

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA E INGENIERÍA
GEOLÓGICA**



AVANCE EROSIVO DE LAS CARCAVAS EN EL SECTOR EL PESO I ENTRE LOS AÑOS 2016 2022, MUNICIPIO INDEPENDENCIA – ESTADO ANZOATEGUI.

**TRABAJO DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES NAIBELIS J.
MOTA V., Y JORGE L.
MATUTE M. PARA OPTAR
AL TÍTULO DE GEÓLOGO E
INGENIERO GEÓLOGO
RESPECTIVAMENTE**

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2023



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado titulado: “**AVANCE EROSIVO DE LAS CARCAVAS EN EL SECTOR EL PESO I ENTRE LOS AÑOS 2016 2022, MUNICIPIO INDEPENDENCIA – ESTADO ANZOATEGUI**”, presentado por los bachilleres: **NAIBELIS J. MOTA V.**, portadora de la cédula de identidad No. **V-22.848.339**, y **JORGE L. MATUTE M.**, portador de la cédula de identidad No. **V-22.849.216**, como requisito parcial para optar al título de **GEÓLOGO** e **INGENIERO GEÓLOGO** respectivamente, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellidos y nombres:

Firma:

Prof.

(Asesor)

Prof.

(Jurado)

Prof.

(Jurado)

Prof. Rivadulla, Rosario
Jefe del Dpto. de Geología

Prof. Monteverde, Francisco
Director de la Esc. de Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los _____ días del mes de julio del año 2023

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi gran esfuerzo a mi Dios Todopoderoso por estar siempre conmigo, haberme dado la fortaleza y entusiasmo para poder alcanzar satisfactoriamente este sueño. A mis padres Mireya Valladares y José Mota por haber confiado en mí y estar a mi lado en los momentos más oportunos y por ser mi motivación en la culminación de esta meta. A mis hermanos Nazareth, José, Johanny, Johanna y a mi hermano Johalvi que Dios lo tenga en su Gloria por su apoyo, cariño y motivación. A la Universidad de Oriente por ser mi casa de estudios.

También dedico este trabajo a todos mis amigos y compañeros de estudios que también fueron de gran apoyo en mi vida y en mis días como estudiante de pregrado.

Naibelis J., Mota V

Todo el esfuerzo durante este tiempo se lo agradezco a Jehová Dios por haberme dado salud, sabiduría y entendimiento para comprender el conocimiento aprendido. A mis padres Zenaida Mariño y Henry Matute por haberme dado la vida, la crianza, educación, valores y principios para que así lograr una meta que me sirva a lo largo del camino que falta por recorrer. A mis hermanos y amigos por haberme apoyado durante todo este tiempo. a mis amigos compañeros de estudios, por compartir conmigo sus conocimientos ,buenos momentos juntos como también momentos cargados de estrés de presentar un examen pero con la satisfacción de haber aprobado. Finalmente a todas aquellas personas que de alguna u otras maneras contribuyeron a lo largo de mi carrera.

Jorge L., Maturte M.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer primeramente a Dios Todopoderoso por habernos dado el don de vivir y permitirnos llegar hasta el final de nuestras carreras universitarias, a la casa más alta “ La Universidad de Oriente” por acogernos en su seno regalarnos el nivel educativo que hoy estamos alcanzando con la culminación de nuestro trabajo de grado. A nuestro tutor académico Profesor Erasto Jiménez por brindarnos la asesoría necesaria para la elaboración de este proyecto. A nuestros padres y familiares que siempre estuvieron apoyándonos durante esta larga travesía. A todos nuestros compañeros y amigos que de una u otra forma colaboraron con nosotros, a todos ustedes, “Muchas Gracias”.

Naibelis J., Mota V
Jorge L., Maturte M.

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como finalidad “estudiar el avance erosivo de las cárcavas en el Sector El Peso I Municipio Independencia – Estado Anzoátegui entre los años 2016 – 2022 aplicando geoprocesamiento digital”. La investigación se dividió en tres fases: una etapa preliminar, una etapa de campo y otra de oficina. En la etapa preliminar se definió el lugar donde se realizó el estudio, se consultaron tesis de grados con temas similares, se consultaron los mapas cartográficos de la zona de estudios. Una vez investigados los antecedentes de la zona, se procedió a la selección del material en el cual se aplicó el geoprocesamiento digital. En la segunda etapa, etapa de campo se realizó la toma de las coordenadas en ciertos puntos de la zona de estudio con la ayuda del GPS, así como también la toma de fotografías a las áreas afectadas por la erosión para efectos de anexos en el trabajo investigativo. Por último se ejecutó una tercera etapa, etapa de oficina, donde con los datos obtenidos en la etapa 2, toma de las coordenadas, permitieron georeferenciar la fotografía aérea del año 2016, una vez digitalizada y la imagen de Google Earth correspondiente al año 2022, todo esto con la finalidad de ubicarlas en el tiempo y en el espacio, que una vez delimitada el área de estudio, se continuo al geoprocesamiento digital con la aplicación del software Autocar para cada imagen y así conocer el área erosionada para cada año, siendo las cárcavas del Sector El Peso I afectadas para el año 2016 de 1,28 hectáreas y para el año 2022 3,70 de hectáreas; observándose que desde año 2016-2022 la zona erosionada aumento un área de 2,42 hectáreas.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE APÉNDICES	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación.....	6
1.5 Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características del medio físico-natural del área de estudio	8
2.3.1 Geología Regional.....	8
2.3.2 Geología Local	10
2.3.3 Geomorfología	10
2.3.4 Características Climatológicas	10
CAPÍTULO III	13
MARCO TEÓRICO	13
3.1 Antecedentes de la investigación	13
3.2 Definición de términos básicos	14
3.2.1 Cárcavas	14

3.2.2 Evolución de la Cárcava	14
3.2.3 Clasificación de las cárcavas	15
3.2.4 Dimensiones de las cárcavas.	17
3.2.5 Causa y Factores de la formación de las cárcavas	19
3.2.6 Formación Mesa	20
3.2.7 Sistema de Información Geográfica (SIG)	21
3.2.8 Funciones de un SIG	21
3.2.9 AutoCAD	23
3.2.10 Geoprocesamiento	26
CAPÍTULO IV	27
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
4.1 Tipo de investigación	27
4.2 Diseño de investigación	27
4.3 Población y muestra de la investigación.....	28
4.3.1 Población de la investigación	28
4.3.2 Muestra de la investigación	28
4.4 Flujograma de investigación	29
4.4.1 Etapa Preliminar	30
4.4.2 Etapa de Campo	31
4.4.3 Etapa de Oficina	31
CAPÍTULO V	32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
5.1 Toma de las coordenadas en el lugar de estudio	32
5.2 Geoprocesamiento digital	34
5.2.1 Digitalización de la fotografía aérea 2016	34
5.2.2 Captura de la imagen Google Earth 2022	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	38
REFERENCIAS	39
APÉNDICES	41
APÉNDICE A.....	42
ANEXOS.....	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del Sector El Peso I a nivel nacional.....	7
3.1 Ciclo de evolución de una cárcava (Santiago, J. 2003).....	15
3.2 Cárcavas pequeña, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004)...	17
3.3 Cárcavas mediana, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004)...	18
3.4 Cárcavas grande, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004)...	18
4.1 Flujograma de la Metodología.....	29
5.1 Puntos Seleccionados para la toma de coordenadas con G.P.S (Google Earth).....	32
5.2 Aerofoto del año 2016 del Sector El Peso I. Soledad – Estado Anzoátegui	34
5.3 Imagen satelital del Sector El Peso I Soledad- Estado Anzoátegui. (Google Earth 2022).....	35
5.4 Zona de erosión en la aerofoto del 2016.....	35
5.5 Zona de erosión de la imagen de Google Earth del 2022.....	36
5.6 Resultado de la fotografía aérea del año 2016 y la imagen de Geogle Earth 2022 (Mota y Matute, 2022).....	36

LISTA DE TABLAS

	Página
5.1 Ubicación geográfica del Sector El Peso I a nivel nacional.....	33
5.2 Tabla 5.2 Datos proporcionados por el software en la fotografía aérea del año 2016.....	35
5.3 Datos proporcionados por el software en la fotografía aérea del año 2022.....	36

LISTA DE APÉNDICES

	Página
Apéndice Resumen climatológico, correspondiente al período 2016-2022....	42
A.1 Resumen climatológico correspondiente al periodo 2016 – 2022. Fuente Meteorológica Ciudad Bolívar.....	43

LISTA DE ANEXOS

A. Cárcava de la parte baja donde podemos observar área afectada por el avance de la erosión del sector el peso i municipio independencia.- estado Anzoátegui

B. Entrada principal del sector el peso i que ha sido afectada por el aumento progresivo de la erosión el cual coloca en riesgo las casas al alrededor de la calle el Carmen, municipio independencia- estado Anzoátegui

C. Mapa de áreas de erosión en el sector el peso i, soledad - estado Anzoátegui. (2016 y 2022).

INTRODUCCIÓN

Soledad, Capital del Municipio Independencia del Estado Anzoátegui, está constituida sobre relleno sedimentario del plio-pleistoceno, conocido como la Formación Mesa, la cual está conformada por gravas, arenas, limos, arcillas. Los minerales predominantes aquí son las arenas no consolidadas, esta formación ha tenido un levantamiento con respecto al nivel del mar, lo que en consecuencia ha creado un paisaje de mesas que en Soledad alcanzan hasta 140 m de altitud. Por razón natural, cuando una región se levanta, la tendencia es que los ríos comiencen a excavar verticalmente los materiales por donde ellos discurren.

