros (*Panaque gibosus*) de los cuales subsisten pocos ejemplares.

### **Análisis de resultados**

- **Excavación del terreno**

En caso de realizarse excavaciones podrá hacerse a mano o con máquina, o una combinación entre ambas.

Para excavaciones que no se superen la profundidad crítica evaluada ( $H_c=1,47m$ ), se podrán realizar las excavaciones sin utilizar ningún tipo de contención y con taludes verticales. Siempre y cuando el tiempo que dure abierta la excavación sea corto. De lo contrario se presentarán pequeños derrumbes que se empeorarán con el paso de los días.

Los entibados se instalarán para profundidades mayores a la crítica. Sin embargo, si durante la etapa constructiva se detectan zonas locales inestables podrán instalarse entibados discontinuo ED-1, de acuerdo con la norma Vigente NS-072 de la EAAB. La excavación debe hacerse por tramos no mayores a 60 m de longitud, de tal forma que se inicie el siguiente tramo una vez se hayan ejecutado los trabajos de compactación del material granular. La compactación de los materiales de relleno y conformación de las zanjas, se hará en capas que no superen 15 cm de espesor una vez compactadas, y alcanzando una energía de compactación de 95% del ensayo de proctor modificado. Los materiales a emplear deben cumplir los requisitos del artículo 311 especificaciones de INVIAS 2013.

- **ORIGEN DE LA MUESTRA: DIRECTAMENTE EN SUELO**

Tipo de suelo: Arena Limosa SM Color Café.



Tabla 34: Análisis de estabilidad de los taludes

Cohesión no drenada de la capa superficial	Densidad, $\rho$ Ton/m <sup>3</sup>	Altura crítica	Factor de seguridad	Altura segura
1.25 ton/m <sup>2</sup>	1.7	1.47	1.50	0,98

**Fuente:** Alcaldía del Municipio de Becerril (2019)

Donde:

$H_c$  = Altura crítica

$H_c = 2C/\rho$

C = Cohesión

$\rho$  = Densidad del suelo

FS =  $H_c$ /Altura evaluada

Entonces  $H_c = 2 * 1,25 / 1,7 = 1,47 \text{ mts}$

El suelo bajo estudio por ser arena y de acuerdo a la altura crítica encontrada se resalta el riesgo de deslizamiento de talud para cortes verticales superior a 1.47m, para corte superiores a esta altura se presentarán deslizamientos de la corona del talud.

La altura máxima segura para cortes verticales en el talud, es de 0.98 m. La pendiente crítica para corte de taludes es del 60,0 %. Todo talud deberá ser estabilizado geotécnicamente.

- **Capacidad de carga admisibles**

El esfuerzo básico de falla se calcula de acuerdo a la ecuación h-4-1 del TITULO H DE LA NORMA N.S.R.

Para Cimentaciones

Numero de Golpes (N)

Peso unitario seco del suelo PUS ( ) = 1,7 g/ cm<sup>3</sup>



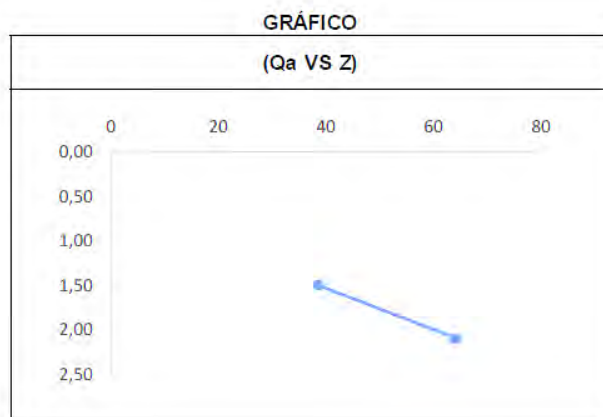
SONDEO 01

N <sub>45</sub>	N <sub>f</sub>	Tipo	% (ton/ m <sup>3</sup> )	σ <sub>x</sub> ton/ m <sup>3</sup> )	σ <sub>y</sub> ton/ m <sup>3</sup> )										c <sub>N</sub> (prom)
						Rs	Peck	See d	Meyer ho lft Ishiha ra	Liao - whit man	skep mpton	Gonzá le z (logarit mo)	sch mert ma nn		
27	-	1	1,7	2,6	2,6	0,255	1,46	1,74	1,78	1,98	1,59	1,59	2,11	1,75	
50	-	1	1,7	3,6	3,6	0,357	1,34	1,56	1,61	1,67	1,47	1,45	1,86	1,57	

N <sub>corr</sub>		schmertma nn Modificada Usa Ø	schmertma nn Modificada Japon Ø	PROFUNDIDAD (m)
USA	JAPON			
27	22	32	31	
4	37	35	34	

DE	A	N	D(m)	N <sub>corr</sub>	B	K <sub>d</sub>	Qa Meyerhoff	Qa Browless
1,20	1,80	27	1,5	22	1,5	1,5	38,8	61
1,80	2,40	50	2,10	37	1,5	1,5	64,3	101



**VERIFICACION DE COLAPSABILIDAD**

$$Y_{crit} = \frac{1}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + W_1} = \frac{1}{\left(\frac{1}{1,7}\right) + 0} = \frac{1}{0,58} = 1,71$$

$$\frac{Y_d}{Y_{crit}} \leq 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

$$\frac{Y_d}{Y_{crit}} > 1 \text{ el suelo es estable o expansivo}$$

$$\frac{1,42}{2} = 0,71 \leq 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

$W1 = \text{Limite liquido en fraccion decimal}$

$G_s = \text{Gravedad especifica del suelo}$

$Y_{crit} = \text{Peso Unitario critico como identificacion de la colapsabilidad}$

$Y_d = \text{Peso unitario seco } g/cm^3$

- **Verificación de licuación**

EVALUACION POTENCIAL DE LICUACION					
(ensayos dinamicos de SPT)					
<b>Metodo simplificado</b>					
Metodo de Youd e Idris (2001)					
<b>PARAMETROS:</b>					
$\gamma$	=	1,7		$g/cm^3$	
$\sigma_{vo}$	=	0,255		$kg/cm^2$	
$\sigma'_{vo}$	=	0,255		$kg/cm^2$	
profundidad de la prueba	=	150		cm	
$N_{SPT}$	=	27			
profundidad nivel freatico	=	1000		cm	
$\gamma_{H_2O}$	=	1,0		$g/cm^3$	
Presion de poro	=	0,0		$kg/cm^2$	
$z$	=	1,5		m	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CRR= Resistencia del terreno a esfuerzo de corte</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CSR= Esfuerzo cortante inducido por el sismo</div> </div>					
<b>FORMULA:</b>			<b>RESULTADO:</b>		
$N_{1,60}$	=	$N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_r$	=	48,06282723	$N_{1,60}$
$N_r$	=	0			
CRR	=	$0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{1,4}]$	=	49,5817695	CRR
CSR	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo}))^2 * r_d$	=	0,12850825	CSR
$a_{max}/g$	=	0,2			
$r_d$	=	0,988525			
$F_s = CRR/CSR$	>	1,3	Arenas sueltas	=	385,8255754
	>	1,5	Arenas medianamente densas		Verificado $F_s$
					Verificado $F_s$
<p>"Software Freeware distribuido da geologi.it"            Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco            Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -            E mail: sg.monaco@libero.it - Tel: 3394103820</p>					

**Fuente:** Municipio de Becerril, 2019 (Estudio de suelo)

NOTA:  $F_s > 1,3$  por tanto no es un suelo licuable.

## Manejo de aguas

No se halló Nivel Freático hasta la profundidad de 2,4 mts.

- **Aspectos principales del estudio**

A continuación se presentan un resumen de los factores principales relacionados con las conclusiones obtenidas:

- Materiales encontrados: arena limosa SM hasta la profundidad de 2,4 mts, Humedad 5.4%, Finos 42,76%.
- Nivel freático: No se encuentra nivel freático.
- La capacidad portante del suelo a las profundidades de 1,5 y 2,10 mts son 3,88 y 6,43 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.
- El suelo de estudio tiene la condición de colapsabilidad.
- La altura segura para cortes es de 0.98 mts, la pendiente crítica para corte de taludes es del 60,0 %. Todo talud deberá ser estabilizado geotécnicamente.

### **Limitaciones**

Las recomendaciones incluidas en este documento se basan en la información suministrada por el solicitante y los ensayos por nuestra firma, acorde con la práctica común de la ingeniería de suelos. No obstante, si se presentan condiciones no contempladas en este Informe, como diferencias en el suelo. Se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas.



*Imagen 13: Sondeo manual del estudio Geotécnico*

**Fuente:** Alcaldía del municipio de Becerril, 2019



*Imagen 14: Producto del sondeo del estudio geotécnico*

**Fuente:** Alcaldía del municipio de Becerril, 2019



*Imagen 15: Zona del estudio Geotécnico*

**Fuente:** Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

**7.2. Valorar los impactos ambientales generados en el municipio de becerril por el manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros.**

**7.2.1. Identificación de efectos e impactos ambientales**

Los efectos e impactos ambientales esperados se describen a continuación:

- **Eliminación de la cobertura vegetal.** Se procederá a la remoción de la vegetación, habiéndose previsto la eliminación de la vegetación existente la cual es de tipo rastrojo con claros en potrero, en un área estimada en 9,2 m<sup>2</sup>, lo que significa, desde el punto de vista de la vegetación, la Destrucción de la cobertura vegetal de mediano a bajo valor ambiental.
- **Aparición de residuos vegetales.** Así mismo, a consecuencia de la vegetación a removerse, se dará lugar a la presencia de residuos leñosos y herbáceos en cantidad aproximada de unos 15 kilogramos/m<sup>2</sup>, impacto identificado como Producción de residuos vegetales.
- **Destrucción del suelo.** Además, con el raspado y descapote de los terrenos, se destruyen suelos que se les considera como recurso natural y se ocuparían los terrenos donde se formaron, surgiendo el impacto identificado como Pérdida del suelo como recurso natural. Sin embargo, por tratarse de un sitio ya explanado, esta circunstancia ya tuvo ocurrencia y por lo tanto no será tenida en cuenta en la construcción del sitio de disposición final en este sitio.
- **Enterrado de suelos.** Con la hechura de la explanación requerida previamente en este tipo de topografía, puesto que ella ya existe, el impacto esperado de sepultado del suelo por vertimiento de materiales lateralmente ya se presentó, tampoco será tenido en cuenta con motivo de la construcción del sitio de disposición final de escombros en este sitio.

- **Erosión del suelo y promontorios de tierra.** La aparición de terrenos desprovistos de vegetación se convierte en un buen escenario para que intervengan los procesos erosivos en el caso de eventos pluviosos importantes, dando lugar a que el escurrimiento superficial que aparezca durante tales eventos, se proyecte hacia terrenos más bajos, conllevando el coluvionamiento de los suelos aledaños. Estas circunstancias no alcanzan significativa importancia, por tratarse de suelos planos.
- **Desarreglo estético del relieve.** En el área destinada a la construcción, al quedar como un peladero, con los problemas de erosión y el desorden generalizado en la realización de los trabajos se contribuyen a la aparición del impacto identificado como Deterioro estético del entorno o campo visual, impacto que tal como está previsto el desarrollo del proyecto, duraría varios años.
- **Producción de tierras.** Como consecuencia del raspado del suelo, resultarán materiales sobrantes sueltos dando lugar al impacto identificado como Producción de tierras con algunos fragmentos pedregosos de rechazo, que, si se acumulan convenientemente y no se vierten lateralmente, se constituyen en material de cobertura del mismo sitio de disposición final.
- **Ruido.** El empleo de maquinaria pesada para la ejecución de la explanación inicial y explanaciones anuales también significa emisiones de ruido. En el caso de la utilización de un buldócer de mediana potencia, se esperan niveles dentro del orden donde termina la zona de seguridad (70 decibeles) y la zona de daño auditivo por exposición continua. Por tratarse de un vecindario poco habitado, no se consideran impactos en la comunidad por ruido.

Estos ruidos emitidos por la operación de este equipo provocan potencialmente efectos patológicos, efectos psicofisiológicos y efectos fisiológicos, de los cuales, los más importantes se indican a continuación.

- a. Los altos niveles de ruido que emiten estos equipos, los convierten en causal de sordera profesional en los operarios de los equipos. Sin embargo, es necesario precisar que estas personas seguramente los vienen afrontando

desde hace ya varios años durante su profesión de maquinaria pesada, de modo que cabe muy poca responsabilidad por parte de este proyecto en torno a este tipo de impactos.

- b. También como consecuencia de los efectos psicofisiológicos debidos al ruido, resulta como impacto a tenerse en cuenta, el aislamiento contra ruidos externos e interferencia en la comunicación oral que afrontan los operarios de los equipos contra los ruidos externos, con los consiguientes riesgos de accidentes de trabajo, impactos que pueden trascender a personas que se sitúen cerca de estos equipos de maquinaria pesada.
- **Polvo.** El arranque y amontonado de tierra con buldócer según observaciones realizadas, no son focos importantes de producción de polvo. En general se provocan polvaredas menores, que como máximo se proyectan algunos metros más allá de los entornos de trabajo, de modo que solo pueden ser objeto de inhalaciones principalmente por operadores del buldócer y su ayudante, con los consiguientes riesgos de afecciones pulmonares en estas personas. Tienen muy poca trascendencia hacia el vecindario inmediato, de modo que no se considera impacto alguno al respecto. Este impacto puede atenuarse no dejando los materiales por mucho tiempo expuestos al secamiento natural. Se puede considerar que también hay riesgos de contraer una enfermedad profesional como la silicosis por parte de los operarios de bulldozer. En efecto, tal enfermedad es frecuente en este tipo de operarios, que suelen adquirirla a los quince a veinte años de trabajar en estas condiciones. Sin embargo, caben pocas responsabilidades dada la corta duración de la actividad.
  - **Emisión de gases de combustión.** El equipo que se encargue de la explanación puesto que funciona a base de ACPM, dará lugar a emisiones principalmente de humo y SO<sub>2</sub>. Se produce la contaminación del aire con la emisión a la atmósfera de estos gases en espacios abiertos en el equivalente de 2-3 vehículos de alto tonelaje y en condiciones de muy baja densidad vehicular, en un medio rural poco habitado,

donde la dispersión de los efluentes gaseosos hará que los niveles de contaminación atmosférica alcancen valores mínimos, de modo que no se alcanzará a poner en peligro la salud de operarios y personas vecinas, aun cuando es preciso admitir que contribuyen en alguna medida al problema global de contaminación atmosférica.

- **Circunstancias de accidentalidad laboral.** Existirán riesgos de accidentes de trabajo como consecuencia de errores, descuidos y hasta irresponsabilidades que surjan en el manejo y operación del equipo que se encargue de realizar la respectiva explanación consecuencia de riesgos ambientales y factores humanos.

*Tabla 35: Matriz de efecto ambiental*

<b>ESCOMBROS</b>	
<b>RECURSO</b>	<b>POSIBLES EFECTOS</b>
Suelo	Contaminación química, degradación física
Atmosfera	Generación de gases que puedan contaminar la atmosfera a base de los componentes químicos de algunos de los componentes de los escombros colectados
Aguas	contaminación de aguas subterráneas, y superficiales contaminadas a causa de los lixiviados que puedan generar ciertos escombros
Biota	Afectación a los microorganismos del suelo y de las comunidades animales y vegetales en la zona por contaminación

	de ruidos de operación y compactación de suelos
--	---

Fuente: Autores, 2021

### Identificación De Impactos Ambientales

De acuerdo con la información recogida y teniendo en cuenta las características de la situación actual del municipio de Becerril-cesar, se identificaron las actividades para la identificación de los impactos ambientales de los cuales podrán ser susceptibles de alteración los siguientes factores implicados:

*Tabla 36: Impactos ambientales por ubicación del lugar donde se dispondrán los escombros dentro del área del proyecto.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Ubicación del lugar donde se dispondrán los escombros dentro del área del proyecto	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
		Cambios en la morfología y topografía.

	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
		Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021



*Tabla 37: Impactos ambientales producto del Descapote del terreno.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Descapote del terreno	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
		Cambios en la morfología y topografía.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por

		infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración
	Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
		Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 38: Impactos ambientales producto de movimientos de tierra y explanaciones*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Movimientos de tierra y explanaciones	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos

		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
		Cambios en la morfología y topografía.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.
Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local	
	Afectación de hábitats de especies silvestres.	

	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 39: Impactos ambientales producto de la eliminación total o parcial de la cubierta vegetal.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Eliminación total o parcial de la cubierta vegetal	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final

	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.
	Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
		Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Paisaje	Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros.

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 40: Impactos ambientales producto de demolición de estructuras previas.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Demolición de estructuras previas	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones

	Suelo	Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio social y cultural	Generación de expectativas, plazas de trabajo y utilización de bienes y servicios
		Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas.
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros.
		Impacto visual por presencia de maquinaria

		para transporte de escombros
--	--	------------------------------

Fuente: Autores, 2021

Tabla 41: Impactos ambientales producto de Excavaciones para la colocación de cimientos e instalaciones.

