

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL RIESGO GENERADO POR LAS
CÁRCAVAS EN LAS ADYACENCIAS DEL SECTOR LA
LUCHITA 1, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO
BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES JONNATHAN
BALEKJI Y SALAZAR ROSA
PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2012

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado titulado: **“EVALUACIÓN DEL RIESGO GENERADO POR LAS CÁRCAVAS EN LAS ADYACENCIAS DEL SECTOR LA LUCHITA 1, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”** Presentado por (los) bachilleres, **JONNATHAN BALEKJI Y SALAZAR SANDOVAL, ROSA ALICIA**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor: Carlos Grus

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Prof. Javier Ramos
Jefe del Departamento de
Ingeniería Civil

Ciudad Bolívar, ____de ____de 2013

DEDICATORIA

Dedicando esta tesis de manera especial a esa persona que hoy no está conmigo al menos no en vida, pero que sé que este donde este estará orgulloso y feliz por este logro de su hijo, a ti Joseph Balekji Chandi inolvidable e inigualable padre, espero estés apoyando el resto de mi vida hasta que esta se desvanezca.

A ti Madre, que dedicaste toda tu vida netamente a mi tu único hijo, toda tu atención, tu inmenso amor, tu gran crianza y lucha por mantenerme en el buen camino de la vida.

A toda mi familia, apoyando siempre que se les necesito más que merecida esta dedicatoria para ellos.

Por ultimo pero no menos importante a Dios gracias a el por la vida y permitir que esto fuese posible cuando muchas personas no tienen la posibilidad de llegar siquiera a aprender a leer o escribir.

Estas dedicatorias salen de corazón para ustedes y espero seguir luchando para su orgullo y felicidad.

Jonnathan Balekji

DEDICATORIA

A Dios, que siempre ha sido mi guía, por la vida y la salud, por sostenerme y fortalecerme cada día, por ayudarme a tomar las decisiones que me llevan a conseguir mis metas.

A mí amado padre Ramón Salazar, que físicamente no me acompaña; pero sus recuerdos estuvieron a mi lado, siendo mi inspiración y el motivo principal para lograr esta meta.

A mi mama Iris Sandoval, por su amor y cariño, por ser ese pilar fundamental para el logro de esta meta, ya que con su ejemplo, dedicación e innumerables consejos a lo largo de la carrera me ayudo a conseguir este gran logro.

A mi 2do padre Nelson García y mis hermanos Mariana y Ramsés, por creer en mí, alentarme, apoyarme incondicionalmente y no dejar que me debilitara en los momentos difíciles.

A mi esposo José Ignacio, por todos los conocimientos impartidos durante mi carrera, por su ayuda, amor, todo el apoyo moral y afectivo que me ha brindado.

A mi abuela Marina por todos sus consejos, por su ayuda y aliento a no decaer.

Rosa Salazar

AGRADECIMIENTOS

Aquellas personas que siempre estuvieron allí cuando se les necesito, a mi madre Mirla Haskour Dibsie a quien agradezco inmensamente por su apoyo moral quien sentía las mismas emociones que yo cuando de logros y fracasos se trataba, este logro te lo debo a ti más que a nadie en este mundo, agradezco a mi tío George Balkji Chandi a quien le debo lo que soy tanto hoy profesional como personalmente, y a mis demás familiares.

Quiero destacar un agradecimiento especial a mi novia Oriana Torrealba quien estuvo 3 años de mi carrera universitaria y aún se mantiene a mi lado apoyando cada éxito y cada fracaso sin importar cuán difícil fuese.

Otra de las personas más importantes, una segunda madre quien me formo desde niño hasta adolescente y a quien guardo un inigualable cariño a mi maestra Julia Teresa Martínez, ella y sus hijos me enseñaron que hay personas que sin llevar tu misma sangre, pueden amarte como tal incondicionalmente.

En lo profesional agradezco a todos aquellos profesores quienes me formaron y a quienes debo mis conocimientos, en especial a mi tutor Ing Carlos Gruss.