Debido a esta situación los bordes de las mesas, al estar conformados de materiales no consolidados, son susceptibles a la erosión y a la formación de cárcavas o barrancos por la acción de las lluvias.

El avance de las cárcavas dentro de las áreas del Sector El Peso I en Soledad reside en el hecho de que los procesos naturales de infiltración y escorrentía se han alterado completamente; en condiciones normales, sin la influencia antrópica, las cárcavas retroceden muy poco a lo largo del año.

La erosión en cárcavas es una problemática antrópico- natural que afecta en gran medida a las partes alta de Soledad, obedeciendo a factores geológicos, geomorfológicos, edafológicos y de vegetación (factores naturales); sin embargo, se debe hacer énfasis en las actividades realizadas por la mano del hombre (factores antrópicos), las cuales han promovido el avance, desarrollo y evolución del problema en la localidad.

En el Sector El Peso I del Municipio Independencia, Estado Anzoátegui, se han formado sistema de cárcavas por el retroceso de los taludes como consecuencia de la acción erosiva del agua que actúan sobre los suelos arenosos pertenecientes a la Formación Mesa, afectando gravemente a dicha comunidad.

Los barrancos se han originado por fenómenos naturales principalmente, pero ha intervenidos de forma importante la actividad del hombre, debido a diversas actividades.

Esta investigación fue estructurada de la siguiente manera:

Marco Introdutorio en esta parte se especifica los principales preceptos del trabajo investigativo.

Capítulo I se refiere a la Situación a Investigar: Planteamiento del Problema, Objetivos Generales y Específicos, Justificaciones, Alcances y Limitaciones.

Capitulo II se refiere a la Generalidades del Marco Investigativo: Localización Geográficas, Geología, Geomorfología y Clima del Área en estudio.

Capitulo III envuelve el marco teórico o definiciones básicas de la investigación.

Capitulo IV en esta parte se describe la metodología de investigación empleada: Tipo de Investigación, Técnicas de Recolección de Datos, Criterios Empleados, etc.

Capítulo V representa los análisis de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

Conclusión y Recomendaciones de la Investigación presentan de manera que los aspectos derivados del análisis de resultados, en base a esto se formulan las recomendaciones y finalmente tenemos los aprendices y los anexos que aplican la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

La acción del agua y otros agentes externos sobre la superficie terrestre origina un desgaste del suelo, formando zanjas que profundizan con el tiempo para generar una gran depresión como lo es una cárcava, que si no es controlada en su momento, tiene la capacidad de seguir creciendo progresivamente en sus tres dimensiones: vertical, longitudinal y lateralmente.

En cualquier parte del mundo, la erosión en cárcava, constituye un problema que ataca en lugares donde predominan los sedimentos no consolidados y que carecen de vegetación, permitiéndole al agua de escorrentía, como principal agente destructor, desgastar a la superficie terrestre en las dimensiones atrás mencionadas.

En Venezuela, es común este tipo de erosión en lugares donde predominan sedimentos jóvenes del pleistoceno y que constituyen a la Formación Mesa de nuestro país, formación que aflora en los estados: Monagas, Anzoátegui, Guárico, Sucre y Bolívar. Realizando unas series de obras edificaciones, carreteras y otras que han sido colapsadas por el gran avance erosivo que ha mantenido este sistema y que por su falta de control amenazan con la vida de habitantes.

Es por lo planteado anteriormente, que se denomina el avance erosivo que han sufrido los suelos del sector El Peso I entre los años 2016 -2022, con el uso de mapas, topográficos, cartográficos, geológicos, fotografías, digitalización de la zona y la aplicaciones de programas computarizado, con el fin de presentar a las autoridades competentes, propuestas o recomendaciones para el control de la erosión y así poder garantizar a la comunidad una mejor calidad de vida.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Estudiar el avance erosivo de las cárcavas en el Sector El Peso, Municipio Independencia- Estado Anzoátegui entre los años 2016 – 2022 aplicando Geoprocesamiento Digital.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar las zonas de erosión que se encuentran en el área de estudio con las fotografías aéreas del año 2016.
2. Determinar las zonas de erosión que se encuentran en el área de estudios con una imagen tomada de Google Earth del año 2022.
3. Comparar el estado de erosión que ha sufrido el área de estudio en el período considerado.
4. Establecer recomendaciones con el propósito de postergar el progreso erosivo de la zona estudiada.
5. Generar a través del Software AutoCAD un mapa del Sector El Peso, donde se represente las áreas que han sido afectadas por la erosión en los años 2016 y 2022.

1.3 Justificación de la investigación

Los sistemas de cárcavas, son terreno cubierto por sedimentos no consolidados pertenecientes a la Formación Mesa del Cuartanario, sus características constituyen un factor importante para impedir obras civiles de cualquier índole sobre ellos. Se trata de un problema natural, donde es imposible a través de la intervención del hombre eliminar el fenómeno de desgaste de los suelos, pero si es posible disminuir el proceso erosivo.

Soledad, compone cierta parte de la Formación Mesa; y la Zona del Peso se crea en una de las zonas más altas del Municipio, en el tope de una mesa, la cual es bordeada por un manantial.

1.4 Alcance de la investigación

Con la realización del presente trabajo se determina el avance erosivo que han sufrido las cárcavas en el Sector El Peso I, Municipio Independencia- Estado Anzoátegui, que actualmente es afectada por un dinámico y amplio sistema de cárcavas.

La investigación permitirá profundizar y reformula conocimientos previos que den lugar a la generación de futuras investigación a partir del mismo, también permitirá a los organismos como protección civil, cuerpo de bombero, entre otros organismos planificar acciones de control que tengan que realizar en el sitio, así como también alertar a las autoridades competentes de que dicha zona está siendo muy afectada por el crecimiento de las cárcavas haciendo que sea menos habitable. De la misma manera, la investigación ayudara a determinar los principales factores que contribuyen el crecimiento de las cárcavas que afectan en dicha zona, y de esa manera poder establecer el riesgos que representa para esa comunidad, a fin de cuenta proponer un conjunto de soluciones adecuada que sirva para controlar la erosión.

1.5 Limitaciones de la investigación

Falta de información topográficas del área de estudio para los años 2.016-2.022, además de no tener la disponibilidad de aerofotos del 2022, la cual condujo al uso de la imagen tomada de Google Earth en una escala muy diferente a las de las aerofotos.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio esta geográficamente ubicada al Norte del río Orinoco de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, limitada cartográficamente por las coordenadas planas N 903409, E 437018; N 903455, E 436990; N 903449, E 436958; N 903383, E 436887; N 903425, E 436891 (Figura 2.1).



2.2 Acceso al área de estudio

La principal vía acceso al área de estudio es la terrestre, el cual está ubicada en el Sector El Peso I, para acceder a esta zona es necesario trasladarse por la avenida Guzmán Blanco de Soledad en dirección hacia la entrada principal de la urbanización Carabobo cruce con la calle El Carmen aproximadamente 120 metros de recorrido del cruce al sentido izquierdo comunicando esta con la calle Los Aceiticos.

2.3 Características del medio físico-natural del área de estudio

2.3.1 Geología Regional

Sedimentos de la Formación Mesa que la cubren en contacto discordante y los Aluviones recientes.

2.3.1.1 Formación Mesa

Según Hedberg y Pyre, (1994) en Mendoza, V. (2000) introducen los términos por primera vez designando bajo este nombre a la formación que corona las extensas mesas que afloran desde la Serranía del Interior al Norte, cubriendo toda la Cuenca Oriental de Venezuela y a través del río Orinoco al Sur hasta Delta Amacuro. Estableciendo que la edad de la formación corresponde al período Plio-Pleistoceno considerando como base cronológica en la evolución de los suelos, el esquema estratigráfico original de terrazas y la cronología del Cuaternario en sí.

Según González de Juana, (1946) en López, (2000), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio- deltaica y paludal, desarrollada como resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el Este en la misma forma que lo hace actualmente el Delta del río Orinoco.

En los relieves de mayor elevación evolucionaron abanicos aluviales que aportaron a la sedimentación clastos de grano más grueso, mientras que desde el Sur el aporte principal era de arenas, postulando en la zona central la existencia de ciénagas.

Su espesor es muy variable, pero generalmente se ha establecido que disminuye de Norte a Sur, producto del cambio en la sedimentación fluvio-deltaica y aumenta de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltaicos, quedando enmarcada entre el Escudo de Guayana por el Sur y la Serranía del Interior por el Norte.