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Excavaciones para la colocación de cimientos e instalaciones.	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por

		infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.
	Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
	Medio social y cultural	Generación de expectativas, plazas de trabajo y utilización de bienes y servicios
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 42: Impactos ambientales producto de Uso y disposición de residuos tóxicos como disolventes o pinturas.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
-----------	------------------	----------------------

Uso y disposición de residuos tóxicos como disolventes o pinturas.	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio Biótico	Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 43: Impactos ambientales producto de Prácticas inadecuadas por parte de los trabajadores de la construcción.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Prácticas inadecuadas por parte de los trabajadores de la construcción.	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias	

		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.
	Medio Biótico	Afectación de hábitats de especies silvestres
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 44: Impactos ambientales producto de Almacenamiento temporal de escombros.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
-----------	------------------	----------------------

Almacenamiento temporal de escombros	Aire	Contaminación por partículas y gases.
	Suelo	Cambios en la morfología y topografía.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración.
	Medio Biótico	Afectación de hábitats de especies silvestres
		Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
Impacto visual por presencia de maquinaria		

		para transporte de escombros
--	--	------------------------------

Fuente: Autores, 2021

Tabla 45: Impactos ambientales producto de definición de áreas específicas para colocación de escombros.

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Definición de áreas específicas para colocación de escombros	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Aumento de los procesos erosivos
		Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
		Cambios en la morfología y topografía.
		Agua superficial
	Alteración del sistema local de drenaje pluvial.	

	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local
		Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 46: Impactos ambientales producto de Separación de los residuos según sus características.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
-----------	------------------	----------------------

Separación de los residuos según sus características	Medio social y cultural	Generación de expectativas, plazas de trabajo y utilización de bienes y servicios.
		Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 47: Impactos ambientales producto de transporte de los residuos dentro del área de proyecto.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Transporte de los residuos dentro del área de proyecto.	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Contaminación por derrame de hidrocarburos.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias

	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio Biótico	Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 48: Impactos ambientales producto de Transporte de residuos y escombros hacia el sitio de disposición final*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Transporte de residuos y escombros hacia el sitio de disposición final.	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones
	Suelo	Contaminación por derrame de hidrocarburos.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias

	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
	Medio Biótico	Afectación de hábitats de especies silvestres.
	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
	Paisaje	Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros
Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros		

Fuente: Autores, 2021

*Tabla 49: Impactos ambientales producto de Disposición final de los residuos y escombros de la construcción.*

Actividad	Factor Implicado	Impactos Ambientales
Disposición final de los residuos y escombros de la construcción.	Aire	Contaminación por partículas y gases.
		Contaminación por ruido y vibraciones

	Suelo	Contaminación por derrame de hidrocarburos.
		Pérdida de la capa fértil del suelo
		Cambios en la composición del suelo en los sitios de disposición final
		Cambios en la morfología y topografía.
	Agua superficial	Contaminación por partículas sedimentarias
		Alteración del sistema local de drenaje pluvial.
	Agua Subterránea	Contaminación de los mantos acuíferos por infiltración de sustancias tóxicas.
		Efectos en la capacidad de recarga de infiltración
Medio Biótico	Eliminación de cubierta vegetal y afectación de nichos de fauna local	
	Afectación de hábitats de especies silvestres.	

	Medio social y cultural	Riesgos de trabajo por desarrollo de labores en condiciones peligrosas
		Generación de expectativas, plazas de trabajo y utilización de bienes y servicios
	Paisaje	Impacto visual por la acumulación temporal de escombros
		Impacto visual por presencia de maquinaria para transporte de escombros
		Impacto visual generado en los sitios de disposición final de los escombros

Fuente: Autores, 2021

### 7.2.2. Evaluación de los efectos e impactos ambientales (Matriz de Leopold)

La parte más importante de cualquier evaluación de impacto ambiental es el momento en el que se identifican los posibles impactos sobre el medio, derivados de las diferentes actividades. El impacto ambiental se define como la alteración antrópica del medio ambiente. (gomez, 2016)

El método que se utilizó fue la matriz de Leopold, que consiste en una matriz de doble entrada en el cual, las columnas representan las actividades que se lograron observar y las

filas representan los factores ambientales (Biótico, Abiótico, Geomorfología, Hidrosférico, en el cual, en las interacciones de ambas se darán valores de magnitud (-1 a -10) e importancia (1 a 10).

Tabla 50: Escala de medición para la magnitud del impacto

MAGNITUD		
INTENSIDAD	AFECTACIONES	CALIFICACIÓN
I	A	C
Baja	Baja	-1
Baja	Media	-2
Baja	Alta	-3
Media	Baja	-4
Media	Media	-5
Media	Alta	-6
Alta	Baja	-7
Alta	Media	-8
Alta	Alta	-9
Muy Alta	Alta	-10

**Fuente:** CONESA. Recuperado: <https://dokumen.tips/documents/guia-para-la-elaboracion-e-interpretacion-de-lamatriz-de-leopold.html>

Tabla 51: Escala de medición para la importancia del impacto

IMPORTANCIA		
Duración	Influencia	Calificación
D	I	C
Temporal	Puntual	1
Media	Puntual	2
Permanente	Puntual	3
Temporal	Local	4
Media	Local	5
Permanente	Local	6

Temporal	Regional	7
Media	Regional	8
Permanente	Regional	9
Permanente	Nacional	10

**Fuente:** CONESA. Recuperado: <https://dokumen.tips/documents/guia-para-la-elaboracion-e-interpretacion-de-lamatriz-de-leopold.html>



Tabla 52: Matriz De Leopold

ACCIONES FACTORES		Ubicación de lugar disposición de e escombro	Descapote del terreno	Movimiento de tierra y explanación	Eliminación total o parcial de la cubierta vegetal	Demolición de estructura previas	Excavaciones para la colocación de cimiento e instalaciones	Uso y disposición de residuos tóxicos	Practicas inadecuada por parte de los trabajadores de la construcción	Almacenamiento temporal de escombros	Definición de áreas específicas para colocación de escombros	Separación de los residuos según su característica	Transporte de los residuos y escombros	Disposición final de los residuos y escombro de la construcción	Afectaciones (+)	Afectaciones (-)	Agregación De Impactos.
		BIÓTICO	Flora	-6 / 6	-6 / 5	-5 / 4	-6 / 5	-3 / 3	-3 / 3	-3 / 3	-3 / 2	-3 / 2	-3 / 3	-2 / 2	-3 / 3	-4 / 4	0
Fauna	-5 / 5		-5 / 4	-4 / 3	-5 / 4	-3 / 2	-3 / 3	-3 / 2	-3 / 2	-3 / 2	-2 / 3	-2 / 2	-3 / 3	-4 / 4	0	12	-139



<b>GEO MORFO</b>	Control de erosión	-2 2	-5 4	-7 6	-3 2	-6 5	-2 2	-3 2	-2 2	-5 4	0	9	-136			
	Afectaciones (+)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Afectaciones (-)	8	8	8	7	5	8	2	7	6	8	2	7	8	84	
	Agregación de Impactos.	-207	-176	-177	-107	-41	-106	-18	-39	-35	-57	-10	-55	-144		-1.172

Fuente: Autores, 2021



### 7.2.3. Análisis de resultados

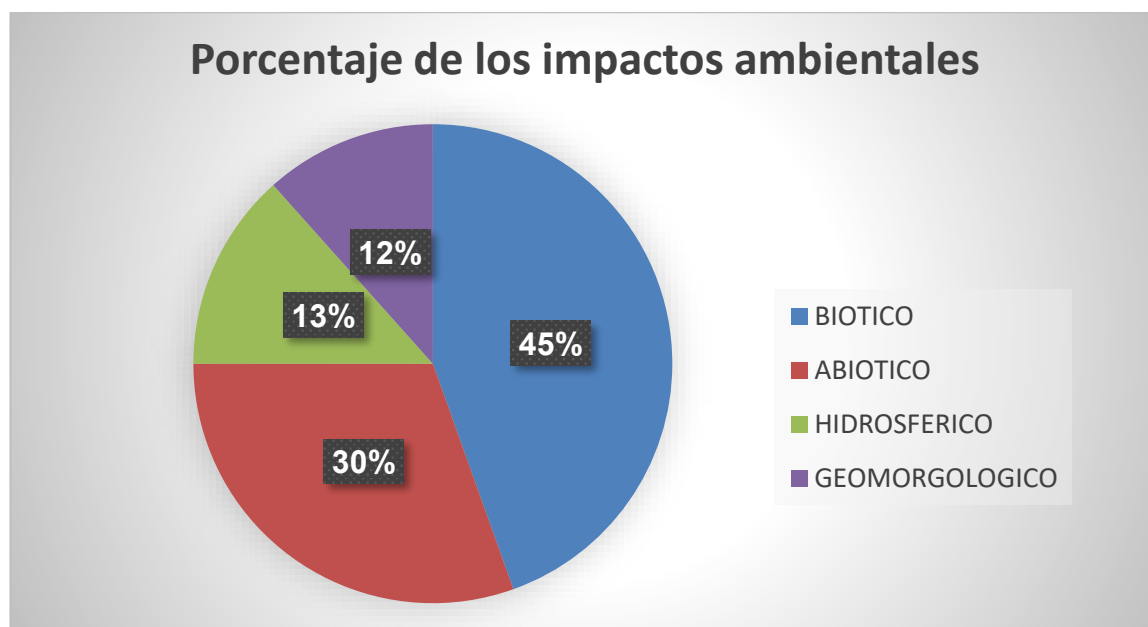
Cabe destacar que la sumatoria de los componentes está organizado así:

*Tabla 53: Sumatoria componentes*

• Biótico	522
• Abiótico	357
• Abiótico	157
• Geomorfológico	136

Fuente: Autores, 2021

*Gráfico 3: Porcentaje de los impactos ambientales según factores*

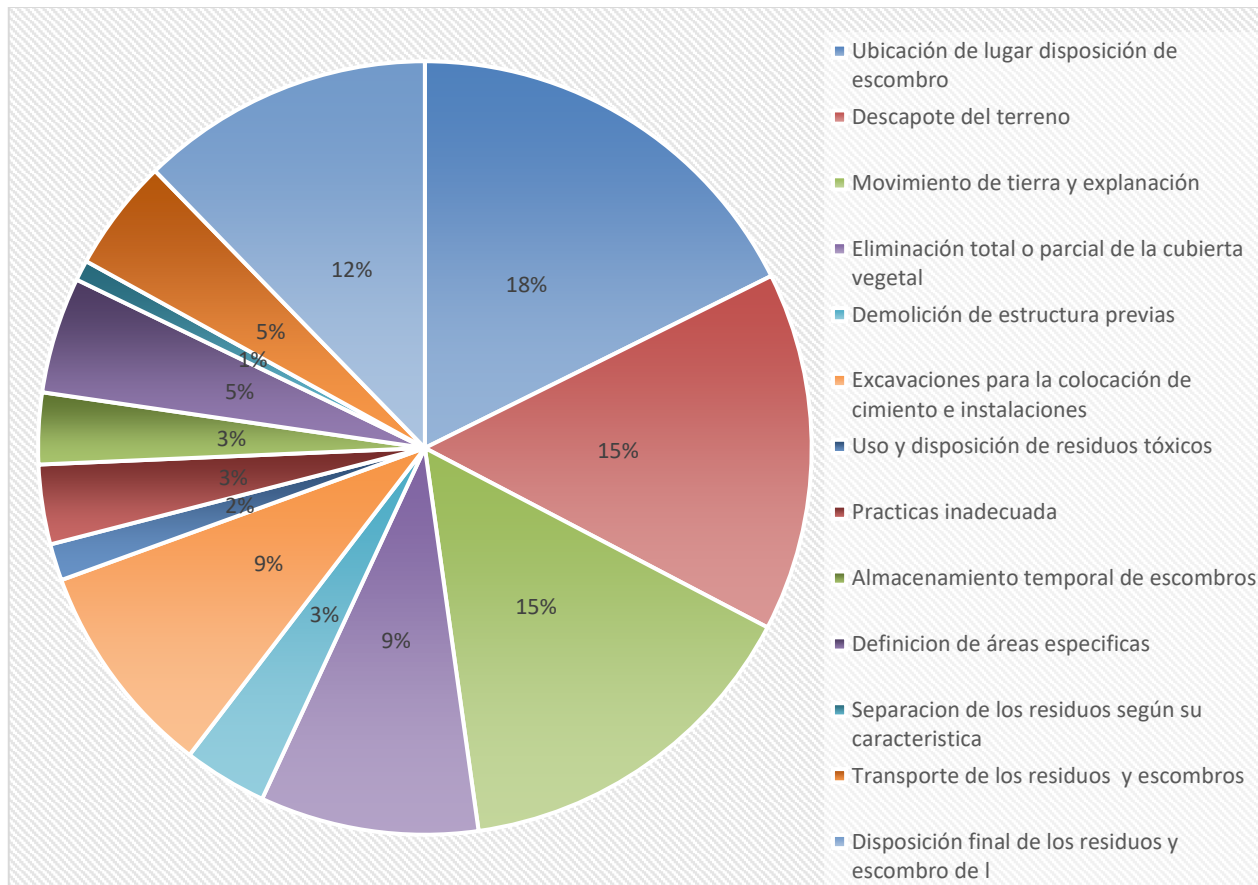


Fuente: Autores, 2021

Teniendo en cuenta estos resultados se puede mencionar que el medio biótico con un 45 % es el componente que más se ve afectado por los impactos ambientales producto de las actividades ligadas a los residuos especiales tipo escombros, le sigue el componente

abiótico con un 30 %, seguidamente hidrosférico y geomorfológico con un porcentaje de 13 % y 12 % respectivamente.

Gráfico 4: Porcentaje de los impactos ambientales según acciones



Fuente: Autores, 2021

En la figura 9, se visualiza los impactos que de una u otra manera se presentan en el Municipio de Becerril por parte de las actividades relacionadas a los residuos especiales tipo escombros.

Cabe destacar que de los resultados de la matriz de Leopold se puede concluir que el impacto muy elevado lo generan las actividades de:

- Ubicación de lugar de disposición de escombros

- Movimiento de tierra y explanación
- Descapote del terreno,
- Disposición final de residuos especiales
- Eliminación total o parcial de la cubierta vegetal.

Así mismo afecta con mayor intensidad al:

- Componente abiótico (Estructura y calidad del suelo),
- Biótico (Paisaje flora, y fauna)
- Geomorfología (Erosión del suelo).

**7.3. Plantear alternativas sostenibles para la generación, presentación, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de residuos especiales tipo escombros generados en el municipio de becerril.**

**7.3.1. Análisis y Planteamiento de alternativas en la generación, presentación, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de los residuos especiales tipo escombros.**

El municipio de Becerril-Cesar está en crecimiento, lo que aumenta considerablemente la producción de escombros, es una necesidad establecer alternativas de solución con el propósito de mitigar los impactos ambientales que se generan por el inadecuado manejo y disposición que actualmente se hace.