A todos mis amigos y compañeros de clase, en especial a Rosa Alicia Salazar compañera de tesis y muy buena amiga, los mejores deseos para ellos.

A todos los nombrados miles de gracias por hacer esto posible aprovechar cada oportunidad de la vida y en cada una habrá una parte de ustedes por las cuales sentirse orgullosos, sin más que acotar gracias.

Jonnathan Balekji

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por permitirme haber culminado satisfactoriamente esta importante meta. A mi mamá por guiarme por el camino del bien y de los buenos principios.

A mi esposo José Ignacio Gori por su paciencia, amor, tolerancia, ayuda, dedicación, por alentarme y creer en mí en la realización de mi trabajo de grado y siempre. MIL GRACIAS.

A mis hermanos Mariana y Ramsés, abuela Marina, mis tíos: Marina, Josmarys, Albania, Diego y Oscar, mis primos Dioscarismar, Gabriela, Paola y Carlos, mis sobrinos Ana Paula, Isabel e Isabella, Leandro y demás familiares por siempre estar apoyándome en las buenas y en las malas durante toda mi carrera y mi vida, son el aliento para seguir adelante. LOS AMO.

A la Universidad de Oriente por las enseñanzas a lo largo de toda la carrera, a mis profesores Carlos Gruss y Giovanni Grieco por todos los conocimientos impartidos y su colaboración durante la elaboración del Trabajo de Grado. Muchas gracias.

A María Trinidad y mi compañero de tesis Jonnathan por toda su ayuda, apoyo, dedicación y PACIENCIA, a mis grandes amigos por su ayuda, esfuerzo y motivación (Francisco, Germania, Carla, Alvin, Ana y Omar Antonio), que esto sea un ejemplo a seguir que todo con esfuerzo y dedicación se logra solo hay que ser Optimista y luchar por lo que se quiere. MUCHAS GRACIAS.

Rosa Salazar

RESUMEN

En Ciudad Bolívar se encuentra un sistema de cárcavas, conformado por socavaciones al suelo con altas pendientes y que generan un alto riesgo para los urbanismos que se desarrollan a sus inmediaciones, de esta problemática nace la necesidad de desarrollar este trabajo de investigación, en el cual se estudian aspectos importantes desde el punto de vista ingenieril así como también toman en cuenta la calidad de vida que les brinda el sector a sus habitantes, el objetivo general se basa en evaluar el riesgo generado por las cárcavas en las adyacencias del sector La Luchita, municipio Heres, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, localizada al Norte del estado Bolívar entre las coordenadas UTM E 440000, E 441000 y N 894250, N 893250, aplicando un nivel de la investigación; descriptiva y siendo el diseño; de campo, debido a que los datos para llevar a cabo el estudio fueron captados sin intermediario y sin ningún tipo de manipulación, la caracterización geológica fue referenciada a partir de investigaciones previas, dando como resultados que el suelo del sector de estudio se clasifica como mal consolidado conformado por arenas y limos, este sector presenta carencias en los servicios básicos (aguas blancas; electricidad y sistemas de drenajes) por esta razón se plantea el hecho del reacondicionamiento de los ya existentes como la vialidad que debido a las dimensiones de la misma presenta un costo de 92.851.329,80 y la realización o diseño de los servicios que no poseen como aguas blancas y red de drenaje, con un costo de 27.694,62 por vivienda. Todo esto no es factible pues por las características del suelo no permiten bajo ninguna técnica la estabilización del talud.