Según Bravo, M. y Pineda M. (1997) se encuentra hacia el extremo Norte en contacto discordante suprayacente, rellenando las depresiones del basamento ígneo metamórfico pertenecientes al Complejo de Imataca, y está constituida por capas arenosas poco consolidadas interestratificadas con arcillas limo-arenosas abigarradas y moteadas que a veces contiene areniscas ferruginosas; por acción hidroscópica un casquete de gravas ferruginosas endurecidas forman pseudos-conglomerados o costras que tienen una amplia distribución y los únicos fósiles que se mencionan en esta formación consisten de trozos de madera fosilizada (silicificada).

Kalliokoski, (1965) en Galindo, M (2001). Señala que la Formación Mesa está depositada sobre una superficie irregular de rocas precámbricas, debido a afloramientos de cuarcitas ferruginosas irregulares.

La Formación Mesa se encuentra muy meteorizada y localmente desarrolla lateritas moteadas y caolinita. La lixiviación y presencia de diaclasas columnares permiten que la parte superior de la Formación sea muy porosa.

Coplanarh, (1974) en Mendoza, (2000) consideró que los sedimentos de la Formación Mesa representan depósitos torrenciales y aluviales del Cuaternario, evento contemporáneo con un levantamiento de la Serranía del Interior, lo cual se evidencia en las alturas actuales de los relieves de mesas originados tras dicho levantamiento.

2.3.2 Geología Local

El área de estudio pertenece a la Formación Mesa de nuestro país, lo que se conoce en términos generales como relleno sedimentario del Plio-Pleistoceno constituido por arenas, gravas, arcillas, limos.

Los materiales predominantes aquí, son las arenas no consolidadas, depositadas durante una transgresión del mar hacia el Sur del país.

2.3.3 Geomorfología

El relieve es de tipo mesa, definido por una amplia planicie, en el borde lo constituye un conjunto de cárcavas o barrancos con pendientes abruptas y la vegetación predominante en sus adyacencias es de tipo arbustiva, el clima, según la clasificación de Koeppen corresponde a un clima tropical.

2.3.4 Características Climatológicas

Consiste en la descripción de la distribución temporal de las variables climatológicas tales como precipitación, temperatura. Todos los datos que se muestran corresponden al período 2016-2022.

2.3.4.1 Clima

La zona está enmarcada en el Municipio Independencia, estado Anzoátegui, se caracteriza por presentar un clima del tipo tropical húmedo de sabana con dos períodos: la época de lluvias, desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, y la época de sequía que abarca desde el mes de noviembre hasta el mes de abril.

2.3.4.2 Características de la Precipitación

En el Apéndice A.1 se presentan los valores registrados de precipitación cuya unidad de medida es mm (milímetros), encontrando los promedios mensuales, las máximas diarias, las máximas en intervalos de 10 minutos y el total anual de cada elemento.

2.3.4.3 Características de la Temperatura

La temperatura promedio para el período comprendido entre 2016 -2022 es de 27, 7 °C (grados centígrados), encontrando que las máximas medias se registraron en 33, 2. °C y las mínimas medias se encontraron en 23,8 °C, según el (Apéndice A, Tabla A.1).

2.3.4.4 Características de la Vegetación

La vegetación predominante en el área de estudio conforma el tipo sabana arbustiva, característica del clima tropical y prevalecen fundamentalmente en dos formas:

- Vegetación de sabana: constituida por gramíneas de muy baja altura los 50 cm (centímetros) entre las especies herbáceas destacan la *Rottboellia exaltata* (paja pelua), *Trachypogon plumosus* (paja saeta), entre otras.

- Vegetación de media a alta: corresponde a especies que alcanzan alturas superiores a los 50 cm hasta los 4 mts (metros), entre ellas destacan el *Curatella americana* (chaparro), *Browdia virgoides* (alcornoque), *Byrsonia crasifolia* (chaparro manteco), *Anacardium occidentale* (mery), *Hypstis suaceloens* (mastranto), *Myrthaceae* (guayabita sabanera).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

La existencia de cárcavas en diferentes sectores de Soledad, ha permitido que diversos organismos, instituciones y estudiantes universitarios ejecuten labores de investigación a fin de establecen los procesos involucrados en esta problemática, la cual afecta a la población que se encuentra adyacente a las áreas afectadas.

La culminación de las investigaciones relacionadas con el tema de las cárcavas, queda plasmada en diversas publicaciones que son de gran utilidad y sirven de guía para la inclusión de aspectos teóricos importantes que estén asociados con fenómenos que sean identificados en las áreas de estudio de un proyecto específico.

En la investigación se han citado varios trabajos de grado elaborados por estudiantes de diversas especialidades en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, correspondiente a áreas de trabajo diferentes y que fueron ejecutados en años anteriores. Por tal motivo, los trabajos hechos por Ramón A. Hernández M. y Karelys Malpica G. (2007), Luis F. Castro G. (2007) entre otros, fueron de gran ayuda al momento de recopilar información bibliográfica de interés y en el desarrollo de la metodología en general, destacando la inclusión de nuevos aspectos y herramientas en nuestra investigación que permitan mejorar considerablemente en trabajo que se está realizando.

Se consideró la revisión de muchas publicaciones: bibliografías diversas relacionadas con geomorfología, geología, hidrología, etc.; además de guías, revistas,

fotografía, información que ha sido de gran utilidad en las definiciones y en las nociones básicas del tema.

3.2 Definición de términos básicos

3.2.1 Cárcavas

Según Rivera P., (1998) se define como canales o cauce profundos, originados por el socavamientos repetido del terreno producto de la erosión hídrica que afecta las capas de materiales no consolidadas de la superficie terrestre, ocasionando el flujo incontrolado del agua de escorrentía ladera abajo, convirtiéndose en cauces de concentración y transporte de agua junto a sedimentos de magnitudes variables en sitios irregulares o depresiones superficiales del suelo desprotegido o trabajado inadecuadamente.

3.2.2 Evolución de la Cárcava

Las cárcavas para originarse en su fase inicial requieren de la presencia de un relleno sedimentario elevado varios metros con respecto al nivel del mar, formando un paisaje de altiplanicies que con el pasar del tiempo vienen a ser recortados por los cuerpos de agua dando lugar a escapes, que tienden antes los distintos procesos erosivos.

Según Santiago J. (2003) generalmente describen un perfil agudo en forma de "V" que se van desarrollado y transformando de una "V" ampliada a una forma de "U", una vez iniciado el proceso erosivo de formación, la cárcava se hace más alta y esta avanza talud arriba interconectándose en algunos casos con otras zanjas o canales.

De esta manera el fondo de la cárcava recibe una mayor cantidad de flujo que se encarga de socavar las paredes originando poco a poco el deslizamiento y transporte de sedimentos hacia las zonas de menor pendiente (Figura 3.1).

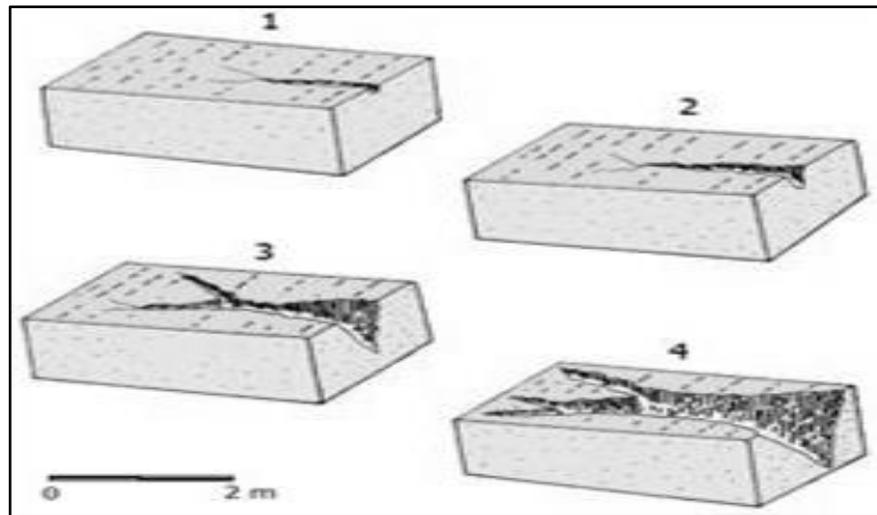


Figura 3.1 Ciclo de evolución de una cárcava (Santiago J., 2003).

3.2.3 Clasificación de las cárcavas

El presente es un sistema de clasificación propuesto por Jouayed, (1999) en Álvarez J. (2004) realizado considerando el grado de erodabilidad de las cárcavas, donde se generan cuatro (4) clases que reúnen diversas características que permiten diferenciarlas a continuación:

3.2.3.1 Cárcavas activa

Son aquellas que en la actualidad poseen un grado de erodabilidad muy acelerado, su crecimiento es incesante y su evolución es constante debido principalmente a las aguas de escorrentías y a las fluctuaciones eventuales del nivel freático, así como los efectos de acuíferos que afloran en el talud o en la base del mismo que provocan deslizamientos de las secuencias suprayacentes por

desestabilización de las mismas. Ellas muestran un crecimiento que varía desde unos centímetros hasta varios metros a lo largo de un mismo período de lluvias.