Fue de vital importancia determinar y mencionar las alternativas técnicas más apropiadas para la solución de la problemática por el manejo de residuos especiales tipo escombros para el municipio de Becerril. Se pudo establecer ventajas y desventajas para cada una de estas y posteriormente se realiza la selección de la más viable desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

**7.3.1.1. Planteamiento de las alternativas**

*Tabla 54: Identificación Y Característica De Las Alternativas*

N°	Alternativas	Ventajas	Desventajas
1	Plantear la construcción de una escombrera municipal para disponer los residuos especiales tipo escombros en el sitio utilizado como botadero a cielo abierto del municipio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos propios del municipio, por lo tanto, no se presentará problemas con la legalización del predio.</li> <li>• Permite la recuperación paisajística del entorno natural del Municipio y de la región.</li> <li>• Contribuye a la sostenibilidad de sus recursos naturales.</li> <li>• Facilidad y rapidez para disponer los residuos.</li> <li>• Área de terreno suficiente para implementar la escombrera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de gases y lixiviados debido a la descomposición de la materia orgánica presente en el botadero a cielo abierto por un periodo de tiempo prolongado. 10- 15 años.</li> <li>• Generalmente las administraciones públicas abandonan el área por los altos costos de mantenimiento y monitoreo.</li> <li>• Desvalorización económica del predio.</li> <li>• Inversión económica inicial alta</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Características topográficas y condiciones del suelo favorables para realizar las actividades constructivas y operativas.</li><li>• Los municipios vecinos y del área de influencia que no tengan un adecuado manejo de escombros puedan disponer sus residuos a este centro de reciclaje, con un costo diseñado y que beneficie tanto al municipio productor como al municipio transformador.</li><li>• Con la puesta en marcha de la escombrera el Municipio de Becerrilcesar, se convertiría en una empresa procesadora de</li></ul>	
--	---	--

		<p>materia prima y que puede vender el servicio, a las empresas generadoras de escombros y a los municipios vecinos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de inversión inicial a corto plazo</li> </ul>	
2	<p>En esta alternativa se propone la recolección, transporte y disposición final de los residuos especiales tipo escombros que se generan en el municipio de Becerril Cesar al relleno sanitario (Parque Ambiental de Becerril) que cuenta con licencia ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad y rapidez para sanear el sitio actualmente impactado, debido a la baja cantidad de residuos presentes y la fácil accesibilidad al sitio.</li> <li>• Disponibilidad y capacidad de la empresa prestadora del servicio de aseo para confinar los residuos en el botadero a cielo abierto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye el periodo de vida de operación del relleno sanitario que actualmente se encuentra en construcción, debido al volumen a disponer de residuos.</li> <li>• Distancias largas para el acarreo de los residuos</li> <li>• Congestión en el tráfico vehicular debido a la alta presencia de volquetas en circulación.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar y controlar los impactos negativos en el municipio por causa de las contaminaciones que generan los escombros por su mala disposición final.</li> <li>• Facilidad de transporte</li> <li>• El relleno sanitario denominado Parque Ambiental de Becerril, se encuentra en construcción y es un lugar con licencia ambiental, técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, riesgo o daño a la salud pública, minimizando y controlando los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de material particulado al momento del transporte.</li> </ul>
--	--	---	---

		<p>impactos ambientales utilizando principios de ingeniería para la confinación de los residuos sólidos.</p>	
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con esta alternativa se propone transportar los residuos especiales tipo escombros del municipio de becerril a una escombrera ubicada en el municipio de Valledupar–Cesar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad y rapidez para sanear el sitio actualmente impactado, debido a la baja cantidad de residuos presentes y la fácil accesibilidad al sitio</li> <li>• La escombrera en la ciudad de Valledupar es un lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos tipo escombros, sin causar peligro, riesgo o daño a la salud pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Congestión en el tráfico vehicular debido a la alta presencia de volquetas en circulación.</li> <li>• Producción de material particulado en el ambiente.</li> <li>• Distancias largas para el acarreo de los residuos.</li> <li>• Altos gastos económicos por parte del municipio como consecuencia del pago del transporte y disposición final de los residuos.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar y controlar los impactos ambientales utilizando principios de ingeniería para la confinación de los residuos.</li> <li>• Disponibilidad y capacidad de la escombrera para confinar todos los residuos tipo escombros que se generen en el municipio de becerrilcesar.</li> </ul>	
--	--	---	--

Fuente: Autores, 2021

### 7.3.1.2. Análisis de alternativas

#### Alternativa 1:

Aprovechando el área y la topografía del terreno se plantea construir una escombrera en el municipio de becerril departamento del cesar. Es importante mencionar que esta escombrera se piensa construir en el botadero a cielo abierto del municipio, el cual según los estudios realizados se encuentra en óptimas condiciones para cimentaciones y cuenta con todas las especificaciones que necesita una escombrera según la normatividad vigente.

La construcción de la escombrera es una alternativa nueva en la región, se puede plantear

como solución de carácter regional, generando políticas regionales que obliguen a los municipios vecinos y del área de influencia que no tengan un adecuado manejo de escombros a disponer sus residuos a este centro de reciclaje, con un costo diseñado y que beneficie tanto al municipio productor como al municipio transformador.

Hay que tener en cuenta, que el Municipio de Becerril Cesar, con la puesta en marcha de esta alternativa, se convertiría en una empresa procesadora de materia prima y que puede vender el servicio, a las empresas generadoras de escombros, a los municipios vecinos y como alternativa en el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos tipo escombros requeridos por la autoridad ambiental.

### **Alternativa 2 y 3.**

Con esta alternativa se propone en primera instancia transportar los residuos especiales tipo escombros que se generan en el municipio de Becerril Cesar al relleno sanitario del Municipio de Becerril, y a la escombrera debidamente legalizada en la ciudad de Valledupar-Cesar, utilizando maquinaria para recolectar, cargar y transportar los residuos y de esta forma darles una adecuada disposición final.

#### **- Descripción de la alternativa**

**Etapas de recolección.** Los residuos dispersos en el municipio serán recogidos y apilados con un Bulldozer D6, cortando la capa superficial del suelo con el fin de extraer la tierra contaminada. Los residuos especiales tipo escombros que no alcancen a recolectar la máquina serán recogidos por una cuadrilla compuesta por 5 operarios (obreros), la cuadrilla variará según la necesidad, esta misma utilizará toda la protección y herramientas necesarias, esta cuadrilla trabajará paralelamente con el Bulldozer para obtener un mayor rendimiento.

**Etapas de Cargue:** Luego de acopiados todos los residuos serán cargados con un cargador CAT 420, vertiéndolos al interior de las volquetas destinadas para el transporte de los residuos especiales tipo escombros. El proceso de cargue debe realizarse en serie para obtener un mejor rendimiento y disminuir los costos, cuando la máquina termine con una

volqueta, la otra debe ingresar a la zona de cargue inmediato y así sucesivamente hasta terminar el proceso.

**Eta de Transporte.** Los residuos serán transportados al relleno sanitario del Municipio de Becerril, denominado, Parque Ambiental (Siempre y cuando esté en funcionamiento), ubicado próximamente a cuatro kilómetros, utilizando volquetas de 14 m<sup>3</sup> y a la escombrera en el municipio de Becerril Cesar.

Es importante mencionar y destacar que la alternativa 2 y 3 contribuyen en un alto grado a la congestión en el tráfico vehicular debido a la alta presencia de volquetas en circulación y a la Producción de material particulado en el ambiente generando contaminación ambiental debido a los residuos que se generan producto del transporte.

Los transportadores de materiales de construcción con alto contenido de humedad deben tener los dispositivos de seguridad necesarios para evitar el derrame de material durante el recorrido. En caso de que los vehículos ocasionen derrame, escape o pérdida de los escombros en áreas de espacios públicos estos deben ser recogidos inmediatamente por el transportador, para lo cual se debe contar con las herramientas necesarias para realizar la limpieza respectiva de los residuos, y con esta serie de actividades se disminuyen en gran medida los impactos negativos producidos por el transporte de estos residuos.

### **7.3.2. Selección de la mejor alternativa.**

#### **7.3.2.1. Discusión de alternativas**

Para seleccionar la mejor alternativa se tuvo en cuenta los beneficios económicos, ambientales, sociales y técnicos que cada una de ellas genera, partiendo desde sus ventajas y desventajas.

Teniendo en cuenta las alternativas planteadas se ha llegado a la conclusión de que la alternativa 2 y 3 no es viable ya que transportar los residuos especiales tipo escombros

desde el municipio de Becerril hasta la escombrera en el Municipio de Valledupar y al relleno sanitario (Parque Ambiental) representa un costo económico muy elevado debido a la distancia de acarreo de los residuos y estas alternativas generan muchos impactos negativos al medio ambiente y económicamente no es rentable para las finanzas del municipio. En ese mismo orden de ideas la alternativa 1 resulta más viable ya que el costo que representa ejecutar esta obra puede ser recuperado en un tiempo relativamente corto y por ende esta alternativa generara muchos beneficios sociales, ambientales y económicos al municipio de becerril cesar.

Cabe destacar que la alternativa 1 es ambiciosa, rentable y que es abanderado por este municipio, teniendo en cuenta que el municipio sufre un proceso acelerado de contaminación por ser un centro minero y que quiere implementar medidas de conservación y recuperación de sus recursos naturales, siendo ejemplo a nivel regional.

Con la puesta en marcha de esta alternativa y con la implementación de políticas ambientales locales y regionales, se puede obligar a las empresas consumidoras y explotadoras de material, a consumir y ofertar más el material generado y reciclado por la planta. Lo anterior justifica la visión futurística que tiene la actual administración en pro de recuperar y conservar el medio ambiente, con una inversión económica inicial, que puede ser recuperada en el funcionamiento y puesta en marcha del proyecto y que además contribuye con la conservación del medio ambiente como lo establece la ley. Cabe destacar que la inversión inicial que se le debe realizar a la puesta en marcha de la alternativa 1 puede ser recuperado en el periodo proyectado a diez años, teniendo en cuenta los gastos de operatividad, mantenimiento, insumos y herramientas e imprevisto que se presenten.

#### **7.3.2.2. Selección de alternativa más viable**

Teniendo en cuenta la discusión de alternativas y el análisis a estas mismas se concluye que la alternativa más viable técnica, económica y ambientalmente es la alternativa 1 la cual consiste en la construcción de una escombrera en el municipio de becerril-cesar.

En el municipio urge realizar una gestión integral de residuos sólidos, diseñada a corto,

mediano y largo plazo, mediante la implementación de esta alternativa se podrá cumplir esa gestión que tanto necesita el municipio, se podrá resolver un problema social y ambiental que lleva años creciendo, así como también se generaría empleo a la comunidad, se lograría incentivar y generar la conservación del medio ambiente.

La alternativa es amigable al ambiente, porque permite la recuperación paisajística del entorno natural del Municipio y de la región, a la sostenibilidad de sus recursos naturales.

### **7.3.2.3. Análisis costo beneficio de la alternativa seleccionada**

Se tiene previsto que para la construcción y operatividad del proyecto, se requiere una inversión aproximada, que debe hacer el municipio de becerril-cesar para iniciar el proceso de reciclaje, mediante el suministro de una planta transformadora o recicladora y que puede superar un costo e inversión menor o igual de los \$500.000.000. Millones de pesos, cantidad que puede ser recuperado en el periodo proyectado a diez años, teniendo en cuenta los gastos de operatividad, mantenimiento, insumos y herramientas e imprevisto que se presenten, los cuales superarían un gasto superior al 55% del valor establecido en la tabla por año, lo anterior en condiciones normales de operatividad.

#### **Maquinaria y/o Equipo Esenciales:**

- **Tolva De Alimentación:** Fabricada en acero estructural A36, tiene una capacidad aproximada 7.50 mt<sup>3</sup>, blindaje en sus paredes internas en lamina antidesgaste y; está provista de una extensión que es abatible en posición de transporte.
- **Súper Estructura:** Este componente es la que va a soportar la tolva de carga y el alimentador vibratorio, está fabricada en perfil estructural A36 HEA 200 y va fijada al chasis principal con tornillos.
- **Alimentador Vibratorio De 0.61 Mt X 3.0 Mt:** Fabricado en lamina A36, blindado en su

parte interior, en su superficie se encuentra una criba que preselecciona el material que alimenta la trituradora, provisto de una línea de árbol con excéntricas y montado sobre rodamientos de rodillos generosamente sobre dimensionados, todo este mecanismo esta lubricado y aislado por un sistema de tapas laberinto que no permite el ingreso de polvo y humedad. Todo el conjunto está montado sobre 8 resortes en espiral distribuidos en 4 puntos. El sistema de vibración es accionado por un motor 6.0 hp 1800 rpm y transmisión por poleas.

- **Trituradora De Mandíbulas Ref. 15x24 (0.38 X 0.61 Mt):**

#### **Especificaciones técnicas:**

- a. Capacidad de 25-60 ton/hora.
  - b. Capacidad máxima de alimentación 380mm x 610mm.
  - c. Tamaño máximo de entrada 330mm.
  - d. Potencia requerida 50 hp.
  - e. Peso aproximado 6.5 ton.
  - f. Bastidor principal de una sola placa de acero SAE1020 soldada y relevada con refuerzos para resistir las presiones de trituración.
  - g. Diseño abierto en la parte posterior, de fácil acceso para el mantenimiento.
  - h. Muelas de acero al manganeso reversibles para una utilización integral.
  - i. Excéntrico superior con todas sus piezas de trabajo lubricadas para impedir la entrada del polvo y la humedad.
  - j. Sistema de acción en la mandíbula móvil que transmite las cargas a ejes de empuje colocados en el bastidor, para así aliviar las cargas axiales en los rodamientos.
- **Banda Transportadora 24” X 7.0 Mt:** Es una estructura fabricada con perfil en “C” arrastramientos en ángulo y con un faldón en la zona de carga y toda su longitud. Consta de 2 tambores o poleas, una de cabeza o motriz (12”) accionada por un moto reductor de

6.0 hp 1800 rpm y transmisión por cadena, otra de cola o conducida (10") de tipo inatascable, esta última tiene un sistema que permite tensionar la banda de acuerdo a la necesidad. Tiene 5 estaciones de impacto en zona de carga, 4 estaciones de avance, 1 estación autoalineante y 3 estaciones de retorno.

- **Chasis:** Tipo tráiler de doble eje con acople para quinta rueda fabricado con perfil estructural A36 IPE. Sistema de frenos por aire.
- Estructuras de soporte, chutes descarga, guardas, escaleras y plataformas de servicio.
- **Motores Eléctricos** 3F, 220/440 V.
- **Tablero Eléctrico De Control.**



Tabla 55: Proyección de inversión de operación y mantenimiento de la escombrera municipal

PROYECCIÓN DE INVERSIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
Gasto Operativo aproximado								
Año	Valor Producido Proyectado con incremento anual (mes)	Mano de Obra operador y auxiliares	Combustible, grasas y aceites	suministro de insumos y herramientas	Mantenimiento preventivo	Acopio de material	Valor Aproximado de Inversión	Rentabilidad probable en condiciones normales
2012	92.693.470,0	11.400.000,0	18.500.000,0	3.800.000,0	3.000.000,0	9.000.000,0	45.700.000,0	46.993.470,0
2013	95.493.184,4	12.084.000,0	18.870.000,0	3.876.000,0	3.000.000,0	9.000.000,0	46.830.000,0	48.663.184,40
2014	97.393.195,0	12.809.040,0	19.247.400,0	3.953.520,0	3.600.000,0	9.180.000,0	48.789.960,0	48.603.235,00
2015	102.262.854,8	13.449.492,0	19.632.348,0	4.032.590,4	5.040.000,0	9.363.600,0	51.518.030,4	50.744.824,35
2016	107.375.997,5	14.121.966,6	20.417.641,9	4.234.219,9	7.056.000,0	9.550.872,0	55.380.700,4	51.995.297,05
2017	110.597.277,4	14.828.064,9	21.234.347,6	4.445.930,9	9.878.400,0	9.932.906,9	60.319.650,3	50.277.627,09
2018	113.915.195,7	15.421.187,5	22.083.721,5	4.668.227,5	9.977.184,0	10.330.223,2	62.480.543,6	51.434.652,09
2019	117.332.651,6	16.038.035,0	23.408.744,8	5.135.050,2	10.076.955,8	10.743.432,1	65.402.217,9	51.930.433,66
2020	120.852.631,2	16.839.936,8	24.813.269,5	5.905.307,7	10.177.725,4	11.173.169,4	68.909.408,8	51.943.222,39
2021	124.478.210,1	17.681.933,6	26.302.065,6	6.259.626,2	10.279.502,7	11.620.096,1	72.143.224,3	52.334.985,83
2022	128.212.556,4	18.566.030,3	27.880.189,6	6.635.203,8	10.382.297,7	12.084.900,0	75.548.621,3	52.663.935,07
<b>Valor Esperado en condiciones normales de operación</b>								<b>557.584.866,9</b>

Fuente: Estudio con muestras aleatorias en el Perímetro urbano del Municipio – Secretaría de Planeación.

En la tabla anterior, se muestra la proyección de análisis de gastos operativo y mantenimiento, así como la proyección de producción económica por la venta de material recuperado, teniendo en cuenta el crecimiento promedio de la economía local y el producto interno bruto del país. Cabe anotar que una vez entre en operación el sistema de tratamiento y reciclaje, el municipio de becerril-cesar debe formular un estudio más complejo sobre la rentabilidad del producto obtenido, donde también se establezcan costos por m<sup>3</sup> de material a reciclar y del producto resultante.

Como se puede apreciar en la tabla 53, el proyecto genera espacios económicos que permite la rentabilidad y favorecimiento económico en el funcionamiento y puesta en marcha de la planta de reciclaje, teniendo en cuenta que su inversión puede ser recuperada en los diez años de proyección o antes. Cabe anotar que las proyecciones hechas se hicieron en condiciones normales de operatividad, partiendo de una planta de reciclaje nueva y con más de tres años de garantías.

En conclusión, el proyecto es viable económicamente, pero es deber del Municipio establecer costos tarifarios de material inerte con esto se garantiza a un más la sostenibilidad y rentabilidad del proyecto.





Teniendo en cuenta la tabla 54, del estudio con muestras aleatorias del municipio se calcula la cantidad de residuos sólidos tipo escombros, que se genera en el Municipio Becerril Cesar, y que pueden ser transformados en materia prima, obteniendo un valor que permite la recuperación y sostenibilidad del proyecto. Así mismo recuperar la inversión para la puesta en marcha del presente proyecto a corto y mediano plazo.