CONTENIDO

	Página
HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES	xiv
LISTA DE ANEXOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema	3
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.....	6
1.4 Alcance de la investigación.....	7
1.5 Limitaciones de la investigación.....	7
CAPÍTULO II. GENERALIDADES	8
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	8
2.2 Acceso al área de estudio	9
2.3 Características físico naturales del área de estudio	9
2.3.1 Clima	9
2.3.2 Vegetación.....	12
2.3.3 Geomorfología	12
2.3.4 Precipitación	14
2.3.5 Evaporación.....	14
2.3.6 Temperatura del aire	15
2.3.7 Radiación solar media	16
2.3.8 Insolación solar media	16
2.3.9 Humedad relativa media	17
2.3.10 Velocidad media del viento	17
2.4 Geología regional	17
2.4.1 Provincia Geológica de Imataca	19

2.4.2 Formación Mesa	19
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	21
3.1 Antecedentes	21
3.2 Bases teóricas	23
3.2.1 Suelos	23
3.2.2 Cárcavas	23
3.2.3 Origen de las cárcavas	24
3.2.4 Origen de las cárcavas por intervención humana	26
3.2.5 Clasificación de cárcavas	27
3.2.5.1 Según su grado erodabilidad.....	27
3.2.6 Evolución de una cárcava en cuatro etapas	29
3.2.7 Factores involucrados en el crecimiento de las cárcavas	32
3.2.8 Erosión.....	33
3.2.9 Tipos de erosión	33
3.2.9.1 Por su origen.....	34
3.2.9.2 Por sus agentes causantes	34
3.2.10 Factores que influyen en los procesos erosivos.....	35
3.2.10.1 Naturales	35
3.2.10.2 Antrópicos.....	36
3.2.11 Tiempo de concentración	37
3.2.12 Referencias Teóricas Geotécnicas.....	37
3.2.12.1 Clasificación de taludes	37
3.2.13 Censo	38
3.2.14 Servicios Básicos en una comunidad	39
3.2.15 Vialidad	39
3.2.16 Vialidad primaria	40
3.2.16.1 Zona urbana	40
3.2.16.2 Zona rural.....	40
3.2.17 Vialidad secundaria	40
3.2.17.1 Zona urbana	40
3.2.17.2 Zona rural.....	40
3.2.18 Vialidad terciaria	41
3.2.18.1 Zona urbana	41
3.2.18.2 Zona rural.....	41
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO	42
4.1 Nivel de la Investigación.....	42
4.2 Diseño de la investigación.....	43
4.3 Población y Muestra	43
4.4 Técnicas de recolección de datos	43
4.4.1 Revisión literaria	44
4.4.2 Observación directa	44

4.4.3 Entrevistas no estructuradas	45
4.5 Flujo grama de la investigación	46
4.6 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	47
4.6.1 Caracterizar topográfica, geotécnica e hidrológicamente el Sector La Luchita I	47
4.6.1.1 Caracterización Topográfica.....	47
4.6.1.2 Caracterización geotécnica	48
4.6.1.3 Caracterización hidrológica	56
4.6.2 Establecer un censo de la población ubicada en La Luchita	57
4.6.3 Caracterizar la infraestructura de vialidad y servicios existentes en el sector de estudio.....	59
4.6.4 Identificar las amenazas que representan las cárcavas para la población	59
4.6.5 Analizar la factibilidad de completar las redes de servicio requeridas por el sector para su consolidación.....	59
4.6.6 Analizar la relación costo-riesgo-beneficio de las soluciones analizadas para la consolidación de los servicios en La Luchita I	60
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	61
5.1 Caracterizar topográfica, geotécnica e hidrológicamente el Sector La Luchita I.....	61
5.1.1 Caracterización topográfica	61
5.1.2 Caracterización geotécnica	62
5.1.3 Caracterización hidrológica	63
5.2 Establecer un censo de la población ubicada en La Luchita I.....	65
5.3 Caracterizar la infraestructura de vialidad y servicios existentes en el sector de estudio.....	68
5.3.1 Caracterización de la vialidad	68
5.3.2 Caracterización de servicios básicos	69
5.4 Identificar las amenazas que representan las cárcavas para la población	71
5.5 Analizar la factibilidad de completar las redes de servicio requeridas por el sector para su consolidación.....	77
5.6 Analizar la relación costo-riesgo-beneficio de las soluciones analizadas para la consolidación de los servicios en La Luchita I.....	81
5.6.1 Costo.....	81
5.6.2 Beneficio.....	82
5.6.3 Riesgo	82
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
Conclusiones	86
Recomendaciones	87