3.2.3.2 Cárcavas poco activas

Son las que presentan un grado de erodabilidad mediano, es decir el proceso de erosión es menos acelerado o frenado por alguna estructura artificial. Es posible que presenten sectores desnudos de vegetación y, a su vez, sectores con alguna cubierta que le provee estabilidad a las vertientes.

3.2.3.3 Cárcavas estables

Este tipo posee un grado de erodabilidad menor, por lo tanto, ofrece más resistencia a los procesos de denudación y erosión del suelo. Sus características principales evidencian la existencia de una capa de vegetación que protege la mayor parte de las vertientes.

Es importante destacar que la estabilidad de la cárcava es una zona que depende también del conjunto de infraestructuras desarrolladas para detener de forma efectiva su crecimiento.

El retroceso o crecimiento de estos barracos es insignificante luego de finalizado un mismo período lluvioso.

3.2.3.4 Cárcava incipiente

Conforman zonas de poca profundidad, las que pueden medir una anchura de hasta un (1) metro. La evolución del crecimiento de estas cárcavas dependerá de la densidad de vegetación que cubra el suelo y también de factores como la alteración

de la infiltración aguas arriba como consecuencia de las variadas actividades realizadas por el hombre.

3.2.4 Dimensiones de las cárcavas.

Según Alves, (1978) en Santiago J. (2003), a los efectos de evolución práctica en el campo, las cárcavas pueden clasificarse como siguientes:

3.2.4.1 En relación a la profundidad

a) Cárcavas pequeñas, cuando tienen menos de 2.5 metros de Profundidad (Figura 3.2).

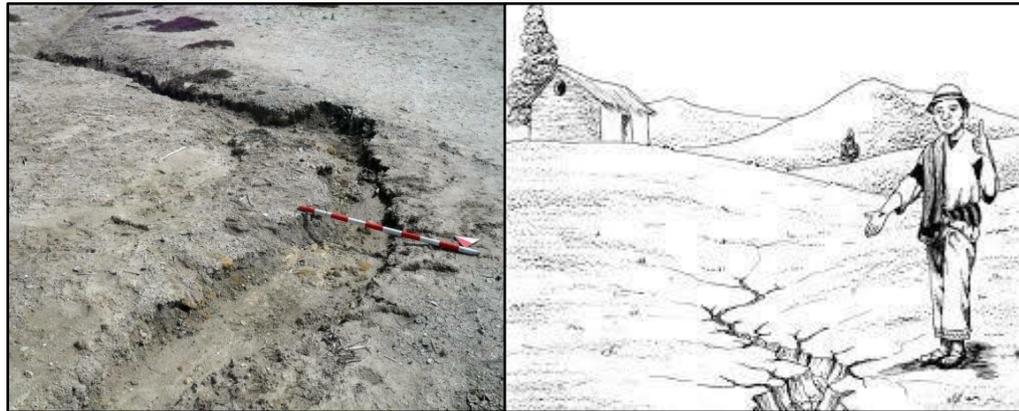


Figura 3.2 Cárcavas pequeña, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004).

b) Cárcavas medianas: cuando tienen de 2.5 a 4.5 metros de profundidad (Figura 3.3).

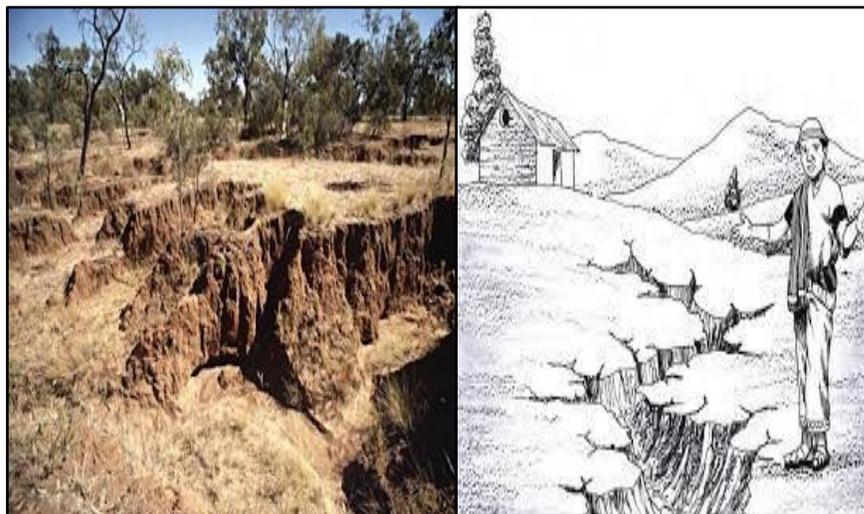


Figura 3.3 Cárcavas medianas, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004).

c) Cárcavas grandes: cuando tienen más de 4.5 metros de profundidad (Figura 3.4).

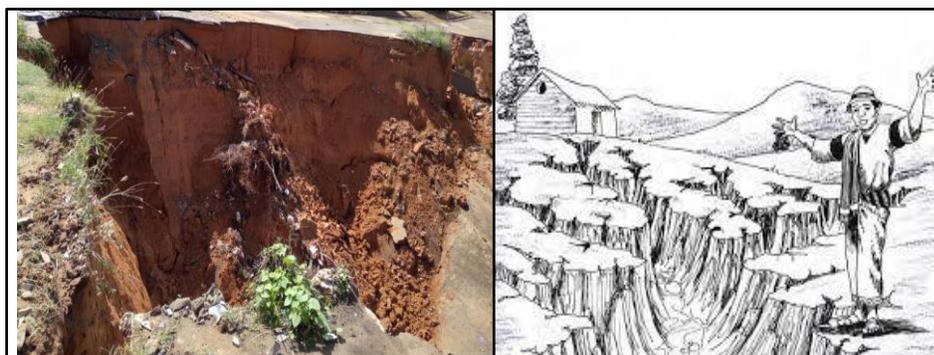


Figura 3.4 Cárcavas grandes, Proyecto Jalda Bolivia (Ameneiro y Álvarez, 2004).

3.2.4.2 En relación a la cuenca de contribución

- Cárcavas pequeñas: cuando la cuenca de contribución es menor a 10 Ha.
- Cárcavas medianas: cuando la cuenca de contribución es de 10-50 Ha.
- Cárcavas grandes: cuando la cuenca de contribución es mayor a 50 Ha.

- Socavamiento cerca de los caminos y carreteras.
- Sedimentación en quebradas y ríos, con posible ocurrencia de avalanchas en épocas de lluvias e inundaciones, destrucción de viviendas, cultivos, puentes y carreteras.

3.2.5 Causa y Factores de la formación de las cárcavas

Por lo general, las cárcavas se inician cuando hay mala conducción y regulación de aguas de escorrentías y superficiales, sin embargo, existen factores naturales y antrópicos que regulan y controlan su formación, entre ellos están:

3.2.5.1 Causa y factores naturales

Están referidos primordialmente a la erosión retrocédete desde el punto de vista de carácter geológico y climático.

3.2.5.2 Causa y factores antrópicos

La mano del hombre es responsable de deforestar las vertientes para llevar a cabo numerosas actividades, tales como la agricultura, minería, construcción de vías y urbanizaciones (Santiago J., 2003).

Según Santiago J., (2003), el desarrollo de cárcavas producidas por un uso urbano no planificado, será el reflejo de la impermeabilización de grandes superficies (asfalto, cemento, ladrillo, techo) responsable de detener los excesos de aguas que escurrirán hacia sitios ubicados pendiente abajo, con la consiguientes formación de barrancos.

3.2.6 Formación Mesa

Según Hedberg y Pyre, (1944) en Mendoza, (2000), designaron como Formación Mesa, a los sedimentos jóvenes que cubren las masas de Venezuela oriental.

No se ha designaron una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas. En particular, se han mencionado las mesas de Guanipa (Anzoátegui), Torono y Santa Bárbara (Monagas), y los escarpados de Santa Rosa (Anzoátegui).

Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos.

El espesor de la Formación Mesa es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvio- deltaica y aumenta de Oeste a Este, por el avance de los sedimentos deltaicos, (Mendoza, 2000). En el estado Anzoátegui pueden aproximadamente a los 20 m.

La Formación Mesa se extiende por los llanos centro-orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al sur del río Orinoco.

Con base en la relación transicional con la Formación Las Piedras (Plioceno), se ha postulado una edad Pleistoceno para la Formación Mesa. Zinck y Urriola, (1970) y Coplanarh (1974) en Mendoza (2000), intentaron establecer una cronología de la formación, con base en la evolución de los suelos y usando el esquema estratigráfico originalmente de terrazas y luego cronológico del Cuaternario.

De esta forma, sugirieron que los suelos desarrollados sobre la Formación Mesa, pertenecen al Pleistoceno temprano.

Los sedimentos de la Formación Mesa gradan hacia el este a la Formación Paria. Según González de Juana (1946) en Mendoza (2000), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltaica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco.