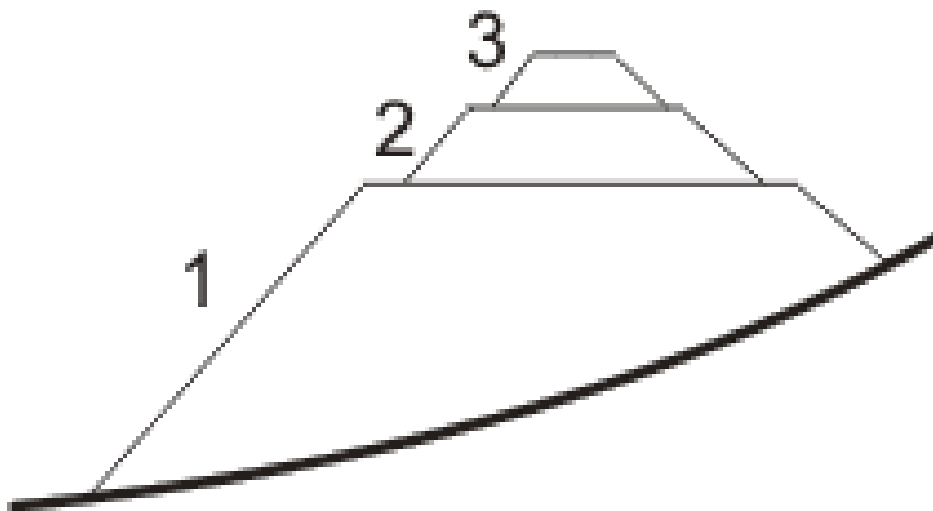
*Tabla 56: Proyección Costo material reutilizar para labores ingeniería*

PROYECCIÓN DE COSTO DE MATERIAL REUTILIZABLE PARA LABORES DE INGENIERIA										
Año	Producción RCD(M <sup>3</sup> / día)	% de reutilización y Reciclaje			Total Material reutilizable e % m3/día	Valor Comercial			Valor Total/día	Valor Mensual (proyectado)
		ladrillo 29% m3/día	Concreto Demolición 26% m3/día	tierra 21% m3/día	76	Costo polvo Ladrillo /m3/día	Costo, material de sub base, relleno M3	Material de relleno	RDC (\$)	RDC(\$)
2012	329,87	95,6623	85,7662	69,2727	250,7012	1.243.609,90	2.144.155,00	1.246.908,60	4.634.673,50	92.693.470,00
2013	333,17	96,6193	86,6242	69,9657	253,2092	1.256.050,90	2.165.605,00	1.259.382,60	4.681.038,50	93.620.770,00
2014	336,5	97,585	87,49	70,665	255,74	1.268.605,00	2.187.250,00	1.271.970,00	4.727.825,00	94.556.500,00
2015	339,87	98,5623	88,3662	71,3727	258,3012	1.281.309,90	2.209.155,00	1.284.708,60	4.775.173,50	95.503.470,00
2016	343,6	99,644	89,336	72,156	261,136	1.295.372,00	2.233.400,00	1.298.808,00	4.827.580,00	96.551.600,00
2017	346,7	100,543	90,142	72,807	263,492	1.307.059,00	2.253.550,00	1.310.526,00	4.871.135,00	97.422.700,00
2018	350,16	101,5464	91,0416	73,5336	266,1216	1.320.103,20	2.276.040,00	1.323.604,80	4.919.748,00	98.394.960,00
2019	353,66	102,5614	91,9516	74,2686	268,7816	1.333.298,20	2.298.790,00	1.336.834,80	4.968.923,00	99.378.460,00
2020	357,2	103,588	92,872	75,012	271,472	1.346.644,00	2.321.800,00	1.350.216,00	5.018.660,00	100.373.200,00
2021	360,77	104,6233	93,8002	75,7617	274,1852	1.360.102,90	2.345.005,00	1.363.710,60	5.068.818,50	101.376.370,00
2022	364,38	105,6702	94,7388	76,5198	276,9288	1.373.712,60	2.368.470,00	1.377.356,40	5.119.539,00	102.390.780,00
										1.072.262.280,00

Fuente: Estudio con muestras aleatorias en el Perímetro urbano del Municipio – Secretaría de Planeación

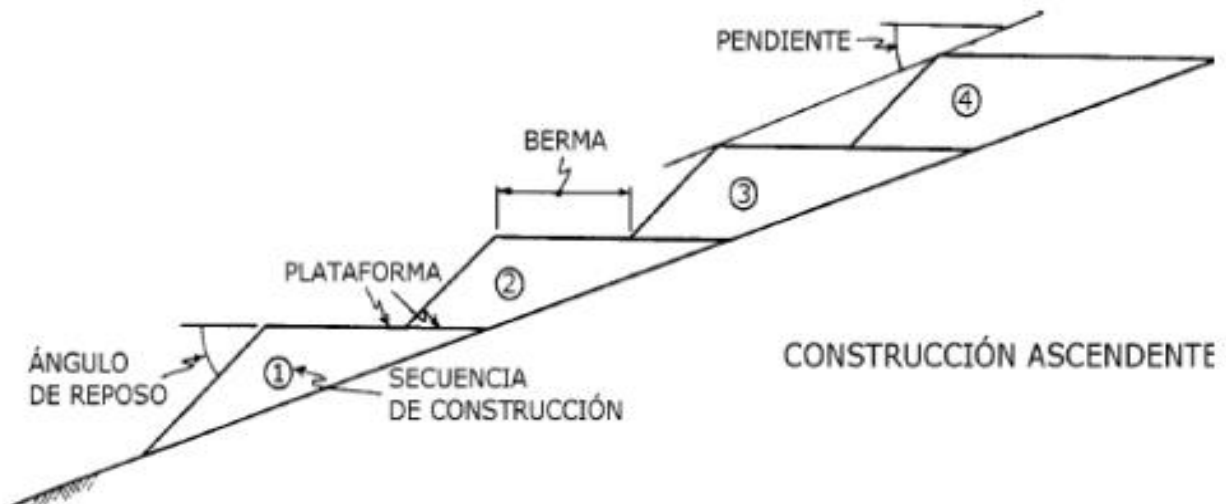
se puede deducir según lo proyectado ( ver tabla 54), que dentro del proyecto de reciclaje, el material producido o generado de residuos especiales tipo escombros en el Municipio Becerril, puede ser transformado en insumo o materia prima para diversas obras, que fueron mencionadas anteriormente y que económicamente es viable ya que su inversión puede ser recuperada, dejando al Municipio de Becerril, como una empresa suministradora de materiales de construcción en ingeniería, donde incluye, mejoramiento y construcciones de vías, calles, obras civiles, sanitarias y vivienda.

Así mismo se convierte en auto sostenible por el material disponible en sus propias obras disminuyendo su valor en consumo y suministros de materiales, es decir producir y acopiar materiales e insumos obtenidos del proceso de conversión de los RDC, en materiales de subbase, rellenos, materiales para la construcción de viviendas, mejoramientos de calzadas, entre otros. El método constructivo y de conformación del relleno se hará por medio del sistema de fases superpuestas, para una mejor compactación del relleno otorgándole un mayor factor de seguridad.



*Imagen 16. Perfil de escombrera proyectada con fases superpuestas.*

Fuente: autores, 2022



*Imagen 17. Esquema de construcción ascendente.*

Fuente: Actis, 2019

Se recomienda realizar el vertido del relleno de forma ascendente tal como se muestra en las imágenes 16 y 17 y conformar taludes de alturas máximas a 2,00 m y pendientes 2H y 1V (dependiendo del análisis de estabilidad).

### **7.3.3. Socialización de resultados al municipio de becerril-cesar.**

#### **7.3.3.1. Socialización resultados**

Teniendo en cuenta las reuniones realizadas y una vez el departamento de planeación del municipio de becerril nos dio el permiso para realizar nuestro trabajo de grado se empezó a realizar el proyecto y en cual una vez obtenida toda la información necesaria para su culminación se logró realizar la socialización de resultados con la comunidad perteneciente a dicho municipio.



*Imagen 18: Evidencia Realización de reunión y capacitación*

Es muy importante mencionar que para la socialización de resultados en el municipio de becerril, cesar se realizaron inicialmente reuniones con la comunidad, dentro de los barrios que pudimos realizar las reuniones se encuentran el centro, el Trujillo, calle palmarito, estas respectivas reuniones se llevaron a cabo en la dirección de los domicilios de las personas que hicieron parte de esta misma, donde se reunían varias personas y posteriormente se realizaba. Las entrevistas realizadas tenían el objetivo de dar a conocer a la comunidad el proyecto en general, sus alcances, sus beneficios, sus aportaciones para que de una u otra manera se solucione la problemática del mal manejo que actualmente se le está brindando a los residuos especiales tipo escombros en el municipio de becerril, cesar. Importante tener en cuenta que en el desarrollo de las entrevistas logramos incentivar a las participantes a recibir una capacitaciones sobre temas como el manejo de los residuos especiales tipo escombros desde la separación en la fuente, reciclaje, aprovechamiento y disposición final de estos mismos, donde se aplicaron estrategias lúdicas y didácticas que permitieron un mayor conocimiento de la comunidad en las temáticas propuestas y con estas capacitaciones realizadas se pudo contribuir a un mejor manejo de los residuos especiales tipo escombros en el municipio, como aporte a una estrategia de

cumplimiento de la gestión ambiental.

Cabe aclarar que en las entrevistas y las capacitaciones tuvimos una participación activa por parte de la comunidad, la cual se interesó mucho por el proyecto y la cual nos brindó todo su apoyo y participación para llevar a cabo este proyecto, así como también estuvieron de acuerdo en ser parte de este proyecto y colocar su participación para mitigar y controlar los impactos ambientales que se presentan en el municipio producto del mal manejo de los residuos especiales tipo escombros.

Importante mencionar que se realizaron en total 6 reuniones, donde se entrevistó y se capacitó aproximadamente 56 actores relevantes de la temática en estudio, en promedio 9 personas por jornada, dichos actores pertenecientes a entidades públicas, productivas, académicas, sociales del municipio. Sin embargo, es importante mencionar que en el recorrido por el municipio de forma individual se pudo socializar un poco el proyecto a 17 personas.

Dentro de las entrevistas se realizaron trabajos grupales donde se discutieron las problemáticas que actualmente está sufriendo el municipio como consecuencia del mal manejo de residuos especiales tipo escombros. Utilizando una modalidad de dinámica se presentan c/u de los/as participantes, dándonos su concepto de la problemática del municipio y las posibles soluciones a este mismo. Es importante destacar que la comunidad del municipio de Becerril cuenta con un alto desconocimiento sobre todas las implicaciones que actualmente está sufriendo su municipio como consecuencia del mal manejo de residuos especiales tipo escombros. Teniendo en cuenta toda esta falencia de información, las capacitaciones fueron de mucho apoyo ya que de una u otra manera se abordó toda la problemática que sufre el municipio.

Es importante mencionar que en el desarrollo de las entrevistas había pocas personas y se procedió hablarles en general de todo el proyecto como tal. Donde en primeras instancias se les hablo de los objetivos contemplados en el proyecto, se les explico la metodología propuesta en el desarrollo de esta misma, se resolvieron todas

las inquietudes, preguntas que los participantes nos realizaban. Cabe destacar que en la entrevista también se les hablo de los beneficios de la puesta en marcha del proyecto, ya que con la implementación de este mismo en su municipio se minimizara y controlaran los diferentes impactos negativos que actualmente se presentan por el inadecuado manejo y disposición final de los residuos especiales tipo escombros. También importante mencionar que la comunidad del municipio tiene una amplia participación en este proyecto, y se les explico su participación activa en el desarrollo de este mismo. Dentro de las capacitaciones, es importante mencionar los temas que fueron pieza fundamental, dentro del desarrollo de estas mismas, entre los temas de capacitaciones se encuentran:

**Actividades de Reciclaje y Reutilización:** Es un proceso por el cual, materiales de desecho, vuelven a ser introducidos en el proceso de producción y consumo, devolviéndoles su utilidad. No todos los residuos pueden reciclarse, pero reciclar lo que es susceptible de ello, que es más del 90 % de nuestros desperdicios, elimina gran parte de los residuos del planeta, lo que representa un gran triunfo en la lucha contra la contaminación ambiental y la mejora de nuestro hábitat. El reciclado del escombro, según los estudios realizado en el municipio Becerril, cesar, se puede recuperar más de 70%, de los residuos generados y que pueden ser utilizados en actividades diarias, en la construcción, mejoramiento de vías, viviendas entre otros, el papel, por ejemplo, evita la tala indiscriminada de árboles, que se usan con ese fin; y el reciclaje del vidrio significa un gran ahorro energético.

El concepto reutilizar comprende el utilizar repetidamente o de diversas formas distintos productos consumibles. En otras palabras, el no descartar aquellos materiales o artículos que pueden ser utilizados nuevamente ya que cuantos más objetos sean reutilizados, menos basura será producida y se gastarán menos recursos agotables. Por ejemplo, Con escombros: se puede reutilizar para relleno de terrenos, de caminos, y en general rellenos de construcción.

**Actividades de aprovechamiento:** En cuanto al aprovechamiento, aparece el

problema del bajo porcentaje de residuos aprovechados. Este problema tiene diversas causas.

- La primera es la poca cultura de reciclaje de la ciudadanía, generada por el desinterés de las partes involucradas en el aprovechamiento en programas de recuperación de residuos y en la falta de programas iniciados por el municipio.
- También aparece la poca disponibilidad de recursos generada por la gestión deficiente de la empresa prestadora del servicio.
- La ausencia del desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento es otra de las causas, generada por los altos costos de inversión, por el desconocimiento de tecnologías y la poca disponibilidad de las mismas.
- La falta demanda de los productos del aprovechamiento es otra causa.

#### **Posible aprovechamiento:**

- Un posible aprovechamiento de los escombros minerales (suelos), es la fabricación de mobiliario urbano como bordillos, andenes, tope llantas, bancas etc. Este mobiliario urbano sería en primer lugar una aplicación para el granulado de concreto.
- Otra posibilidad de aprovechamiento en el campo de los prefabricados, es la producción de bloques y ladrillos con concreto y ladrillo reciclado. Con la fabricación de estos ladrillos y bloques de concreto, se pueden obtener las resistencias requeridas por las Normas del ICONTEC en cuanto a la resistencia del material.
- Otra forma de aprovechamiento que podría disminuir la cantidad de RCD generados en el Municipio, es la sustitución de la grava en los morteros por escombros triturados.

Teniendo en cuenta la socialización a la comunidad del proyecto como tal, es importancia mencionar y destacar el plan de seguimiento y monitoreo que se debe realizar en el municipio de Becerril con la operación y puesta en marcha del proyecto y que a este mismo se le debe realizar un seguimiento y evaluación periódica. La entidad encargada de este proceso debe ser la alcaldía del municipio de Becerril

cesar.

### **7.3.3.2. Plan De Seguimiento Y Monitoreo por parte de la Alcaldía de Becerril cesar**

De acuerdo el análisis del medio ambiente a afectar y la zonificación ambiental del área proyecto, el análisis de impactos ambientales generados y las características técnicas de la adecuación inicial, operación y puesta en marcha del proyecto, se estructuró un modelo de monitoreo orientado a realizar seguimiento de indicadores ambientales que se verán modificados en uno u otro sentido (positiva o negativamente) por el desarrollo de las actividades contempladas en el proyecto. El programa general de seguimiento y monitoreo así concebido constituye una herramienta para aproximarse al conocimiento de la evolución de la calidad socio-ambiental en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto mediante el acopio y análisis de datos e información pertinente que permite evaluar la eficiencia de las obras, sistemas, medidas o estrategias de manejo ambiental y verificar el cumplimiento de las normas, estándares y compromisos de control ambiental y gestión social del proyecto. De otro lado, se logrará conocer impactos no previstos, inesperados o inaceptables a la luz de la Normatividad y adelantar un proceso de retroalimentación enfocado a reformular o establecer medidas reactivas inmediatas ante el deterioro de la calidad ambiental en la zona del proyecto. (Estrada & Jiménez, 2020)

#### **Medio abiótico**

Después de la implementación del sistema de tratamiento y disposición de las aguas residuales generadas por el personal presente en el proyecto y el lavado de equipos, se realizará una caracterización semestral al vertimiento generado, con el fin de evaluar los parámetros establecidos por este componente de acuerdo a las exigencias del decreto 1594 de 1984, en lo que respecta a la contaminación de fuentes del subsuelo y el agua subterránea.

En la caracterización mencionada se deben analizar, como mínimo, los siguientes parámetros: caudal, pH, temperatura, grasas y aceites, SST,  $DBO_5$ , DQO y aquellos que la autoridad ambiental solicite. El registro de esta caracterización debe servir como documento de consulta de información estadística sobre el del comportamiento del componente de tratamiento de las aguas residuales.

Considerando que el componente de tratamiento de lixiviados no generará vertimiento alguno, este estará sujeto a seguimiento y monitoreo, mediante caracterización periódicas, haciendo énfasis en los parámetros de  $DBO_5$ , DQO, SST y caudal. Este último parámetro es quizás el más representativo como criterio de evaluación para el funcionamiento del drenaje de lixiviados. Los lixiviados deber ser caracterizados con la misma frecuencia que las aguas residuales, excepto el caudal que deberá ser aforado mensualmente.