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
APÉNDICE A	90
APÉNDICE B	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación del área de estudio. (Google earth).	8
2.2 Vista aérea de Ciudad Bolívar. Situación de cárcavas de la ciudad (Google Earth, 2011).	13
2.3 Mapa de Provincias Geológicas del Estado Bolívar (Mendoza, 2005).	18
3.1 Cárcava. (Santiago, 1990).	24
3.2 Evolución de una cárcava en cuatro etapas. (Santiago, J. 2007).	29
3.3 La construcción de infraestructuras neutraliza la infiltración del agua de lluvia. (Santiago, J. 2007).	31
3.4 Mecanismo de erosión por acción del viento. (Suárez, 2001).	35
3.5 Clasificación de talud según sus agentes de formación.	38
4.1 Flujograma de trabajo.	46
4.2 Serie de tamices utilizados en el laboratorio para análisis Granulométrico. (Mujica W. y Silveira E., 2011).	51
4.3 Máquina Casagrande utilizada durante el ensayo de límites de consistencia. (Mujica W. y Silveira E., 2011).	53
4.4 Planilla de Resumen de Censo poblacional.	58
5.1 Plano topográfico de la zona de estudio.	61
5.2 Zona crítica enmarcada en líneas rojas.	62
5.3 Acera afectada por la cárcava.	63
5.4 Plano hidrológico del sector la Luchita.	64
5.5 Resumen del censo poblacional del sector la Luchita.	67
5.6 Dimensiones de la vialidad del sector en estudio.	68
5.7 Destrucción de la acera del sector de estudio.	69
5.8 Alumbrado público y vialidad de la Luchita.	71
5.9 Puntos críticos.	73
5.10 Viviendas afectadas por la cárcava.	74
5.11 Cárcava dentro del perímetro de las viviendas.	75
5.12 Entrada al sector de estudio.	76

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas U.T.M. que delimitan al área de estudio. (Corporación de Turismo 2007).	9
2.2 Valores climáticos promedios de Ciudad Bolívar por mes. (F.A.V., 2009).	10
4.1 Diámetro de los tamices según designaciones oficiales de la ASTM y de la Oficina Nacional de Normas de los Estados Unidos. (Bowles Joseph, 1981). ...	51
4.2 Energía de compactación según el molde utilizado para el ensayo (Costet, 1975).....	56
5.1 Coordenadas U.T.M. que delimitan al área más crítica.	62
5.2 Descripción de viviendas.	70

LISTA DE APÉNDICES

APENDICE A

A.1 Casa promedio del sector en estudio.	91
A.2 Dimensiones de la casa promedio.	91

APÉNDICE B

B.1 Cálculos métricos para la viabilidad.	93
B.2 Cálculos métricos de servicios por vivienda	xciv

LISTA DE ANEXOS

- 1 PLANO TOPOGRÁFICO
- 2 PLANO HIDROLÓGICO
- 3 PUNTOS CRÍTICOS

INTRODUCCIÓN

Desde siempre las comunidades o poblaciones se han desarrollado en las cercanías de aguas para el consumo y uso humano (lagos, ríos, riachuelos, entre otros), también tomando en cuenta suelos de poca pendiente con estabilidad considerable, con el pasar del tiempo la población ha ido en aumento teniendo que extenderse a sitios no tan propicios para la seguridad urbana.

Los abarrancamientos que se forman en los materiales blandos, por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertura vegetal suficiente ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos se les denomina cárcava.

El crecimiento de cárcavas en el estado Bolívar se agudiza cada vez más, producto de la acción erosiva de las aguas de escorrentía que actúa principalmente sobre los sedimentos pertenecientes a La Formación Mesa dicha formación comprendida por arenas y limos con poca compactación, generándose cárcavas que ponen en riesgo las comunidades y el equilibrio ambiental.