3.2.7 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Puede definirse en general como un sistema Hardware, Software, datos y estructura organizacional para recolectar, almacenar, manipular y analizar espacialmente datos “georeferenciados” y exhibir la información resultante de esos procesos.

3.2.8 Funciones de un SIG

3.2.8.1 Entrada de datos

Un SIG debe tener la capacidad para recibir datos de distintas maneras:

- Digitalización directa: mapas en papel o más recientemente mediante el método “heads up digitizing” en el cual el técnico usa una foto aérea o una reproducción escaneada de un plano y digitaliza los elementos que desee en ese plano o foto.

- Entrada de coordenadas en archivos digitales: se aplica en casos diversos donde existen tablas que tienen coordenadas, tales como los que existen en agrimensura y las que se reciben directamente de aparatos GPS de diferentes manufacturas.

3.2.8.2 Teledetección

Aunque esta es una ciencia aparte, usualmente es complementaria con los SIG porque los productos que un procesador de imágenes suelen ser otras capas de información que pueden ser utilizadas por los SIG. Por ejemplo, un procesador de imágenes puede derivar índices de vegetación, de humedad, y otros además de derivar mapas de cubierta de terreno (algo análogo al concepto de uso del terreno, pero por lo general, menos específico).

3.2.8.3 Output (representación gráfica, y cartográfica en papel y digital)

Esta es una función importante pero no la primordial en un SIG, es importante tener las herramientas para hacer mapas y reproducir graficas de calidad, pero no es el eje central de un SIG.

3.2.8.4 Manipulación de los datos

Debe proveer herramientas para el manejo de esta información. Por ejemplo:

- Funciones para la transformación matemática de coordenadas, proyecciones cartográficas, transformaciones de datum, transformación geométrica: rotación, reducción o ampliación de tamaño (escala).
- Reformato, integración, generalización, depuración.
- Importación y exportación de datos.

3.2.8.5 Análisis

Es el componente más importante dentro de un SIG. Principalmente se trata de usar la información disponible para producir nueva información. Un SIG tener las siguientes funciones analíticas:

- Selección Geográfica, se basa en búsquedas simples o complejas tanto en el aspecto geográfico como en la base de datos.

- Proximidad, Determinar qué cosas están cerca de cuales otras basado en distancias. El ejemplo más común es el uso de buffers, por lo general con radios determinados o cambiantes según categorías previamente definidas.

3.2.8.6 Rutas óptimas

Selección de rutas con la menor distancia o resistencia posible. Pueden darse en medios tales como una red de carreteras, de drenajes, tuberías, etc. En otros casos se puede derivar a base de superficies como la elevación.

3.2.8.7 Tipos de codificación de los datos geográficos

La manera en que se guarda la información que representa los datos geográficos en un SIG.

Representación vectorial: Utiliza los elementos (primitivos) llamado punto, línea y polígono para representar la geografía. Por ejemplo de esto son los SIG vectoriales como ESRI ArcInfo, Manifold System y otros ya en la categoría de Desktop Mapping Programs como MapInfo, AtlasGIS, ArcView, los cuales tienen algunas de las funcionalidades descritas anteriormente.

3.2.9 AutoCAD

Autodesk AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía

Autodesk, en que Auto hace referencia a la empresa creadora del software y CAD a Diseño Asistido por Computadora (por sus siglas en inglés) teniendo su primera aparición en 1982.

AutoCAD es reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D, es uno de los programas más usados por arquitectos, Ingenieros y diseñadores industriales.

3.2.9.1 Características de AutoCAD

- Permite crear diseños Bidimensionales y tridimensionales que permiten visualizar desde todos los ángulos.
- Admiten la elaboración de piezas elaborada con las estrategias de dibujo técnico complejo.
- Cuenta con la galería de objeto predeterminado con los cuales se puede trabajar en los diseño de cualquier tipo de pieza o estructuras.
- Cuenta con una interfaz accesible y de funciones específica para que el profesional se familiarice rápidamente y entienda como usar el software.
- Se puede crear todo tipo de diseño de planos, bocetos, dibujos, estructura, pieza de carácter parametrizado.
- Permite trabaja en proyecto de carácter urbanístico, civil, mecánico, industrial entre muchos más.

3.2.9.2 Funciones de AutoCAD

- Sirve para diseñar pieza, dibujo y forma que se requiere para el diseño que se requiere para el desarrollo del sistema mecánico e industriales.

- Su principal objetivo es de agudiza y optimizar el trabajo manual.

- Gracias al proceso asistido por la computadora, el proyecto elaborado en AutoCAD se hace en menos tiempo que el que se tomaría un diseño a mano.

- Sirve para diseñar y dibuja pieza de mecánica e industrial como: sistema de tubería para estructura, pieza mecánica como tornillos. Planos y bocetos de edificaciones urbanas y comerciales.

- Además sirve para hacer dibujo de la creación propia del diseñador. Cumpliendo con los parámetros que establezca el profesional que trabaje en la propuesta.

- La utilidad del programa dependerá de la experiencia del profesional que la utilice.

3.2.9.3 Para qué sirve AutoCAD

- Con este software es muy sencillo crear piezas y estructuras.

- Como el profesional de arquitectura, otras profesiones relacionadas con el diseño, podrá trabaja en proyecto de diseño de interiores, estructuras urbanas y comerciales, área de ingeniería, industrial y mecánica.

3.2.9.4 Recomendaciones para la utilización de AutoCAD

- Lo principal es de disponer de un equipo en la que se pueda instalar el programa y que este funciones sin problema, permitiendo que pueda trabajar en los diseños pendientes.

- Identificar primero que funciones se requerirán para trabaja en un diseño específico.

- Usar capas.

- Parametrizar de la estructura en la que se esté trabajando, con el fin de optimizar el tiempo de trabajo y evitar errores en el diseño.

3.2.10 Geoprocesamiento

Según Brinker, (1997) el geoprocesamiento puede ser definido como el conjunto de tecnología orientada a la recopilación y tratamiento de informaciones especiales con objetivo específico. Así, las actividades que envuelva el geoprocesamiento, son ejecutadas por el sistema específicos para cada aplicación. Estos sistemas son comúnmente llamado Sistema de Información Geográfica (SIG).

Un sistema de geoprocesamiento está destinado al procesamiento de datos referenciados geográficamente (o georreferenciados), recopilación hasta la creación de salida de forma de mapa convencional, informe, archivos digitales, etc.; debiendo poseer recurso para su almacenamiento, gerenciamiento, manipulación y análisis.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

De acuerdo al desarrollo de la situación objeto de estudio y el tipo de investigación adoptado, puede decirse que la investigación es de tipo descriptivo, explicativa y proyectiva.

En relación a esto, Balestrini M., (2002) define investigación descriptiva como la caracterización de un hecho, o fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Bajo este tipo de investigación se describen situaciones y eventos; los estudios buscan especificar las propiedades importantes e personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Por otro lado, define investigación explicativa como aquella que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto.

Por investigación proyectiva Balestrini M., (2002) la define como aquella investigación que intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambios, mas no necesariamente ejecutar la propuesta.

4.2 Diseño de investigación

La estrategia que se utilizará para dar cumplimiento a los objetivos planteados está basada en una investigación documental y de campo., estos se basa en la

obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos y la recolección de datos directamente en la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

Esta parte del hecho de que para la obtención de los datos, así como también otro tipo de información necesaria para realizar esta investigación, fue preciso la recopilación de fuentes bibliográficas si como también la obtención de fotografías e imágenes satelitales de la zona objeto de estudio. Además de que fue necesaria la recopilación in situ de las características de la zona mencionada.

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

La población lo conforman las cárcavas del Sector El Peso I de Soledad. En tal sentido, Sabino C. (1992) define la población como “la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades o población, posee características comunes, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”, es decir; un conjunto de elementos que se ajusten con una serie de determinadas especificaciones.

4.3.2 Muestra de la investigación

Al no poder delimitarse la zona objeto de estudio en su totalidad, la muestra está representada por el cien por ciento de la población. Balestrini M., (2002), define la muestra como un subconjunto representativo de un universo o población. En esta sección se describirá la población, así como el tamaño y forma de selección de la muestra, es decir el tipo de muestreo, en el caso que exista.

4.4 Flujograma de investigación

La metodología para la elaboración de esta investigación se esquematiza de la siguiente manera (Figura 4.1).