Proyectando la construcción de un pozo artesano para las distintas actividades (domésticas y lavado de equipos), se realizará una caracterización semestral al recurso en el sitio y en las áreas de influencia, en donde se realice un aprovechamiento de agua subterránea. Este análisis se hará de manera previa al inicio del proceso del relleno sanitario, con el fin de establecer criterios de calidad de manera cualitativa al recurso y una posible afectación de este durante la operación del relleno.

Como mínimo se deben realizar los siguientes parámetros (Decreto No. 475 de 1998): nivel estático en el pozo,  $DBO_5$ , DQO, pH, temperatura °C, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad específica, nitrógeno total, fósforo total, dureza, alcalinidad, magnesio, cloruros, sulfatos, plomo, mercurio, cobre, zinc, cadmio, cromo total, calcio, sodio, potasio y aquellos que la autoridad ambiental considere necesarios. Los resultados de estos análisis se constituirán en documento público.

Dada la importancia que representa el componente atmosférico dentro del medio abiótico y en especial el manejo adoptado para mitigar los impactos generados, se especifican a continuación las actividades a adoptar para el seguimiento y monitoreo de las respectivas medidas de manejo.

- Los responsables, administrativos y técnico, del relleno sanitario deberán verificar el cumplimiento de las medidas establecidas en el manejo para cada uno de los impactos relacionados en la ficha de evaluación.
- Adicionalmente, se deben programar capacitaciones mediante charlas obligatorias al personal de operarios sobre el uso de los elementos de seguridad industrial y/o protección personal, con una frecuencia mínima semestral o cada que sea necesario.
- Como medida de prevención se debe verificar periódicamente el funcionamiento de la maquinaria y equipos que operen el relleno, con el fin de detectar posibles fallas y así prevenir accidentes.
- Se debe realizar un registro y/o análisis del biogás producido durante la descomposición de los residuos cada seis meses. Este registro se hará de manera aleatoria entre las chimeneas para la evacuación de gases construidos en el relleno.
- Para la actividad se contemplarán los siguientes parámetros: caudal, concentración de metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno y aquellos que la autoridad ambiental considere necesarios. Este análisis también debe estar dispuesto como fuente de información o consulta como documento de interés público. En las chimeneas se monitoreará diariamente el límite mínimo de explosividad; con el fin de evaluar el riesgo de explosiones que se puedan presentar en el relleno sanitario.
- Se efectuarán inspecciones diarios a los frentes de trabajo, para observar que no se afecten las áreas localizadas por fuera del límite del relleno sanitario.
- Se debe disponer correctamente los materiales provenientes de excavaciones o movimientos de tierra, considerados de utilidad en la ejecución del proyecto.

### **Medio biótico**

Para definir la afectación que pudiere presentarse durante la operación y puesta en

marcha del proyecto, se debe tener en cuenta que el sitio seleccionado es un área intervenida en su entorno ambiental. Por lo tanto, el alejamiento de especie se dará como consecuencia del aumento de las actividades antrópicas.

Tanto el constructor, como la interventoría, deberán supervisarse el cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en la evaluación de impacto de cada uno de los componentes. Se hará seguimiento a los ecosistemas terrestres (Fauna y flora), mediante la implementación secuencial de charlas al personal que labore en el sistema y las acciones que implemente el municipio para la conservación de las especies forestadas.

Es responsabilidad del constructor y la interventoría, así como la del Municipio de la revegetalización de las áreas intervenidas y la aplicación de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental. La duración de estas actividades dependerá de las distintas etapas a llevar a cabo durante la ejecución del proyecto y estarán sujetas al avance de las mismas. De igual manera, se debe informar oportunamente a la autoridad ambiental competente sobre los avances de esta actividad, con el fin de verificar el cumplimiento del proceso de revegetalización o restauración ambiental de las áreas intervenidas y las de carácter compensatorias. Este informe será presentado cada que se ejecute la actividad según el cronograma fijado.

### **Medio socioeconómico**

El seguimiento comprende los mecanismos y acciones ambientales que permitan el desarrollo de las medidas propuestas como corrección de los impactos generados. Se debe enfatizar en la calificación de los impactos identificados, para que el componente socioeconómico sea el más favorecido en la ejecución del proyecto. Por tal razón, las actividades a desarrollar para el monitoreo de las medidas son muy estricto, de acuerdo a lo establecido en las fichas de manejo y debe ser direccionado al personal operativo del sistema.

- El operador deberá garantizar la seguridad del personal mediante la elaboración y el cumplimiento del programa de higiene y seguridad industrial. Además, el

operador debe responder por la ejecución de las medidas establecidas en el manejo de los impactos relacionados en este componente.

- El operador, deberá hacer la correspondiente evaluación de los posibles cambios ocasionados por el proyecto sobre la dinámica de la comunidad, respecto a sus quehaceres diarios y tradicionales, su nivel organizativo, participación y de sus aspectos económicos una vez se inicien las actividades. Esta evaluación se realizará por lo menos cada cinco (5) años después de haber iniciado la operación del relleno sanitario.
- Se efectuará un seguimiento a las áreas circunvecinas que enajenaron sus predios o parte de ellos para la construcción del relleno, con el propósito de evaluar el impacto generado sobre ellos y establecer la incidencia de las medidas de compensación aplicadas.
- El operador deberá mantener contacto permanente con la comunidad habitante en el área de influencia y con las autoridades municipales. Esta comunicación se mantendrá a través de mecanismos preestablecidos y aceptados por la comunidad; de tal forma que los actores involucrados puedan canalizar sus inquietudes sobre diferentes aspectos, a través de sus representantes. De igual manera, se debe garantizar una información oportuna a las comunidades acerca de las decisiones y el avance de las actividades y/o desarrollo del proyecto

## **Plan De Contingencia**

### **Objetivos Generales**

El Plan de Atención Contingencias (PDC) implementado para el Proyecto del relleno sanitario de Becerril, se define como un conjunto integrado de recursos humanos y económicos, instrumentos técnicos, normas generales, reglas e instrucciones, que tienen como fin adoptar medidas de seguridad que garanticen la prevención, mitigación y atención de posibles desastres que puedan presentarse en el área donde se adelantará la construcción de la infraestructura para disposición de residuos sólidos.

El plan de atención de contingencias del nuevo relleno sanitario se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres originados en las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto o por situaciones de orden social; buscando prevenir dichos eventos, o en caso tal de suceder, disponer de respuestas rápidas y eficientes para atender el efecto causado.

NOTA: Este PDC debe aplicarse en forma conjunta con el Plan de Salud Ocupacional, Higiene y Seguridad Industrial.

### **Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos del plan de atención de contingencias son los siguientes:

- Reducir los daños y efectos adversos a las familias aledañas al Proyecto, que puedan derivarse de la operación del mismo.
- Minimizar el impacto generado al ambiente ante un siniestro.
- Reducir los costos y reclamos derivados de las emergencias presentadas en el Proyecto.
- Minimizar las consecuencias legales por concepto de reclamaciones e incumplimiento de normas ambientales y de higiene y seguridad.
- Salvaguardar la integridad de las instalaciones del Proyecto.

En particular, y en respuesta a los pliegos del sistema de disposición, los diseños del relleno se han concebido en forma tal que minimicen los posibles impactos ambientales y sociales en el área de influencia del mismo, para prevenir en todo momento:

- Inestabilidad de terrenos.
- Inestabilidad del relleno sanitario durante y después del cierre del mismo.
- Contaminación del subsuelo
- Contaminación de la atmósfera con gases y partículas nocivas para la salud de las personas.
- Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales con lixiviados
- Dificultades en la operación del relleno sanitario, que afecten o retrasen la disposición de los residuos sólidos

- La generación de vectores y malas condiciones de trabajo para el personal operador del relleno sanitario
- La dispersión y salida de residuos del área del frente de trabajo.
- El estancamiento de aguas lluvias o de escorrentía en el área de operación o área rellenada con basura.
- Riesgos de incendios y explosiones.

En el diseño de estas medidas y en la operación misma del relleno, se han tenido y se tendrán en cuenta las restricciones de ubicación enunciadas en el artículo 88 del decreto 1713 de 2002.

Es importante anotar que algunos de los objetivos enunciados se han contemplado igualmente en el Plan de Manejo Ambiental.

En especial los siguientes:

- Inestabilidad de terrenos.
- Contaminación del subsuelo
- Contaminación de la atmósfera con gases y partículas nocivas para la salud de las personas.
- Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales con lixiviados
- La generación de vectores y malas condiciones de trabajo para el personal operador del relleno sanitario
- La dispersión y salida de residuos del área del frente de trabajo.
- El estancamiento de aguas lluvias o de escorrentía en el área de operación o área rellenada con basura.

### **Plan Estratégico**

Dentro de este plan se describen las generalidades del plan de contingencia (definiciones, marco legal, ubicación de autoridades, entre otras), la evaluación de riesgos, las estrategias de respuestas ante un evento, las necesidades recursos humanos, logísticos y las necesidades de comunicación.

A continuación se amplía cada uno de estos aspectos.

## Generalidades

### Definiciones Básicas

Debido a las múltiples definiciones que se tienen para la terminología empleada en los planes de atención de contingencias y por ende las contradicciones que esto genera, a continuación se presenta el significado de los principales términos empleados en el presente estudio de acuerdo con Cardona:

**Amenaza:** Probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con una cierta intensidad en un cierto sitio y en un periodo de tiempo. Está constituida por los factores de riesgo externos, que pueden ser modificables, pero que a menudo no lo son.

**Vulnerabilidad:** Es el nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y su propiedad, los servicios públicos, etc. La vulnerabilidad puede ser abordada desde diferentes ópticas, en el presente plan se relacionan las que tienen injerencia en el proyecto: Natural (la que presenta todo ser vivo); física (se refiere especialmente a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos); social (se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad, ya que una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones de vínculo con sus miembros entre sí, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física); política (hace referencia al nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de las decisiones que la afectan) y técnica (nivel de tecnología existente para afrontar un siniestro).

**Riesgo:** Probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sociales, económicas o técnicas en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo, es decir, hace referencia a la relación de la vulnerabilidad y la amenaza.

**Desastre:** Evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve

afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad.

**Prevención:** Hace referencia a la reducción de los riesgos, ya sean estos naturales o inducidos por el hombre (Por ejemplo, evitar la disposición de residuos peligrosos en las áreas para residuos ordinarios).

**Mitigación:** Consiste en la reducción de la vulnerabilidad mediante la adopción de medidas estructurales (que requieren técnicas elaboradas: diques, presas, etc.) y no estructurales (normas reguladoras de la conducta humana como por ejemplo programas de capacitación en manejo ambiental).

**Preparación:** Se refiere a las medidas que se adoptan para reducir al máximo la duración del periodo de emergencia post desastre y, en consecuencia, acelerar el inicio de la etapa de rehabilitación y reconstrucción. Busca, igualmente, reducir la magnitud del sufrimiento individual y colectivo, así como el traumatismo económico e institucional.

*Tabla 57: Eventos Y Escenarios De Ocurrencia De Contingencias*

Evento	Escenario	Elementos afectados
Fuga de lixiviados hacia el subsuelo Descarga de contaminantes hacia los cuerpos de agua	Contaminación del suelo	Suelo

Generación de olores	Área de influencia directa del proyecto.	Familias presentes en el área de influencia directa
Desestabilización de taludes.	Zona de disposición de residuos y planta de tratamiento de lixiviados.	Recursos hídricos superficiales Recurso suelo Recurso biótico (vegetación y fauna)
Derrame de sustancias deletéreas	Toda el área de construcción y operación del relleno.	Recurso suelo
Incendios y/o explosiones	Toda el área de construcción y operación del relleno.	Recurso biótico (vegetación y fauna)
Accidentes operacionales	Todo el área del relleno	Comunidad vinculada a la obra
Sequías	Toda el área del proyecto	Recurso biótico (vegetación y fauna)
Pérdida de equipos y maquinaria	Toda el área del proyecto	Proyecto
Cese de actividades	Toda el área del relleno	Proyecto
Proliferación de plagas	Toda el área del relleno	Infraestructuras administrativas del Proyecto

Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)

- **Probabilidad de ocurrencia:** la probabilidad de ocurrencia se calificó bajo los siguientes criterios:

- Alta: cuando la relación proyecto-ambiente determina una alta posibilidad de ocurrencia del evento contingente.
  - Media: cuando se tienen factores que no permiten establecer con seguridad que el evento contingente se presentará.
  - Baja: cuando las condiciones que se requieren para que el evento contingente se presente son de difícil ocurrencia.
- **Intensidad:** se califica de la siguiente manera:
- Baja: aquella que causa un deterioro mínimo en el ambiente y que puede ser atendido y recuperado fácilmente.
  - Media: aquella que causa deterioros serios al ambiente y que precisa de medidas correctoras para su atención y recuperación.
  - Alta: aquella que causa daños casi irreparables al medio ambiente.
- **Duración:** los criterios de calificación de este parámetro son:
- Corta: cuando la emergencia generada por el evento contingente dura menos de 24 horas.
  - Mediana: cuando la emergencia tiene una duración de entre uno y tres días.
  - Larga: cuando la emergencia tiene una duración mayor a tres días.

El Tabla No. 24 presenta la calificación de las amenazas identificadas para el relleno de Becerril. Se considera que otros tipos de amenazas, o no existen o tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia, por lo cual no se han considerado.

*Tabla 58: Calificación de Amenazas*

Amenaza	Probabili dad de ocurrenci a	Inten sidad	Duraci ón
OPERACIONALES			

Fallas en el sistema de impermeabilización	Baja	Medi a	Larga
Fallas en el sistema de tratamiento de lixiviados	Baja	Medi a	Media na
Aumento de la producción de lixiviados	Baja	Medi a	Corta
Sobrecarga de lagunas facultativas	Baja	Alta	Corta
Operación deficiente del relleno	Baja	Baja	Larga
Presiones internas en el relleno	Baja	Medi a	Larga
Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias	Media	Baja	Corta
Aumento en la concentración de gases	Baja	Medi a	Larga
Deficientes prácticas laborales	Media	Baja	Larga
Caída de personas en lagunas facultativas	Baja	Alta	Corta
Fallas en el equipo de suministro de agua	Baja	Alta	Corta
Deficiencia en la cobertura de los residuos	Baja	Medi a	Larga
<b>NATURALES</b>			
Encharcamientos por agua lluvia	Media	Alta	Media
<i>Altas temperaturas</i>	Media	Alta	Larga
<b>EXÓGENOS</b>			
Asaltos y/o robos	Media	Medi a	Media
Huelgas	Baja	Alta	Larga
Sabotajes	Alta	Alta	Media

Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)

### Estimación de Vulnerabilidad

Teniendo en cuenta que el término vulnerabilidad se refiere al “nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y su propiedad, los servicios públicos, etc.”, la vulnerabilidad de los recursos socioambientales presentes en el área de influencia del proyecto se calificó de la siguiente manera.

**-Alta:** cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es muy baja para asumir el evento contingente y por tanto supone serias afectaciones en su funcionamiento, ocasionando incluso su desaparición en la zona afectada si las medidas que se implementen no son suficientes y eficaces.

**-Media:** cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales permite asumir de manera parcial el evento contingente, siendo necesario el suministro de apoyo para recuperar su normal funcionamiento.

**-Baja:** cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es tal que las prácticas de recuperación son mínimas y poco exigentes.

Tabla 59: Calificación De Vulnerabilidad

Eventos	Elementos afectados	Vulnerabilidad
Fuga de lixiviados hacia el subsuelo	Recursos hídricos subterráneos	Baja
Descarga de contaminantes a los cuerpos de agua	Recursos hídricos superficiales	Baja
	Familias en el área de influencia directa	Media

Generación de olores	Familias en el área de influencia directa	Alta
Desestabilización de taludes	Recursos hídricos superficiales	Alta
	Recurso suelo	Baja
	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Baja
	Infraestructura asociada al proyecto	Media
Derrame de sustancias deletéreas	Recurso suelo	Alta
	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Baja
Incendios y/o explosiones	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Media
Accidentes operacionales	Familias vinculada al proyecto	Baja
Sequias	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Alta
Pérdida de maquinaria y/o equipos	Proyecto	Baja
Cese de actividades	Proyecto	Baja
Proliferación de plagas	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Media

	Familias asentadas en el área de influencia directa	Alta
--	---	------

*Fuente:* (Estrada & Jiménez, 2020)

### **Establecimiento Y Jerarquización De Riesgos**

Teniendo en cuenta que el riesgo hace referencia a la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad, se identificaron los niveles de riesgo, los cuales se presentan en la tabla 58.