La población que constituye Ciudad Bolívar presenta un elevado riesgo de amenazas naturales, las cuales han basado su desarrollo en bordes de cárcavas y en las llanuras de inundación de los ríos urbanos que cruzan la ciudad, los cuales son elementos importantes para un planeamiento urbano basado en prospectiva y alertas tempranas lo cual podría ser un camino interesante para explorar. Las cárcavas se han convertido en una seria amenaza que atenta contra la permanencia de las infraestructuras (viviendas, calles, aceras).

El estudio se desarrolla en cinco capítulos. Capítulo I situación a investigar: donde se plantea el problemática que motivo la investigación, los objetivos para desarrollar la investigación, así como el alcance y la importancia de la solución del mismo.

Capítulo II Generalidades: en el cual se especifica la ubicación del sitio de estudio y las generalidades del proyecto.

Capítulo III Marco teórico: se citan investigaciones previas al sitio de estudio y las bases teóricas necesarias para explicar los fundamentos o teorías utilizadas para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Capítulo IV Marco Metodológico: se describe el nivel y diseño de la investigación, y se desglosan las técnicas e instrumentos necesarios para desarrollar los objetivos planteados en la investigación

Capítulo V Análisis de los resultados: se plantean los resultados luego del desarrollo de cada objetivo. Luego de concluir los cinco capítulos, se plantearon las conclusiones y recomendaciones que sugirieron de la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

La problemática de la erosión del suelo ya se ha venido estudiando, en civilizaciones anteriores; el problema no era importante debido a la escasa densidad de población y al hecho de que dichas civilizaciones buscaban poblar en sitios llanos donde no existían pendientes bruscas o muy pronunciadas.

Con el aumento de la población a nivel mundial se han ido desarrollando u ocupando dichas zonas, en donde se han creado desarrollos urbanísticos, ocasionando un aceleramiento en el proceso de erosión natural de los suelos, que a su vez origina la formación de cárcavas.

En Sudamérica, la presencia de grandes cantidades de agua marcan su fisionomía, generando áreas de fácil erosión con algunas zonas susceptibles al surgimiento de cárcavas, barrancas o arroyos. Esta condición ha ocasionado problemas de orden económico y social en diversas zonas del continente, como es el caso de: el Gato en el sur de la provincia de Córdoba (Argentina), la cual muestra un severo proceso de incisión de su cauce como consecuencia del fenómeno de erosión de cárcavas al que se encuentra sometido; el barrio Guaibariba, Recife, Brasil, afectado también por cárcavas que son producto de un proceso de urbanización no planificado; las laderas tropicales de Colombia, afectadas por cárcavas profundas de tipo remontantes; y numerosas regiones de Costa Rica, donde las laderas de las montañas con generalmente con pendientes elevadas también son propensas al deslizamiento por acción de las lluvias, aunado a la alteración de la cobertura vegetal, o falta de ella, que aumenta la escorrentía superficial.

En Venezuela, siendo parte de la Región Guayana una de las zonas más afectadas, ya que sus características geológicas como es la Formación Mesa con materiales poco consolidados y la existencia de un sistema de drenaje mal planificado o inexistente en muchos casos, la hacen vulnerable a los procesos de erosión que da lugar a la formación de cárcavas.

Ciudad Bolívar se encuentra ubicada sobre una serie de mesetas cuyos bordes conforman escarpes disectados formando las cárcavas que constituyen las cuencas de los ríos Santa Bárbara, San Rafael, Buena Vista, Orocopiche y los Báez, entre otros. Los tres primeros atraviesan la ciudad de Sur a Norte, encontrándose sus márgenes sometidos a intensas acciones erosivas que aumentan constantemente las áreas de las mismas, dando lugar a la formación de enormes cárcavas; situación que se ha visto intensificada por el crecimiento de la población debido principalmente a invasiones en toda la extensión de los topes de dichas mesetas.

El crecimiento incontrolado de la ciudad hacia las cercanías de las cárcavas ha alterado violentamente los procesos naturales de infiltración y escorrentía debido a la impermeabilización progresiva de las cuencas altas, lo cual ha determinado que una gran proporción de lluvia que cae en ellas escurra superficialmente con muy poca resistencia a su movilización por cauce natural, determinando tiempos de concentración muy cortos y caudales instantáneos relativamente grandes y muy erosivos.