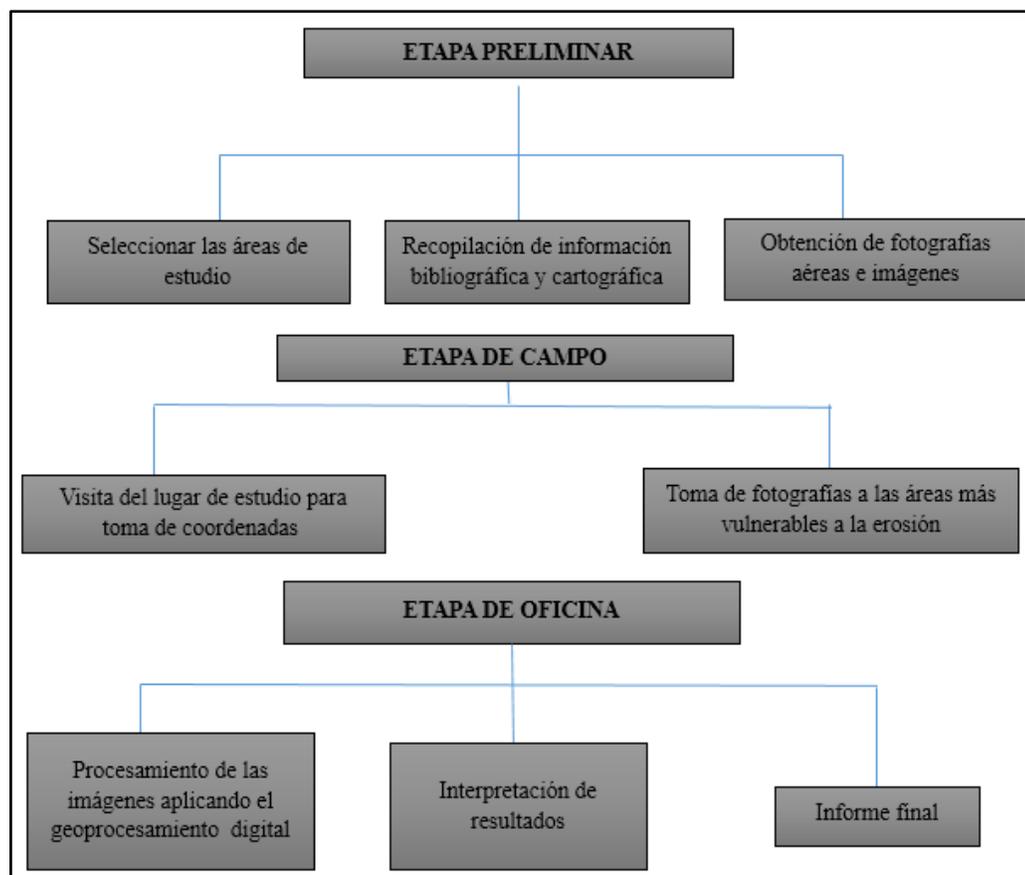


Figura 4.1 Flujograma de la Metodología

4.4.1 Etapa Preliminar

4.4.1.1 Selección del área de estudio

Consintió en la apreciación de las distintas zonas afectadas por los fenómenos de las cárcavas en Soledad, Municipio Independencia, Estado Anzoátegui. Concretándose el Sector El Peso I como el objeto de estudio. Debido a que el sector lo constituye una zona muy habitada, en donde existen 280 viviendas que pueden llegar a ser afectadas en su totalidad por el fenómeno natural descrito anteriormente.

4.4.1.2 Recopilación bibliográfica y cartográfica

Consintió en la revisión bibliográfica relacionada con el tema de estudios, entre ellos citano: Tesis de grados, manuales y textos de geología física, geología de Venezuela, entre muchos otros; se recurrió también a la búsqueda de información impresa y visual, como informe técnico, al léxico estratigráfico de Venezuela y otros; además de recurrir a referencias electrónicas. Esta base se desarrolló a partir de la iniciación del proyecto en Diciembre 2022 y continuó a lo largo de la ejecución del mismo.

4.4.1.3 Obtención de fotografías e imágenes de la zona

Para obtener las imágenes y fotografías se visitó la oficina de catastro, Ministerio de Ambiente de la localidad, con el fin de obtener información que pudiese ser de gran utilidad para el desarrollo de la investigación, se obtuvieron varios mapas, que se utilizaron para estudiar la zona. Es por ellos se recurrió al uso de la licencia del Software Google Earth para la captura de la situación actual que presenta la zona en estudio.

Una vez obtenida las fotografías e imágenes disponibles de la zona de estudio, se procedió a la aplicación del geoprocesamiento digital para determinar los avances erosivos de las cárcavas.

4.4.2 Etapa de Campo

Consiste en el recorrido inicial del área de estudio el cual permite obtener una idea más clara de la información obtenida durante la revisión bibliográfica de las cárcavas presente en la zona de objeto de estudio. En esta etapa se procedió a la toma de las coordenadas con la ayuda de un GPS marca Garmin y captura de imágenes fotográficas.

4.4.3 Etapa de Oficina

Consiste en todos los procedimientos a seguir para el empleo del software AutoCAD y su herramienta AutoCAD Map 3D, para la aplicación de entrada de datos. Así como también la digitalización de la aerofoto, captura de la imagen satelital Google Earth, georeferenciación de las imágenes, etc. Además de almacenar y presentar adecuadamente los resultados, elaboración de diagrama, desarrollo de análisis de los resultados obtenidos y la redacción de conclusiones y recomendaciones para la elaboración del informe final.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Toma de las coordenadas en el lugar de estudio

Para efecto de georeferenciación en el momento de utilizar el software AutoCAD se hizo necesario conocer ciertas coordenadas reales del lugar de estudio. Para ellos se tomaron en campo y en ciertos puntos pre visualizado en la fotografía e imagen tomar las coordenadas a través de un G.P.S. Marca Garmin (Figura 5.1 y tabla 5.1).



Figura 5.1 Puntos Seleccionados para la toma de coordenadas con G.P.S (Google Earth)

Tabla 5.1 Coordenadas de los puntos seleccionados para georeferenciación

Puntos	Coordenadas UTM				
	ESTE	NORTE	Puntos	ESTE	NORTE
1	436949	903405	43	436860	903222
2	436944	903418	44	436864	903227
3	436936	903421	45	436867	903234
4	436933	903419	46	436872	903245
5	436927	903413	47	436886	903253
6	436919	903408	48	436898	903251
7	436903	903402	49	436906	903255
8	436883	903398	50	436912	903256
9	436869	903396	51	436921	903256
10	436866	903396	52	436925	903253
11	436861	903394	53	436939	903253
12	436855	903394	54	436946	903252
13	436846	903385	55	436952	903256
14	436843	903379	56	436964	903252
15	436838	903373	57	436970	903263
16	436834	903371	58	436985	903279
17	436828	903362	59	436995	903286
18	436829	903358	60	437003	903292
19	436830	903345	61	437010	903300
20	436831	903340	62	437016	903311
21	436832	903334	63	437023	903322
22	436834	903329	64	437027	903332
23	436836	903324	65	437031	903343
24	436831	903313	66	437036	903353
25	436829	903305	67	437036	903360
26	436826	903294	68	437042	903372
27	436818	903286	69	437050	903377
28	436802	903280	70	437051	903388
29	436809	903275	71	437055	903394
30	436806	903269	72	437058	903403
31	436805	903269	73	437061	903409
32	436806	903258	74	437059	903414
33	436809	903251	75	437059	903421
34	436802	903247	76	437046	903435
35	436814	903237	77	437035	903440
36	436813	903225	78	437028	903447
37	436822	903218	79	437025	903457
38	436828	903219	80	437014	903474
39	436830	903219	81	437997	903481
40	436839	903212			
41	436843	903212			
42	436854	903216			

5.2 Geoprocesamiento digital

5.2.1 Digitalización de la fotografía aérea 2016

Se procedió a escanear la aerofoto en físico. Entiéndase por escanear el proceso en el cual se utiliza un hardware determinado escáner, que tiene la particularidad de transformar imágenes que se tienen en físico a un formato digital, y luego ser procesado por software como procesadores de imagen, o cualquier otra aplicación (Figura 5.2).

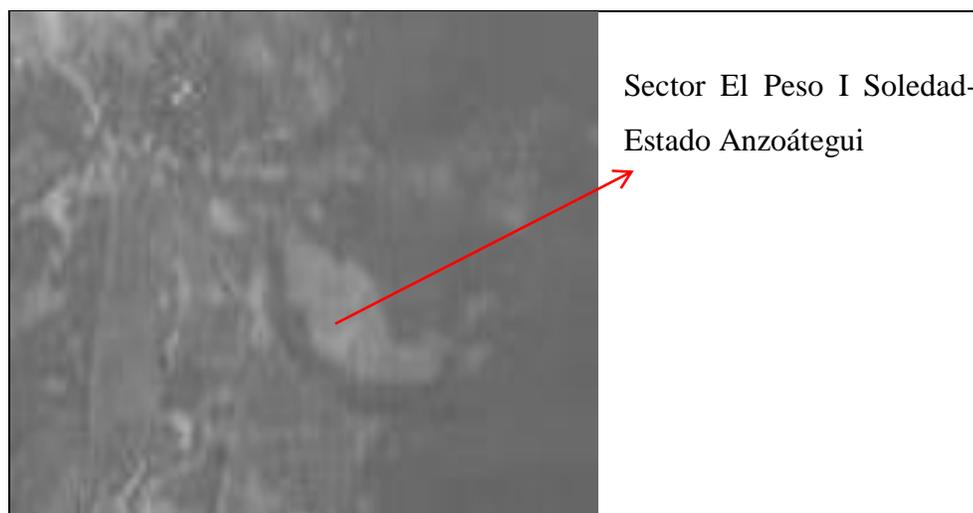


Figura 5.2 Aerofoto del año 2016 del Sector El Peso I. Soledad – Estado Anzoátegui

5.2.2 Captura de la imagen Google Earth 2022

Consintió en la obtención de la imagen satelital 2022 del Sector El Peso I, Soledad, Estado Anzoátegui. Se considera importante mencionar que dicha imagen fue capturada con la licencia del software Google Earth 2022 (Figuras 5.3, 5.4, 5.5 y las tablas 5.2 y 5.3).