Una vez establecidos los riesgos, se adelantó su jerarquización mediante la combinación de la calificación de las amenazas que dan lugar a los diferentes eventos contingentes y la vulnerabilidad de los elementos socioambientales presentes en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con la siguiente metodología:

- Asignación de pesos de calificación a los criterios de calificación. Esto se adelantó de acuerdo con los valores que se presentan en el siguiente cuadro, y que fueron establecidos con base en la experiencia del grupo de profesionales participantes en el estudio y la literatura especializada.

*Tabla 60:* Identificación Y Calificación De Amenazas Y Vulnerabilidades

Amenaza	Baja	2
	Media	3
	Alta	4
Intensidad	Baja	2
	Media	3
	Alta	4
Duración	Corta	2
	Mediana	3

	Larga	4
Vulnerabilidad	Baja	2
	Mediana	3
	Alta	4

Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)

Definiendo el riesgo como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad se tiene:

**Riesgo = Amenaza \* Vulnerabilidad**

Para lo cual se establecen los siguientes rangos de jerarquización

Tabla 61: Jerarquización De Riesgos

Rango (amenaza * vulnerabilidad)	Tipo de riesgo
Menor de 24	Mínimo
Entre 24 y menor de 108	Medio
Mayor o igual a 108	Máximo

Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)

## Estrategias de respuesta

A continuación, se presentan las medidas que se deben implementar para la atención de los diferentes eventos contingentes identificados para el proyecto.

### Fuga de lixiviados hacia el subsuelo

#### - Características del evento

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de impermeabilización
- Riesgo: Contaminación de aguas subterráneas

- Jerarquización del riesgo: Medio
- Elementos afectados: Recursos hídricos subterráneos

### **Medidas Preventivas**

- Terminadas las labores de excavación, verificar que no existen elementos cortopunzantes que puedan ocasionar el deterioro de la geomembrana.
- Instalar la geomembrana siguiendo de manera precisa las recomendaciones dadas por el fabricante, teniendo especial cuidado con lo relacionado a traslapos de la misma.
- Desarrollar de manera precisa el plan de monitoreo diseñado, para controlar la presencia de cargas contaminantes en aguas subterráneas.

### **Medidas De Contingencia**

- Una vez detectada la presencia de cargas contaminantes en aguas subterráneas, establecer la posible ubicación de la falla en el sistema de impermeabilización (área de revisión), mediante comparación de las características reportadas para cada pozo de monitoreo.
- Adecuar un sitio para la disposición de los residuos en descomposición a ser removidos del área de revisión.
- Realizar las labores de excavación, disposición y cobertura de residuos removidos dentro del menor tiempo posible, optimizando equipos, personal y material disponible.
- Cambiar el área afectada de la geomembrana, verificando que se haga dentro de los parámetros para ello establecidos, de forma tal que una vez se finalice esta labor el área intervenida quede habilitada para la disposición de nuevos residuos.
- El monitoreo de aguas subterráneas debe continuarse durante toda la emergencia, con el fin de descartar posibles puntos múltiples de fuga de lixiviados.

### **Apoyo Logístico**

- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Corpocesar
- Fabricante y proveedor de la geomembrana

### **Equipos Y Recursos Necesarios**

- Equipo de excavación
- Equipo de compactación
- Material de cobertura
- Herramienta de mano
- Dotación de seguridad industrial

### **Descarga de aguas contaminadas a los cuerpos de agua**

#### **- Características del evento:**

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de tratamiento de lixiviados, aumento en la producción de lixiviados y sobrecarga de lagunas facultativas
- Riesgo: Contaminación de recursos hídricos superficiales, afectación de familias asentadas en el área de influencia, directa y afectación de recursos bióticos.
- Jerarquización del riesgo: Medio para los tres componentes ambientales afectados

#### **- Estrategias de respuesta**

##### **Medidas Preventivas**

- Desarrollar de manera precisa el plan de monitoreo diseñado, para controlar calidad de los vertimientos de agua descargados a los cuerpos de agua superficiales.
- Adelantar el programa de limpieza y mantenimiento de las estructuras involucradas dentro de la planta de tratamiento de lixiviados, con el fin de evitar colmatación y por tanto fallas en el sistema de tratamiento y posibles sobrecargas.

- Inspeccionar de manera periódica el estado y funcionamiento de los sistemas de manejo de aguas lluvias.
- Verificar la magnitud del caudal de manejo y el nivel de agua de las lagunas facultativas una vez ocurran episodios de lluvias torrenciales que puedan ocasionar picos en la producción de lixiviados.

### **Medidas De Contingencia**

- Verificar el correcto funcionamiento de las estructuras de manejo de aguas lluvias con el fin de descartar taponamientos o aplastamientos de tuberías de recolección y conducción.
- Llevar a cabo labores de limpieza o remoción de sólidos de todas las unidades de la planta de tratamiento, especialmente de los UASB y lagunas facultativas.
- Abrir compuerta de la unidad de retención de partículas gruesas (desarenador) que se encuentre inactiva (simulación tanque de almacenamiento) para aliviar la carga de los reactores.
- Recircular el caudal de salida de las lagunas facultativas, hasta obtener condiciones óptimas de salida para descarga a cuerpos de agua.
- En caso de fallas graves se deberá implementar tratamiento mediante plantas compactas.
- Proveer a las familias afectadas el suministro de agua potable.
- Iniciar los estudios hidrobiológicos y de calidad de agua para determinar la magnitud de la afectación de la calidad del agua e iniciar medida de recuperación del caso.

### **Apoyo Logístico**

- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Corpocesar
- Empresas Públicas de Becerril

### **Equipos Y Recursos Necesarios**

- Equipo de inspección de filtros y sistemas recolectores
- Equipo de limpieza manual
- Herramienta de mano
- Sistemas de tratamiento compactos de aguas residuales

### **Generación De Olores**

#### **- Características del evento:**

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de tratamiento y Concentración de gases en el ambiente
- Riesgo: Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa.
- Jerarquización del riesgo: Medio

#### **- Estrategias De Respuesta**

##### **Medidas Preventivas**

- Adelantar la cobertura de los residuos en el menor tiempo posible.
- Verificar de manera periódica las condiciones de flujo del caudal de lixiviados bajo tratamiento.
- Verificar de manera periódica las condiciones dentro del digestor con el fin de mantener el manto de lodos en activación constante y evitar la formación de canales y puntos muertos.
- Mantener en buenas condiciones la cubierta del lecho de secado de sólidos.
- Verificar de manera periódica el estado de las líneas de conducción de biogas a los quemadores.
- Verificar el adecuado funcionamiento de la zona de infiltración - oxidación del pozo séptico.
- Disponer los lodos ya secos dentro del menor tiempo posible.

##### **Medidas De Contingencia**

- Emplear desodorantes industriales para mitigar olores.
  - Establecer la fuente de emanación de olores.
  - Eliminar puntos muertos y de estanqueidad en las unidades de operación, ajustando condiciones de flujo.
  - Incrementar la tasa de suministro de gas a los quemadores.
  - Si el tamaño de la fuente de emanación lo permite, crear puntos de absorción de olor, mediante la suspensión de bolsas rellenas de carbón activado.
  - Realizar labores de limpieza de las líneas de conducción con el fin de eliminar posibles obstrucciones que generen puntos muertos.
- **Sellar puntos de fuga de biogás.**

#### **Apoyo Logístico**

- Corpocesar
- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Secretaría de Salud de Becerril

#### **Equipo Y Recursos Necesarios**

- Equipo de bombeo y limpieza
- Herramienta manual
- Equipo muestreo de gases

#### **Desestabilización de taludes (en el relleno y en los terrenos)**

#### **Características del evento:**

- Amenaza generadora: Operación deficiente del relleno, Aumento de presiones internas del relleno y Encharcamientos

- Riesgo: Afectación de recursos hídricos superficiales, Afectación de recursos bióticos (vegetación y fauna), Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa, Afectación de la infraestructura asociada al proyecto.
- Jerarquización del riesgo : El riesgo generado por el aumento de las presiones internas del relleno por inundaciones es máximo, mientras que el riesgo por las demás amenazas es medio

### **- Estrategias De Respuesta**

#### Medidas Preventivas

- Adelantar la operación de relleno de acuerdo con los diseños (corte, altura de celdas, espesores y compactación de material de cobertura, construcción de chimeneas y filtros para captación de lixiviados, etc.).
- Verificar continuamente que los diseños estén acordes con la realidad encontrada en campo, con el fin de adelantar las modificaciones que sean del caso.
- Adelantar el seguimiento del movimiento del relleno mediante la instrumentación del caso (inclinómetros).
- Verificar los caudales de lixiviados generados con el fin de determinar posibles reducciones que indiquen almacenamiento dentro del relleno.
- Lavar periódicamente los filtros recolectores de lixiviados para evitar posibles taponamientos.
- Verificar que se esté adelantando la adecuada evacuación de gases a través de las chimeneas.
- Empradizar los taludes en el menor tiempo posible.
- Adelantar el mantenimiento preventivo de toda la infraestructura asociada al proyecto (canales interceptores de aguas lluvias, vías, cobertura vegetal, sistema de tratamiento, etc.).

#### **Medidas De Contingencia**

- Se controlarán los fenómenos geomorfodinámicos tales como remoción de masa mediante las técnicas diseñadas para tales fines (trinchos, zanjas de coronación de taludes, cunetas, revegetalización, etc.).
- En caso de taponamiento de filtros de lixiviados se adelantará su lavado inmediato para garantizar las condiciones de flujo contempladas en el diseño.
- En caso de imposibilidad de evacuación de gases por ventilación natural, se deben promover ventilación forzada para evacuar los gases, si es del caso se construirán chimeneas en puntos estratégicos para facilitar la evacuación de los gases.
- En caso de deslizamiento de residuos ya dispuestos se dará aviso inmediato a Corpocesar para coordinar las actividades del caso, las cuales deben incluir como mínimo: destaponamiento inmediato de cuerpos de aguas y vías para tránsito vehicular, fumigación de los residuos para evitar la propagación de enfermedades y evacuación de familias presentes en el área de influencia del deslizamiento.

### **Apoyo Logístico**

- Firma operadora del relleno
- Comités regionales y locales para la Prevención y Atención de Desastres
- Corpocesar
- Policía Nacional
- Defensa Civil
- Cruz Roja
- Alcaldía Mayor de Becerril

### **Equipos y Recursos Necesarios**

- Equipo de perforación
- Equipo de excavación y movimiento de tierras
- Polietileno
- Equipo de compactación
- Herramienta manual

- Apoyo aéreo para fumigación

## **Derrame De Sustancias Deletéreas**

### **- Características del evento:**

- Amenaza generadora: Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias
- Riesgo: Contaminación del suelo
- Jerarquización del riesgo: Medio

### **- Estrategias de respuesta**

#### **Medidas Preventivas**

- Revisión permanente del estado de los sistemas de almacenamiento de sustancias deletéreas.
- Adelantar el almacenamiento de las sustancias de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- El sitio de almacenamiento de combustibles y lubricantes se confinará por medio de un dique de contención perimetral que permita la contención de por lo menos el 110% del volumen almacenado.
- Los recipientes de almacenamiento de combustibles y lubricantes se dispondrán de manera horizontal soportados sobre estructuras resistentes. Esto con el objeto de detectar más fácilmente posibles fugas.
- El suministro de combustible a la maquinaria y equipos se deberá adelantar mediante bombas manuales, por ningún motivo se permitirá el empleo de embudos o cualquier otro medio que no sea seguro.
- Revisión permanente del estado mecánico de los equipos y maquinaria

#### **Medidas de Contingencia**

- En caso de un evento de esta naturaleza se informará inmediatamente a las autoridades competentes.
- Como primera medida se determinará el sitio del cual se está generando la fuga y se procederá de inmediato a su control.

- Una vez identificado el sitio del siniestro se confinará el sitio donde se presentó el derrame.
- En caso de que el contaminante sea líquido se retirará la parte del suelo afectada, se encapsulará y dispondrá en el sitio de relleno.

### **Apoyo Logístico**

- Firma operadora del relleno
- Corpocesar
- Policía Nacional

### **Equipos y recursos necesarios**

- Herramienta manual
- Estopa, sacos de arena, aserrín
- Material impermeable

### **Incendios Y Explosiones**

#### **- Características del evento:**

- Amenaza generadora: Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias concentración de gases en el ambiente.
- Riesgo: Afectación de recursos bióticos (Vegetación y fauna) y Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa.
- Jerarquización del riesgo: El riesgo por la deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias es mínimo, mientras que el derivado de la concentración de gases es medio

#### **- Estrategias de respuesta**

##### **Medidas preventivas**

- Verificar de manera periódica las condiciones bajo las cuales se almacenan las sustancias comburentes, con el fin de determinar necesidades de ventilación.
- Verificar periódicamente un adecuado mantenimiento de equipo y maquinaria.

- Verificación permanente de las condiciones de operación y estado físico de las chimeneas de salida de gases.
- Se deberá monitorear periódicamente la presencia de gases en el ambiente, con el fin de evitar concentraciones excesivas.
- Verificación de las condiciones de operación de los UASB (salidas de biogás) para determinar concentraciones excesivas de gas.
- Verificación permanente del estado de las líneas de conducción de biogás
- Verificación de condiciones de operación de quemadores de gas.

### **Medidas de contingencia**

- En caso de determinarse concentraciones de gases por encima de los umbrales permitidos se deberá comunicar inmediatamente a los organismos de apoyo presentes en la zona del proyecto y a evacuar la comunidad, el personal y la maquinaria vinculado al proyecto que pueda verse en peligro.
- Posteriormente a la evacuación de personas y maquinaria se procederá a determinar los métodos para disipar el gas sin que estos puedan causar problemas a las familias asentadas en cercanías al proyecto.
- En caso de incendios se deberá aislar las posibles fuentes de conflagración y/o propagación mediante el retiro de material comburente.
- Si el incendio es el relleno sanitario se procederá en el menor tiempo posible a sofocar las llamas con material de cobertura, si esto no es posible se emplearán extintores de polvo químico seco.
- Una vez controlada la emergencia se procederá a evaluar el estado final de la infraestructura con el fin de determinar las necesidades de reparaciones y restricciones.

### **Apoyo logístico**

- Firma operadora del relleno
- Comités Regionales y Locales para la Prevención y Atención de Desastres

- Corpocesar.
- Policía Nacional y Defensa Civil
- Cruz Roja
- Corregimiento de Pasacaballos

### **Accidentes operacionales**

#### **- Características del evento**

- Amenaza generadora: Deficientes prácticas laborales
- Riesgo: Caída de personas en lagunas facultativas y Afectación de la salud humana.
- Jerarquización del riesgo: La caída de personas en las lagunas es mismo, mientras que las deficientes prácticas laborales presentan un riesgo medio.

#### **- Estrategias de respuesta**

##### **Medidas preventivas**

- Capacitar continuamente al personal vinculado al proyecto en las normas de higiene y seguridad industrial para el manejo y disposición de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario.
- Señalizar claramente las áreas de trabajo, de manera que permita captar el mensaje y adoptarlo.
- Suministrar la dotación de seguridad de trabajadores, guantes, botas de con puntera de acero, overoles de tela gruesa, casco, etc.
- Capacitar a la totalidad de los operarios del relleno, administrador y jefes de sección, en técnicas de primeros auxilios.

##### **Medidas de contingencia**

- Retiro del operario o persona del sitio del accidente si la naturaleza de este lo permite.
- Suministro de primeros auxilios de acuerdo con el programa adoptado para el proyecto.

- Determinación del estado de conciencia del operario.
- En caso de considerarlo necesario, se deberá remitir el operario a centros asistenciales de Becerril.

### **Apoyo Logístico**

- Operarios capacitados para suministro de primeros auxilios
- Hospitales de Becerril

### **Equipos y recursos necesarios**

- Botiquín de primeros auxilios
- Camilla
- Vehículo de emergencias

### **Sequías**

#### **- Características del evento**

- Amenaza generadora: Altas temperaturas y fallas en el equipo de suministro de agua.
- Riesgo: Perdidas de la cobertura vegetal
- Jerarquización del riesgo: Máximo en el caso de altas temperaturas y medio en el caso de fallas en el equipo de suministro de agua

#### **- Estrategias de respuesta**

##### **Medidas Preventivas**

- Implementar y ejecutar de manera periódica un programa de mantenimiento de los equipos de riego.
- Inspeccionar con frecuencia el estado de la cobertura vegetal implantada.

##### **Medidas De Contingencia**

- Identificar el punto de falla o avería en el sistema de suministro de agua a las instalaciones del proyecto.
- Cambiar y/o reparar la parte del sistema de suministro de agua que esté fallando.

- Dado el caso, programar jornadas de riego con equipo portátil, mediante el suministro de agua a las instalaciones del relleno por medio de carrotanque.