Estos cambios en conjunto con las características geológicas que prevalecen en la región y a las descargas directas de aguas servidas que destruyen en parte la vegetación natural existente en la zona, alterando el equilibrio de las cuencas y su fisiografía, usualmente sometidas a evoluciones relativamente lentas, cambiando de manera acelerada con la consecuente destrucción de viviendas, drenajes y vialidad.

Una de las zonas afectadas por esta situación es La Sabanita, de donde tomamos como punto de estudio una de las cárcavas situadas en el sector Luchita, que se encuentra en un estado crítico y de constante crecimiento por efectos de socavación de las paredes del terreno debido a las constantes lluvias y descargas de agua sin un empotramiento adecuado, poniendo en riesgo la vida de sus habitantes y sus inmuebles así como también la vialidad del sector.

Basándonos en esto se estudiará el riesgo generado por las cárcavas en las adyacencias del sector antes mencionado.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el riesgo generado por las cárcavas en las adyacencias del sector La Luchita I, municipio Heres, Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar topográfica, geotécnica e hidrológicamente el Sector La Luchita I.
2. Establecer un censo de la población ubicada en La Luchita I.
3. Caracterizar la infraestructura de vialidad y servicios existentes en el sector de estudio.
4. Identificar las amenazas que representan las cárcavas para la población.

5. Analizar la factibilidad de completar las redes de servicio requeridas por el sector para su consolidación.
6. Analizar la relación costo-riesgo-beneficio de las soluciones analizadas para la consolidación de los servicios en La Luchita I.

1.3 Justificación de la investigación

Debido a él gran aumento en la comunidad en el Sector La Luchita I, cuyo desarrollo se ha sustentado en viviendas improvisadas sin servicios planificados, se encuentran en carencias una cantidad significativa a simple vista de familias afectadas, muchas veces el grupo familiar comprendiendo niños y ancianos que merecen y necesitan un nivel de vida digno.

Con el avance ya evidente de las cárcavas se pretende elaborar levantamientos topográficos, caracterizaciones geotécnicas y una data sobre vialidades y servicios existentes en el Sector en estudio para comprender las zonas de mayor riesgo, también la calidad de los servicios existentes así como la total ausencia de estos y hasta qué zona dentro del sector se pudieran ubicar integralmente.

La evaluación del riesgo generado por el sistema de cárcavas ubicada en el sector Luchita I, de La Sabanita en Ciudad Bolívar, surge de la necesidad de plantear una solución eficaz y eficiente al problema de la inestabilidad de los taludes, por el hecho de presentar una situación de riesgo para los habitantes de la zona y de los usuarios de la vialidad cercana ante el colapso de dichas estructuras, además de las pérdidas económicas que implica. El presente estudio servirá de referencia para las soluciones más apropiadas al problema planteado con lo que se podría beneficiar a la población que habita en dichas zonas de riesgo.

1.4 Alcance de la investigación

La realización de esta investigación nos lleva a conocer los diferentes riesgos que existen en las cárcavas ubicadas en La Luchita, considerando sus características geotécnicas, hidrológicas y topográficas, a fin de que constituya una referencia para dar solución a la problemática existente.

1.5 Limitaciones de la investigación

La investigación está enmarcada por la dificultad de acceder a la zona de estudio, debido a la presencia de viviendas en las adyacencias de las cárcavas, las pendientes tan pronunciadas de dichas cárcavas y por supuesto a la falta de seguridad en la zona.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada geográficamente en la parte Sur-Oriental de Venezuela, específicamente Este-Oeste del municipio Heres del estado Bolívar; aproximadamente entre las coordenadas que se muestran en la tabla 2.1. (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación del área de estudio. (Google earth).

Tabla 2.1 Coordenadas U.T.M. que delimitan al área de estudio. (Corporación de Turismo 2007).