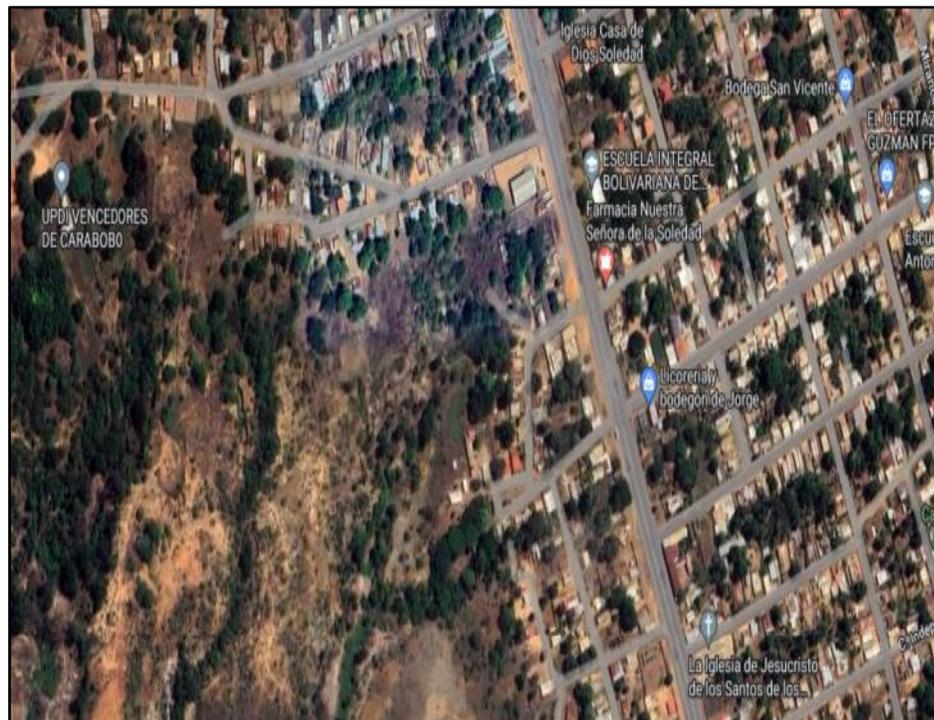


Figura 5.3 Imagen satelital del Sector El Peso I Soledad- Estado Anzoátegui. (Google Earth 2022).

Tabla 5.2 Datos proporcionados por el software en la fotografía aérea del año 2016

Área erosionada (Ha)	Área no erosionada (Ha)
1,28	2,97

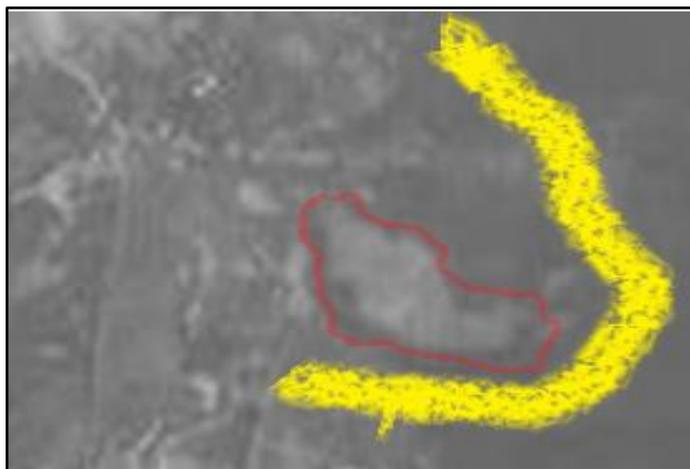


Figura 5.4 Zona de erosión en la aerofoto del 2016

Tabla 5.3 Datos proporcionados por el software en la fotografía aérea del año 2022

Área erosionada (Ha)	Área no erosionada (Ha)
3.70	1.05

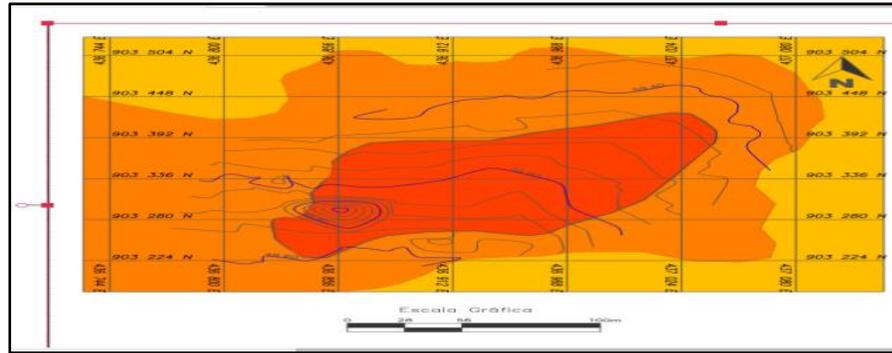


Figura 5.5 zona de erosión de la imagen de Google Earth del 2022.

Resultados arrojados de las zonas de erosión, se muestra en la figura 5.6.

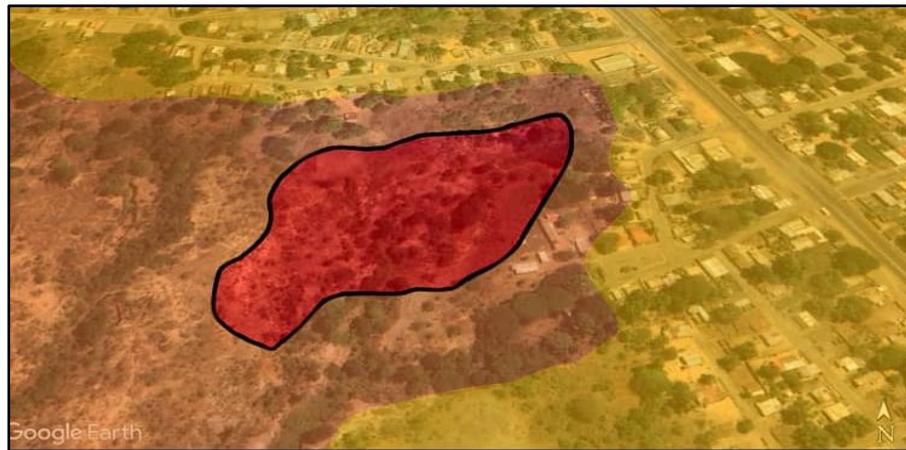


Figura 5.6 Resultado de la fotografía aérea del año 2016 y la imagen de Geogle Earth 2022 (Mota y Matute, 2022).

- Color rojo: representa la zona de mayor erosión (-2).
- Color amarillo: representa la zona sin avance erosivo, zona que se ha mantenido igual o con poca variación (0).
- Color anaranjado: representa la zona que ha sido erosionada en la actualidad (-1).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El área total de la zona en estudio corresponde a 4,25 hectáreas; en el año 2016 presento una erosión de 1,28 Ha, resultando 2,97 Ha, de zonas no erosionadas o cubiertas por vegetación.

2. Para el año 2022, las zonas erosionadas correspondieron a 3.70 Ha, resultando 1,05 Ha, de zonas no erosionadas o cubiertas por vegetación.

3. Una vez conocidas las áreas de erosión que presentaron la zona objeto de estudio en ambas fechas, se puede decir que, desde el año 2016 hasta el año 2022 ha erosionado en estos 6 años 2,42 Hectáreas.

Recomendaciones

1. Controlar los flujos de aguas superficiales que drenan a través de los taludes empleando canales interceptores, desagües escalonados etc. A fin de disipar la energía y disminuir la acción erosiva.

2. Orientar y concientizar a los habitantes de la Sector EL Peso I sobre la importancia del mantenimiento de la cobertura vegetal de los suelos como factor regulador y controlador de la escorrentía en las épocas de lluvia, estimulando de esta manera el no crecimiento y desarrollo de cárcavas en dicha urbanización.

3. Continuar las investigaciones destinadas a lograr un mejor entendimiento del fenómeno de erosión en cárcavas originado en el Sector El Peso I, a fin de reunir estudios alternativos que permitan evaluar los resultados obtenidos para lograr la estabilización definitiva de los taludes.

REFERENCIAS

Amanero, C. y Álvarez, J. (2004) **ESTUDIO GEOLÓGICO DEL SISTEMA DE CÁRCAVAS UBICADO EN EL SECTOR SANTA EDUVIGES DE CIUDAD BOLÍVAR Y PROPUESTA PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de Grado P 183.

Balestrini M. (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas – Venezuela, Consultores Asociados, Servicio Editorial, Sexta Edición pp 34-35 y 42-43.