### **Apoyo Logístico**

- Firma operadora del relleno
- Empresas Públicas de Becerril

### **Equipos y recursos necesarios**

- Herramienta manual
- Carrotanque
- Equipos portátiles para riego

*Tabla 62: Laguna de evaporación de lixiviados*

<b>PROBLEMAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>
-Rotura de geomembranas en las zonas de pondaje y canales de escorrentías	-Realizar el vaciado del tanque y utilizar un tanque alternativo hasta su reparación
-Disposición de lodos	-Disponer de lodos en el relleno sanitario

*Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)*

*Tabla 63: Drenaje de lixiviados*

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Obstrucción de filtros	Identificar la zona de taponamiento y proporcionar drenaje perimetral alterno por medio de canales abiertos. Luego de este se procede a la reparación si es posible.
Obstrucción de emisario final de pondajes	Excavar y construir desvíos provisionales en tubería, a través de estos conducir los lixiviados a los pondajes. Después de esto se identificará el punto de rotura y se procederá a repararlo.
Obstrucción de emisario final de pondaje	Construcción de desvíos provisionales por medio de tubería con lo que se realiza la conducción de lixiviados hacia el pondaje, luego se procederá a realizar un sondeo a lo largo de la tubería para hallar el punto de obstrucción y así realizar el destaponamiento. Si por medio del sondeo no se logra remediar el problema, se hará necesario cambiar el tramo de la tubería donde se presenta la obstrucción.

*Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)*

*Tabla 64: Manejo de residuos*

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-Daño en la maquinaria (compactador, Bulldozer, etc.)	Adecuar una zona de descargue provisional mientras se reemplaza el equipo.
-Presencia de vectores	Verificar la cobertura inmediata de la celda diaria.
-Deficiencia en compactación	Inspeccionar los posibles sitios donde esté ausente el material de cobertura.
	Verificar volúmenes, en caso de hallarlos, proceder a redistribuirlos y recompactarlos.

*Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)*

### Vías de acceso

**Accesos y circulación internos:** Para el trazado de las vías internas se tendrán en cuenta las dimensiones de las celdas y la conformación de plataformas, la forma de operación y las condiciones climáticas, para garantizar así la recepción de residuos bajo cualquier condición ambiental. Se concibe el diseño de vías temporales para facilitar el acceso a los frentes de trabajo e ir avanzando en el lleno, sobre la conformación de las celdas y a su vez, de las plataformas, tanto en los niveles más inferiores, sobre los cuales se contempla la ubicación del sistema de captura, drenaje y conducción de los lixiviados. Las vías internas cumplirán con las siguientes especificaciones:

- Permitir la doble circulación de los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.
- Tener los radios de giro y pendientes adecuadas.

**Vías Externas:** La vía externa con que se cuenta para acceder al Relleno Sanitario es la que comunica al municipio de Becerril con el municipio de la Jagua de Ibirico. Esta vía cumple con las siguientes condiciones:

-El acceso al relleno sanitario es por una vía pública.

-Su trazado es permanente.

-La vía es una carretera pavimentada en asfalto

Para el diseño vial se partió de los siguientes criterios y consideraciones básicas:

**Tránsito Promedio Diario:** Se estima que hacia el final del período de diseño se tendrá un ingreso inicial de 20 t/día de residuos sólidos. Si se consideran vehículos con capacidad media de 6 a 8 toneladas.

**Tipo de vía:** La topografía se puede calificar plana. Se recomienda en la literatura un tipo de vía de dos carriles, con superficie de rodadura en afirmado, hasta donde sea posible desde el punto de vista económico y haya disponibilidad de recursos.

**Ancho de banca:** Se decidió tomar un ancho de banca de 8.0 m que servirá para facilitar la circulación en las dos direcciones de camiones con residuos o con materiales para cobertura, o vehículos pesados típicos para construcción de obras. Este ancho incluye la berma y la cuneta, en los puntos en que se necesiten.

**Velocidad de diseño:** Por las características topográficas y las del proyecto, se toma una velocidad de diseño como parámetro básico de diseño entre de 20 y 30 km/h.

**Radio mínimo de curvatura horizontal:** no se esperan limitaciones de tipo espacial, ni topográfico, se estiman radios de curvatura horizontal mayores a 15 m.

**Bombeo y peralte:** La pendiente transversal de la vía o bombeo de la calzada, adoptado es del 3%. El peralte máximo, de acuerdo con el radio de curvatura y la velocidad de diseño es de 6%.

**Sobrecosto:** Se tuvo en cuenta en el diseño un sobrecosto estimado de 3.0 m. en las curvas, aunque no se prevé dificultades en la visibilidad y tránsito en el lugar.

**Afirmado:** Hasta donde sea económicamente posible y necesario, se sugiere afirmado con espesor de 0.40 m colocado sobre geotextil tejido.

**Curvas verticales:** No se prevén curvas verticales, dadas las condiciones topográficas,

las bajas velocidades y los tramos cortos de vía.

### **Diseño de vías a cargo del operador**

De acuerdo con la actividad de construcción, el Operador construirá vías temporales para facilitar sus labores.

### **Cunetas De Las Vías Del Relleno**

Para el control efectivo de los drenajes en la vía se tienen proyectadas una serie de cunetas cuyas especificaciones serán acordes a lo estipulado por el Ministerio del Transporte en lo que se refiere a este tipo de obras. A continuación se detalla su diseño.

-Tipo de cunetas: Cunetas Trapezoidal.

-Ancho total: 0,40 mts

-Altura total: 0,60 mts

-Talud: 1 V: 1.5 H

-Materiales: hormigón de f'c 2500 psi, material granular

*Tabla 65: Cobertura fina*

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-Agrietamiento	-Verificar la compactación y espesor de la cobertura final, adicionalmente proporcionar material para sellado.
-Excesiva resequedad e inicio de procesos erosivos.	-Adelantar en forma rápida el proceso de reposición vegetal.

*Fuente: (Estrada & Jiménez, 2020)*

### **Control de incendios**

Se debe tener en cuenta que en el botadero hay gran cantidad de material con alto poder calorífico, fácilmente inflamable y explosivo, en ocasiones llegan residuos aun en combustión y otros residuos que se deben incinerar pero que por falta de presupuesto, técnica o por descuido también llegan al botadero, se debe tener en cuenta además que durante la degradación de la materia orgánica se produce gas metano inflamable.

Lo más importante para controlar los incendios es mantener un estricto control sobre los pequeños focos que se presenten y que se deben apagar prioritariamente.

Si se llegara a observar humo o una pequeña llama se debe apagar inmediatamente con lo cual se evitará un gran incendio.

Esta es una de las funciones del personal que trabajara en el botadero durante las etapas de clausura y post-clausura.

Los pasos a seguir para apagar los incendios que se pudieron llegar a presentar dentro del botadero son:

- Cubrir con abundante tierra (mínimo 80 cm por encima de las llamas).
- Compactar los residuos con un buldócer lo cual se debe realizar hasta tener certeza de que el humo que sale solo es vapor de agua, después una hora de la compactación inicial se debe volver a compactar para evitar futuros incendios.
- Estos focos de pequeños incendios se deben mantener bajo estricto control durante los días siguientes y cada vez que se observe humo repetir las operaciones anteriores.

### **Deslizamiento de taludes**

Si se llegara a presentar este acontecimiento, se deben desarrollar los siguientes pasos:

- Acopiar los residuos nuevamente.
- Después se compactarán y cubrirán hasta que reciban el máximo de compactación, esto se logrará cuando la superficie de la basura no se deforme con el peso del equipo, y se le dará nuevamente el ángulo para la conformación de talud, previendo nuevos derrumbes; se deben determinar las razones por las cuales se dio el deslizamiento y corregirlas.

### **Riesgos naturales**

Ante la eventualidad de lluvias intensas, que produzcan un alto grado de inundación, las medidas o acciones a adoptar son las siguientes:

- Cubrir la zona de operación de la celda para evitar su colmatación y eventual rebalse.
- Se deben abrir zanjas de desvió de las aguas de escorrentías superficiales para proteger la celda contra erosión.

En el caso de asentamiento que produzcan depresiones cóncavas o grietas, las medidas o acciones a adoptar son las siguientes:

- Se procederá a rellenar y compactar los sectores afectados.
- Se estudiarán las características de las deformaciones con el fin de prever movimientos posteriores

## 8. CONCLUSIONES

La presente investigación arrojó las siguientes conclusiones:

- Se logró determinar en el diagnóstico del estado inicial del municipio frente a los residuos especiales tipo escombros que no hay un sitio de disposición final adecuado y apto para disponer estos mismos. Seguidamente se logró evidenciar que la comunidad del municipio de Becerril, Cesar, presentan desconocimiento sobre la recolección, transporte y disposición final de los residuos, así como también desconocen todos los impactos negativos que originan estos mismos, donde se puede mencionar la contaminación del suelo, aire, fuentes hídricas, daños en los ecosistemas, deterioro de la flora entre otros, por lo que se hace necesario e indispensable tomar medidas al respecto.
- A través del diagnóstico general y técnico se pudo determinar el sitio de disposición final más óptimo para la disposición final de los residuos especiales tipo escombros en el municipio. Mediante las condiciones del terreno y del municipio se pudo formular las alternativas de solución a la problemática ambiental que presenta el municipio por el manejo inadecuado de los residuos especiales tipo escombros.
- La evaluación ambiental realizada a cada uno de los sitios del municipio de Becerril afectados por la disposición final de escombros, reveló, el gran impacto que ocasiona a los recursos naturales circundantes dicha actividad. Recursos naturales tan importantes como el agua, el suelo, la flora y la fauna, son afectados de manera directa, ocasionando, deterioro, hasta desaparición del recurso. La fauna y la flora, son gravemente impactadas, hay desaparición de especies vegetales y desplazamiento de especies animales. El suelo afectado, en los diferentes predios, presenta, disminución, en

algunos casos, hasta pérdida total de la cobertura vegetal, iniciando, procesos erosivos.

- Posteriormente se realizó una valoración de los impactos ambientales generados en el municipio donde se pudo identificar los efectos e impactos ambientales, seguidamente se pudo evaluar y calificar estos mismos por medio la matriz de Leopold desarrollando una matriz de efectos e impactos y como consecuencia de esas actividades se analizaron los resultados determinando que el medio biótico con un 45 % es el componente que más se ve afectado por los impactos ambientales producto de las actividades ligadas a los residuos especiales tipo escombros, le sigue el componente abiótico con un 30 %, seguidamente hidrosférico y geomorfológico con un porcentaje de 13 % y 12 % respectivamente.
- Mediante el estudio geotécnico se concluyó que la muestra No.1 tiene el mayor porcentaje en arena Limosa SM, que fue de 5.4%, y sucesivamente en las demás muestra cómo se va bajando el porcentaje de 5.35% a 5.3%. y se pudo establecer las condiciones topográficas del terreno, para así formular los diseños pertinentes para el diseño de alternativas.
- Según los estudio geotécnico realizado se concluye que no se encontró nivel freático en los sondeos realizados y las propiedades físico mecánicas de los estratos encontrados se consideran adecuadas para cimentar estructuras.
- Para excavaciones que no se superen la profundidad crítica evaluada ( $H_c=1,47m$ ), se podrán realizar las excavaciones sin utilizar ningún tipo de contención y con taludes verticales. Siempre y cuando el tiempo que dure abierta la excavación sea corto. De lo contrario se presentarán pequeños derrumbes que se empeorarán con el paso de los días.
- La excavación debe hacerse por tramos no mayores a 60 m de longitud, de tal forma que se inicie el siguiente tramo una vez se hayan ejecutado los trabajos de compactación del material granular. La compactación de los materiales de relleno y conformación de las zanjas, se hará en capas que no

superen 15 cm de espesor una vez compactadas, y alcanzando una energía de compactación de 95%.

- Al diseñar las alternativas para darle solución al manejo y tratamiento de residuos especiales tipo escombros en el municipio de Becerril, Cesar se pudo determinar que la más viable técnica, económica y ambientalmente es: Plantear la construcción de una escombrera municipal para disponer los residuos en el sitio utilizado como botadero a cielo abierto del municipio. La alternativa es amigable al ambiente, porque permite la recuperación paisajística del entorno natural del Municipio y de la región, a la sostenibilidad de sus recursos naturales.
- Con la puesta en marcha de la escombrera, el municipio de Becerril-Cesar se convertiría en una empresa procesadora de materia prima y que puede vender el servicio, a las empresas generadoras de escombros, a los municipios vecinos.
- Se logró definir las alternativas de solución para la corrección de impactos negativos que se han y están presentando en el área de influencia del botadero a cielo abierto como en la comunidad en general del municipio de Becerril Cesar, con los diferentes programas, proyectos y actividades que se definieron en la presente investigación.
- Se pudo establecer que los actores principales, que intervienen en el transporte y disposición final de los escombros, producto de remodelaciones y construcción en el municipio de Becerril-Cesar, son los carretilleros, cuya actividad se ha convertido en el sustento económico, para suplir sus necesidades básicas.
- La socialización de resultados de la presente investigación donde se llevó a cabo diferentes capacitaciones, entrevistas y divulgaciones logró definir mejoras en las acciones de la comunidad frente al manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros originando la disminución de impactos negativos que se han causado a través de los años en el municipio.

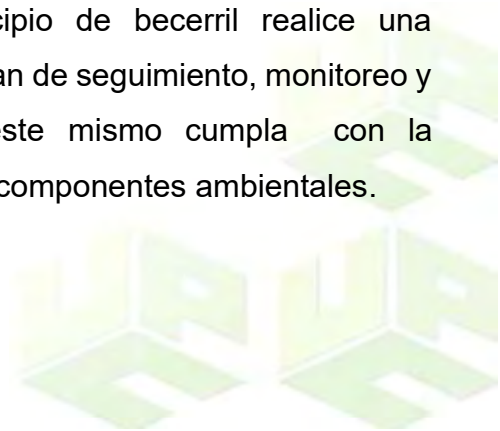
## **9. RECOMENDACIONES**

- El municipio de Becerril, Cesar está en crecimiento, lo que aumenta considerablemente la producción de escombros; es una necesidad establecer y realizar la construcción e implementación de la escombrera municipal donde todos los residuos tipo escombros que se generen en el municipio sean llevados a este mismo para su posible aprovechamiento y/o tratamiento, con el propósito de mitigar los impactos ambientales que se generan por el inadecuado manejo y disposición que actualmente se le brinda a este tipo de residuos.
- Es de suma importancia, tener en cuenta, los principales transportadores de escombros, producidos en el municipio, (los carretilleros). Los vehículos de tracción animal, que utilizan, tienen limitaciones. Es importante que la vía de acceso a la futura escombrera, no tenga una pendiente muy alta, ya que los animales utilizados (caballos), para esta actividad, no son aptos para acceder a lugares con estas características.
- Pavimentar la vía que conduce al botadero municipal, de esta forma se facilita el acceso al predio a las maquinarias, camiones recolectores de residuos, Los vehículos de tracción animal (caballos) teniendo en cuenta que al no estar pavimentada se presta para aumentar más residuos en las vías.
- Prohibir el ingreso de niños y mujeres en embarazo ya que el estado actual del botadero constituye un alto riesgo para la salud y seguridad de personas vulnerables a este caso, solo deberían entrar personas responsables y usando siempre elemento de protección personal.
- Socializar con la comunidad vinculada al proyecto, avances, beneficios de estas alternativas el manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros.
- Se recomienda al municipio realizar un estudio de consultoría para determinar si los escombros pueden ser reciclables.

- Capacitar al personal que realiza sus actividades en el Botadero en temas de seguridad, salud ocupacional y concientización ambiental.
- Concientizar a la comunidad del municipio de Becerril sobre las tres 3R que son reducir, reutilizar y reciclar para minimizar los impactos ambientales proveniente del mal uso y manejo de los residuos especiales tipo escombros.
- Es necesario que se desarrolle, principalmente en los jóvenes y niños la conciencia ambiental para que toda la comunidad se haga participe de una buena gestión de residuos, es necesario que se ejecuten principalmente los programas de educación ambiental, que se debe empezar por las instituciones educativas para así promulgar un ambiente sano.
- Es importante desarrollar estrategias interinstitucionales y procesos de gestión educativa y comunitaria, vinculando a estudiantes, docentes y personal de los Colegios, corporaciones e Instituciones a la solución de problemas ambientales, mediante la gestión y educación ambiental.
- Implementar una ordenanza municipal para el manejo de los residuos tipo escombros durante y después de la etapa de implementación de dicho proyecto, con la finalidad de realizar un mayor control y aplicar las sanciones correspondientes al no cumplirse.
- Implementar y plantear actividades de participación con la comunidad en general, donde se realice el buen manejo y tratamiento de los residuos especiales tipo escombros, con el objetivo de lograr la conciencia ambiental de todos los involucrados.
- Se recomienda que las autoridades competentes (ambientales, judiciales y de policía) sean eficaces en el cumplimiento de sus funciones y puedan sancionar a las personas que arrojen residuos tipo escombros en sitios no autorizados.
- Implementar un seguimiento y evaluación de la disposición final de los residuos especiales tipo escombros generados en el municipio de becerril

cesar, de tal manera que se eviten sanciones de tipo legal.