Bravo, M., Pineda M. (1997) **ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN DE DOS CÁRCAVAS DE CIUDAD BOLIVAR**. Universidad de Oriente Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de Grado pp46-73.

Brinker, Russell C. (1997) **TOPOGRAFÍA**. University of Wisconsin at Madison, Estados Unidos de America, Version HarpersCollins College Publishers, Novena Edición pp 87- 89.

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) DE CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; pp35-47 y 59-72.

Galindo, M. (2001) **ESTUDIOS GEOTÉCNICO – AMBIENTAL DE LAS CÁRCAVAS UBICADA EN LA URBANIZACIÓN “LAS BEATRICES” CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencia de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de Grado pp 55-105.

López, Y. (2000) **ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EN CONTROL DE LA EROSIÓN DE LOS TALUDES, TERRAZAS Y CÁRCAVAS UBICADA EN LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ**. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de Grado pp 75-98, 110-125.

Mendoza S., V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU**

RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO). Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente (Bolívar)/Escuela de Ciencias de la Tierra-Minera Hecla Venezolana C.A., pp. 49-96.

MINFRA (2000), **PLAN DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE CIUDAD BOLÍVAR – ESTADO BOLIVAR Y SOLEDAD – ESTADO ANZOÁTEGUI.** Volumen II. Diagnóstico pp 79-86, 111-120 y 321-322.

Rivera P., José H. (1998) **CONTROL DE CARCAVAS REMONTABLES ZONAS DE LADERA MEDIANTE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS.** Programa de investigación científica para CENICAFE (Centro Nacional de Investigación de Café). Colombia. . [En línea]. Recuperado el 18 de noviembre de 2022: [Www. Geocites.com/biotropico_andino/cap2.pdf](http://www.Geocites.com/biotropico_andino/cap2.pdf).

Sabino, C. (1992). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.** Caracas, Venezuela: Panapo.

Santiago, J. E. (2023) **ESCORRENTÍA Y EROSIÓN DEL SUELO.** [En línea]. Recuperado el 28 de mayo de 2023: http://www.monografias.com/trabajo17/carcavas/carc_avas.shtml

APÉNDICES

APÉNDICE A
RESUMEN CLIMATOLÓGICO, CORRESPONDIENTE AL PERÍODO
2016-2022

Elemento	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Precipitación total(mm)	20,6	17,7	19,4	25,2	89,4	179,4	181,5	152,9	103,4	91,5	85,2	35,2	1001,6
Max diario	6,1	10,7	16	18,4	40,4	54,1	41,9	52,9	45,9	44,4	43,6	13,4	388,9
Max 10 mm	1,5	4,0	4,8	5,5	9,1	14,6	12,3	16,3	12,2	14,8	11,8	6,3	113,2
Evaporación tota(mm)	154	165	186	167	145	104	90	92	107	117	115	127	1569
Max diaria	7,1	7,8	8,8	9	9,5	6,4	5,2	4,8	5,6	6	5,6	5,5	9,1
Temperatura media(°C)	26,8	27,2	28,2	29	28,4	27,3	26,9	27,4	28,1	28,3	27,8	27,1	27,7
Max media	32,4	32,8	34,2	35	34,3	32,6	32,1	32,7	33,2	33,6	32,9	32,2	33,2
Mín media	22,8	23	23,4	24,1	24,3	24	23,7	24	24,4	24,3	24,1	23,4	23,8
Insolación media (horas)	7,2	7,7	8,2	7,5	6,7	6,4	6,9	7,5	7,9	8	7,8	7,5	7,5
Max absoluta	10,7	10,3	10,8	10,9	11,2	10,5	11	11,1	11,1	10,9	10,5	10,4	11,4
Mín absoluta	2,3	2,3	1,3	1,7	0,8	0,4	0,8	1,8	1,2	1,8	2,2	1,5	1,5
Radiación media(Mjm*°)	15,7	16,2	17,5	17,7	16,7	15,6	16,5	17,3	16,7	16,2	15	14,5	15,5
Max absoluta	18,9	19,1	21,7	21,1	21,1	18,6	21	21,5	21,8	20	18,4	16,3	20,6
Mín absoluta	10,6	10,8	10,8	12,4	9,9	9,6	8,8	10,7	10,3	10,6	10,2	9,3	10,3
Humedad media (%)	78	75	70	72	76	83	84	82	79	80	81	81	78
Max media	96	96	95	95	96	97	97	97	96	97	97	97	96
Mín media	49	47	42	43	47	58	57	54	71	52	54	53	51
Presión media (nPa)	11,1	11,1	10,6	9,9	10,7	11,7	12,1	11,4	10,5	9,6	9,3	10,4	10,7
Mx media	13,5	14,1	13,4	13	13,5	13,8	14,2	13,6	12,6	12,1	11,7	13	13,2
Mín media	7,8	8,2	6,9	6,2	7,2	8,3	8,8	8	6,7	6	5,8	7,5	7,3
Viento vol medio (km/h)	14,4	15,8	16,5	15,2	13,1	10,8	9,0	8,0	8,7	9,1	10,4	11,7	11,5
Velocidad Max	49,8	54,3	56,9	53,4	64	66,5	61,2	54	56,8	61,8	60,5	53,9	78
Dir preval.	ENE	NE	ENE	ENE	E	ENE	NE	E	E	E	ENE	NE	ENE

Tabla A.1 Resumen climatológico correspondiente al periodo 2016 – 2022. Fuente Meteorológica Ciudad Bolívar.

ANEXOS

Anexo 1



Anexo 1 Cárcava de la parte baja donde podemos observar área afectada por el avance de la erosión del Sector El PESO I Municipio Independencia.- Estado Anzoátegui

Anexo 2



Anexo 02 Entrada principal del Sector El Peso I que ha sido afectada por el aumento progresivo de la erosión el cual coloca en riesgo las casas al alrededor de la Calle El Carmen, Municipio Independencia- Estado Anzoátegui

Anexo 3



Anexo 3 Vivienda amenazada por las cárcavas en El Sector El Peso I, Municipio Independencia- Estado Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	Avance erosivo de las cárcavas en el sector el peso I entre los años 2016 2022, Municipio Independencia – Estado Anzoátegui.
---------------	--

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Naibelis J. Mota V	CVLAC: 22.848.339 E MAIL:naibelismota@gmail.com
Jorge L. Matute M.	CVLAC:22.849.216 E MAIL:ing.jorge24h@gmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Erosión
Cárcavas

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA y/o DEPARTAMENTO	SUBÁREA y/o SERVICIO
Ciencia de la Tierra	Geología

RESUMEN (ABSTRACT):

Este trabajo de grado tiene como finalidad “estudiar el avance erosivo de las cárcavas en el Sector El Peso I Municipio Independencia – Estado Anzoátegui entre los años 2016 – 2022 aplicando geoprocésamiento digital”. La investigación se dividió en tres fases: una etapa preliminar, una etapa de campo y otra de oficina. En la etapa preliminar se definió el lugar donde se realizó el estudio, se consultaron tesis de grados con temas similares, se consultaron los mapas cartográficos de la zona de estudios. Una vez investigados los antecedentes de la zona, se procedió a la selección del material en el cual se aplicó el geoprocésamiento digital. En la segunda etapa, etapa de campo se realizó la toma de las coordenadas en ciertos puntos de la zona de estudio con la ayuda del GPS, así como también la toma de fotografías a las áreas afectadas por la erosión para efectos de anexos en el trabajo investigativo. Por último se ejecutó una tercera etapa, etapa de oficina, donde con los datos obtenidos en la etapa 2, toma de las coordenadas, permitieron georeferenciar la fotografía aérea del año 2016, una vez digitalizada y la imagen de Google Earth correspondiente al año 2022, todo esto con la finalidad de ubicarlas en el tiempo y en el espacio, que una vez delimitada el área de estudio, se continuo al geoprocésamiento digital con la aplicación del software Autocar para cada imagen y así conocer el área erosionada para cada año, siendo las cárcavas del Sector El Peso I afectadas para el año 2016 de 1,28 hectáreas y para el año 2022 3,70 de hectáreas; observándose que desde año 2016-2022 la zona erosionada aumento un área de 2,42 hectáreas.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
		ROL	CA	ASx	TU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JUx
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2023	11	09
------	----	----

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Avance erosivo de las cárcavas en el sector el peso I entre los años 2016 2022, Municipio Independencia – estado Anzoátegui.	. MS.word

ALCANCE

ESPACIAL: CIUDAD BOLIVAR, ESTADO BOLIVAR

TEMPORAL: DE 1 A 10 AÑOS

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO: Geología

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO: Departamento de Geología

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda "SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELLECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009".

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 05/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUMPELE
Secretario



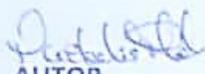
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.
JABC/YOC/maruja

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)

“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario “



AUTOR

Naibelis Mota

C.I 22.848.339



AUTOR

Jorge Matute

C.I 22.849.216

TUTOR

Erasto Jiménez

C.I 24.193.985

JURADO

José Simón González

C.I

JURADO

Francisco Monteverde

C.I