- Se recomienda cumplir a cabalidad el Plan de seguimiento, monitoreo y Plan de contingencia
- Se recomienda que la alcaldía del municipio de becerril realice una evaluación y vigilancia del cumplimiento de Plan de seguimiento, monitoreo y Plan de contingencia para permitir que este mismo cumpla con la normatividad legal y vigente en los diferentes componentes ambientales.



## **10. BIBLIOGRAFIA**

Aguaseo total. (2017). Diagnóstico Ambiental Y Técnico Operativo Del Servicio De Aseo Del Municipio De Becerril – Cesar.

Ardila Castellanos, F., Jaimes Aguilar, M. (2010). Estudio De Alternativas De Manejo De Escombros Generados Por La Construcción Y Demolición De Edificaciones En La Ciudad De Bogotá. Monografía, Especialista En Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial De Santander, Colombia. Recuperado de: <http://noesis.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7181/1/133327.pdf>

Barrera Pérez, D., Vergara Rodríguez, C. (2017). Diseño E Implementación De Una Planta De Disposición Ambiental De Escombros En Concreto En La Ciudad De Bogotá. Trabajo de grado, Especialista en Gerencia de Proyectos, Universidad Piloto De Colombia. Recuperado de: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004115.pdf>

Bazán Gara, I. O. (2018). Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso).

Córdoba Dávila, O. J. (2012). Revisión Y Ajuste Del corto Y Mediano Plazo Esquema De Ordenamiento Territorial De Becerril – Cesar (Componente Rural y Urbano).

De grado, t. e. (2018). Análisis de opciones para la disposición final sostenible de residuos de construcción y demolición en Venezuela (doctoral dissertation, universidad católica Andrés bello).

Estrada, J., & Jimenez, K. (2020). Diseño De Alternativas Para La Clausura Y Restauración Ambiental Del Botadero A Cielo Abierto Del Municipio De Becerril.

González, J. A. (2008). Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, Colombia.

Google. (2012). Mapa de Becerril en el cesar, Colombia en Wikipedia. Recuperado el 28

de febrero, 2020,  
de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Becerril\\_\(Cesar\)#/media/Archivo:Colombia\\_-\\_Cesar\\_-\\_Becerril.sv](https://es.wikipedia.org/wiki/Becerril_(Cesar)#/media/Archivo:Colombia_-_Cesar_-_Becerril.sv)

Jiménez Cortes, H. E. (2013). Evaluación De La Situación Actual Del Manejo De Residuos De Construcción Y Demolición (RCD) En El Municipio De Madrid Cundinamarca. Trabajo de grado, Microbióloga Industrial de la Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11829/JimenezCortesHeidyEsmeralda2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Baquero, F.E. (2012). Propuesta para el manejo adecuado de los escombros. Tesis de grado, Especialización en Gerencia Ambiental, Universidad Libre, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7120/LopezBaqueroFridisEnrique2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peñaloza Mercado, E. C. (2014). Implementación De Las Medidas De Manejo Ambiental En La Fase De Construcción De La Escombrera Del Municipio De La Jagua De Ibirico-Cesar.

Pulgarín Márquez, H. Y., & Hernández Alvear, O. L. (2017). Diagnostico Para La Implementación De Una Escombrera Municipal En Pailitas Departamento Del Cesar (Doctoral Dissertation).

Ramírez Tobón, J. C. (2014). Instrumentos Para El Mejoramiento En La Gestión De La Política De Aprovechamiento De Residuos De Construcción Y Demolición En Bogotá D.C. A Partir De Las Percepciones De Los Constructores De Obras Públicas. Proyecto de grado, Magíster en Gestión Ambiental, Universidad Javeriana Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13514/RamirezTobonJulioC>

esar2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

“Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente”. Por el cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, demolición y capa orgánica de suelo y subsuelo de excavación. Recuperado de: <http://www.suin-juricol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30030210>



Secretaria Distrital De Ambiente (SDA 2009). Guía Ambiental para el Manejo de Escombros en la ciudad de Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/>

UICN (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. Recuperado de: [https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia\\_de\\_manejo\\_de\\_escombros.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia_de_manejo_de_escombros.pdf).



**ANEXOS**

**ANEXO 1: Permiso Para Desarrollar El Proyecto En El Municipio De Becerril, Cesar**

 Libertad y Orden	<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE BECERRIL - CESAR</b> <i>Nit. 800.096.576-4</i>		 <b>Becerril POSITIVO</b> ALCALDIA MUNICIPAL
	Código: 110	Versión: 2.0 Fecha: 05 - 2020	
	<b>OFICIO</b>	Página 1 de 1	

Becerril, 26 de Mayo de 2021

Señores

**Fredy Eduardo Catalán Noriega**

**Elkin Manuel Chaparro Vargas**

*Estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria*

*Universidad Popular del Cesar - UPC*

Cordial Saludo,

**Asunto:** Permiso para el desarrollo de un proyecto de grado de pregrado del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la UPC en el Municipio de Becerril.

Yo, Edwin Manuel Moreno Pallares Secretario de Planeación del Municipio de Becerril, doy el permiso para el desarrollo del proyecto de grado titulado "DISEÑO Y ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL - CESAR", para que lo lleven a cabo y logren los objetivos del proyecto. La administración municipal Becerril Mas Positivo acompañara este proyecto con información bibliográfica que puedan necesitar los estudiantes y esperamos que una vez culmine y sea aprobado el proyecto radiquen a la Secretaria de Planeación Municipal copia del mismo.

Atentamente,



**EDWIN MANUEL MORENO PALLARES**  
Secretario de Planeación Municipal

Proyecto: Vanessa Orozco, Profesional de apoyo al CMGRD y ambiente.

## **Anexo 2. Imágenes De La Mala Disposición De Los Residuos Especiales Tipo**

### **Escombros**

A Continuación, se mostrarán las imágenes de la problemática que actualmente vive el municipio de becerril como consecuencia de la mala disposición de sus residuos especiales tipo escombros. Dentro de los puntos críticos ubicados se encuentra la ruta 49 vía Valledupar en la entrada del municipio de Becerril, y en la vía 49 al municipio de las Jagua de Ibirico salida del municipio de becerril. Estas imágenes se llevaron a cabo en medio del reconocimiento del area de la zona de estudio.

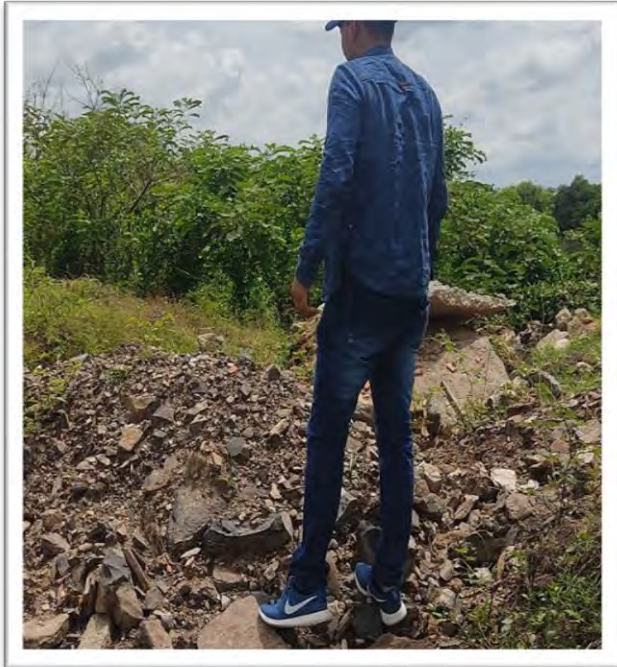


Escombros ubicados en la ruta 49 vía  
Valledupar en la entrada del municipio de Becerril.





Escombros ubicados en la ruta 49 vía Valledupar en la entrada del municipio de Becerril



Reconocimiento de las zonas donde se presentan los focos de contaminación por consecuencia de la acumulación de residuos especiales tipo escombros



Escombros ubicados en la ruta 49 vía la Jagua de Ibirico en la salida del municipio de Becerril.



Escombros ubicados en la ruta 49 vía la Jagua de Ibérico en la salida del municipio de Becerril.




Escombros ubicados en el barrio el Trujillo.



Escombros regenerados en el centro del municipio de Becerril en la calle palmarito en la dirección calle 10 #35-37. Escombros de la señora Aracely Quiroz como consecuencia de remodelaciones en su vivienda.



**Anexo 3. Formato de encuesta**

	<b>PROYECTO DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR</b>			
<b>ENCUESTA</b>				
<b>FACILITADOR (ES)</b>		<b>LUGAR</b>		
		<b>NOMBRE ENTREVISTADO</b>	<b>EDAD</b>	<b>FIRMA</b>

**Manejo De Escombros Municipio De Becerril-Cesar**

**1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?**

---



---

**2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?**

---



---

**3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?**

---



---

**4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)**

Públicos       privados       No Sabe

5. **¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?**

---

6. **Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)**

Zona Urbana       Zona Rural       No Sabe

7. **¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.**

SI       NO

---

8. **¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?**

SI       NO

---

9. **¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.**

SI       NO

---

10. **¿Cuál son los aspectos que usted cree que atentan contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición dentro del municipio de becerril-**

**Cesar? (Múltiple Opción)**

- Desconocimiento sobre el tema
- Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional
- Falta de recursos para manejo de residuos
- Falta de un ente que recoja los residuos de escombros
- Alto costo asociado al manejo de escombros
- Falta de conciencia ambiental
- Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

**11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?**

- No
- Sí (Mencione el nombre y defina el servicio prestado)

**12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?**

---

---

**13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?**

- No
- Sí


---

---

**Anexo 4: Formato registro de asistencia a Reuniones y capacitaciones**

TEMA		REGISTRO DE ASISTENCIA				
TIPO DE CAPACITACION (Señale con una X el tipo de asistencia)	CAPACITACIÓN	DIVULGACIÓN				
	INDUCCCIÓN	REUNIÓN				
FACILITADOR (ES)	LUGAR					
	HORA INICIO			HORA FINALIZACIÓN		
No	FECHA	NOMBRES Y APELLIDOS	No. CÉDULA	DIRECCIÓN	BARRIO	FIRMA
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

**Anexo 5: Evidencias encuestas realizadas**

 <p>UNIVERSIDAD Popular del Cesar</p>		<p><b>PROYECTO DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR</b></p>		
<b>ENCUESTA</b>				
FACILITADOR (ES)	Citlin Chaparro V	LUGAR		
		Calle 77 # 5-23 Caritro		
	Andy Catalan N	NOMBRE ENTREVISTADO	EDAD	FIRMA
		Roberto Pineda	47	[Firma]

**Manejo De Escombros Municipio De Becerril-Cesar**

1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?

Son los desechos de las construcciones, así se utilizan para rellenar

2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?

Los mandan o botan con los camiones, no conozco su sitio final

3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?

Como que yo conozco es a las oficinas del municipio



4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)

Públicos  privados  No Sabe

5. ¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?

Las concretas puros y c

6. Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)

Zona Urbana  Zona Rural  No Sabe

7. ¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.

SI  NO

rellenos

8. ¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?

SI  NO

9. ¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.

SI  NO



10. ¿Cuál son los aspectos que usted cree que atentan contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición en el municipio de Becerril? (Múltiple Opción)

Desconocimiento sobre el tema

Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional

Falta de recursos para manejo de residuos escombros

Falta de un ente que recoja los residuos de escombros

Alto costo asociado al manejo de escombros

Falta de conciencia ambiental

Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?

No

Sí (Mencione el nombre y defina el servicio prestado)

12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?


Muy bueno para el beneficio de la comunidad

13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?

No

Sí



	<b>PROYECTO DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR</b>		
	<b>ENCUESTA</b>		
FACILITADOR (ES)	LUGAR		
	Ekin Charano V Calle 17 #5-75 Barrio Centro		
Fredy Catalan N	NOMBRE ENTREVISTADO	EDAD	FIRMA
	Armando Villera	34	Armando V.

**Manejo De Escombros Municipio De Becerril-Cesar**

1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?

son esos residuos que se dan cuando se construye una casa.

2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?

Los lleva a las afuera del municipio

3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?

No conozco ningún sitio



4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)

Públicos  privados  No Sabe

5. ¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?

Los escombros mas comunes que son incinerados

6. Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)

Zona Urbana  Zona Rural  No Sabe

7. ¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.

SI  NO

8. ¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?

SI  NO

9. ¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.

SI  NO

10. ¿Cuál son los aspectos que usted cree que atentan contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición en el municipio de Becerril? (Múltiple Opción)

- Desconocimiento sobre el tema
- Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional
- Falta de recursos para manejo de residuos escombros
- Falta de un ente que recoja los residuos de escombros
- Alto costo asociado al manejo de escombros
- Falta de conciencia ambiental
- Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?

- No
- Sí (Mencione el nombre y defina el servicio prestado)

12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?

Excelente, ya que esto permitiría que el municipio  
Progrese.

13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?

- No
- Sí





	<b>PROYECTO DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR</b>		
	<b>ENCUESTA</b>		
FACILITADOR(ES)	Atin Chaparro V	LUGAR	
	Fredy Catalan N	Calle 77 # 5-44 Centro	
	NOMBRE ENTREVISTADO	EDAD	FIRMA
	ALIX RAMOS	42	ALIX RAMOS

**Manejo De Escombros Municipio De Becerril-Cesar**

1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?

son los escombros que se dan en las construcciones,

2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?

Mi hijo se los lleva afuera del municipio

3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?

Afuera del municipio, como quien va para Casaca



4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)

Públicos  privados  No Sabe

5. ¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?

concretos solo concreto puro

6. Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)

Zona Urbana  Zona Rural  No Sabe

7. ¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.

SI  NO

8. ¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?

SI  NO

9. ¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.

SI  NO

10. ¿Cuál son los aspectos que usted cree que atentan contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición en el municipio de Becerril? (Múltiple Opción)

- Desconocimiento sobre el tema
- Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional
- Falta de recursos para manejo de residuos escombros
- Falta de un ente que recoja los residuos de escombros
- Alto costo asociado al manejo de escombros
- Falta de conciencia ambiental
- Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?

No

Sí (Mencione el nombre y defina el servicio prestado)


12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?

Muy bueno, mejoraría los problemas que hay en el  
Pueblo.

13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?

No

Sí

 <b>UNIVERSIDAD Popular del Cesar</b>	<b>PROYECTO DISEÑO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS ESPECIALES TIPO ESCOMBROS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL DEPARTAMENTO DEL CESAR</b>		
	<b>ENCUESTA</b>		
FACILITADOR (ES)	LUGAR		
	Etien Chaparro V	Calle 77 # 6-50 Centro	
Fredy Catalan N	NOMBRE ENTREVISTADO	EDAD	FIRMA
	Aracely Quiroz	47	Aracely Quiroz

**Manejo De Escombros Municipio De Becerril-Cesar**

1. ¿Qué son los Residuos Especiales Tipo Escombros?

yo pienso que son esos residuos de los escombros  
cuando se remodela una casa se generan.

2. ¿Dónde deposita los residuos especiales tipo escombros?

Los dejo afuera de mi casa.

3. ¿Cuál es el lugar de disposición final de los escombros que hay en el municipio?

que yo conozca no hay ningún sitio adecuado



4. ¿Los lugares donde usted dispone los RCD Son?: (Múltiple Opción)

Públicos  privados  No Sabe

5. ¿Cuáles son los materiales (escombros) que más se evidencian en el municipio?

el concreto, ladrillos

6. Los lugares de disposición de estos materiales, son: (Múltiple Opción)

Zona Urbana  Zona Rural  No Sabe

7. ¿Conoce Usted los beneficios de disponer adecuadamente los residuos de escombros? Si su respuesta es Si Mencione cuales.

SI  NO

8. ¿Cree adecuado que el municipio de Becerril destinara un lugar específico, para la disposición final de estos materiales (escombros)? ¿Especifique por qué?

SI  NO

9. ¿Si se buscara un lugar de disposición final de estos materiales, tendría usted un lugar para proponer? Si su respuesta es Si especifique el lugar.

SI  NO



10. ¿Cuál son los aspectos que usted cree que estorban contra la mala gestión de residuos de construcción y demolición en el municipio de Becerril? (Múltiple Opción)

- Desconocimiento sobre el tema
- Falta de normativas y reglamentos a nivel nacional
- Falta de recursos para manejo de residuos escombros
- Falta de un ente que recoja los residuos de escombros
- Alto costo asociado al manejo de escombros
- Falta de conciencia ambiental
- Otro (¿Cuál?) \_\_\_\_\_

11. ¿Conoce una empresa para el transporte y disposición final de los residuos de escombros en el Municipio?

- No
- Sí (Mencione el nombre y defina el servicio prestado)

12. ¿Qué le parece implementar un proyecto para el municipio de Becerril en el cual se mejore la gestión de los residuos de la construcción?

Me parece bueno, ya que esta ayuda a nuestro  
municipio a ser mejor y verse mas lindo

13. ¿Le gustaría participar en actividades destinadas a mejorar la gestión de los residuos de la construcción?

- No
- Sí