ESTE	440000	441000	441000	440000
NORTE	894250	894250	893250	893250

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio se realiza a través de las vías terrestres de la ciudad; específicamente mediante las rutas;

- 1) La calle Colon, por el barrio La Lucha cruzando al barrio Luchita 2 callejón La Esperanza
- 2) A través de la avenida principal de la perimetral, La Sabanita cruzando por la calle Colón, sector La Lucha, siguiendo la calle principal hasta llegar al callejón La Esperanza.

2.3 Características físico naturales del área de estudio

2.3.1 Clima

La zona se caracteriza por presentar un clima del tipo tropical de sabana (según clasificación de Köppen) que; según datos del período 1994 – 2005 suministrados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (F.A.V) de la Estación Climatológica 80444 Ciudad Bolívar – Aeropuerto, localizada a una Latitud de 08° 09' 00' N y a una Longitud de 63° 33' 00'' W con una elevación de 43 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar); presenta los siguientes valores climáticos. (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Valores climáticos promedios de Ciudad Bolívar por mes. (F.A.V., 2009).

Meses	Temperatura Media (°C)	Precipitación Total (mm)	Evaporación Total (mm)	Humedad Media (%)	Insolación Media (hrs)	Radiación Media (W/m2)
Ene	26.8	20.6	154	76	7.2	15.7
Feb	27.2	17.7	165	75	7.7	16.2
Mar	28.8	19.4	186	70	8.2	17.5
Abr	29	25.2	167	72	7.5	17.7
May	28.4	89.4	145	76	6.7	16.7
Jun	27.3	179.4	104	83	6.4	15.6
Jul	26.9	181.5	90	84	6.9	16.5
Ago	27.4	152.9	92	82	7.5	17.3
Sep	28.1	103.4	107	79	7.9	17.7
Oct	28.3	91.5	117	80	8	16.2
Nov	27.8	85.2	115	81	7.8	15
Dic	27.1	35.2	127	81	7.5	14.5
Anual	27.7	1001.6	1569	78	7.5	15.5

A partir de la tabla 2.2 se puede observar que:

1. Ciudad Bolívar presenta un período lluvioso, desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, siendo el mes de Julio el de mayor precipitación; y un período de sequía que ocurre desde el mes de noviembre hasta el mes de abril. Además, se observa una distribución temporal de la precipitación media, que corresponde a un régimen lluvioso de tipo unimodal presentándose las máximas mensuales en Junio, Julio y Agosto, con valores de 179.4 mm, 181.5 mm y 152.9 mm (milímetros) respectivamente (F.A.V., 2009).

2. La evaporación total de Ciudad Bolívar se ha calculado en 1569 mm para el período comprendido entre el año 1994 y el año 2005, para el cual se registraron los valores totales de evaporación más elevados en los meses de Febrero, Marzo y Abril

medidos en 165 mm, 186 mm y 167 mm respectivamente y se destacan los meses de Julio y Agosto como los meses de menor evaporación con valores de 90 mm y 92 mm respectivamente.

3. La temperatura promedio arroja un resultado de 27.7 °C (grados centígrados). Los máximos registrados ocurren en los meses de Abril y Mayo, donde se han obtenido los valores de 29 °C y 28.4 °C respectivamente, mientras que las mínimas se registraron en los meses de Enero y Julio con valores de 26.8 °C y 26.9 °C respectivamente. La oscilación térmica entre los valores máximos y mínimos de la temperatura en promedio es de 5 °C aproximadamente, lo cual nos indica la típica condición isotérmica de la región.

4. La insolación media se distribuye de manera uniforme en la zona, por tal motivo el valor obtenido de insolación promedio anual es de 7.5 horas de brillo de luz solar aproximadamente. El comportamiento anual de la insolación media permite conocer que los períodos con mayores horas de brillo solar ocurren en los meses de Marzo y Octubre, registrando valores de 8.2 horas y 8.0 horas respectivamente; mientras que los valores mínimos ocurren en los meses de mayo y junio con valores de 6.7 horas y 6.4 horas respectivamente.

5. La radiación solar media registrada presenta una variación de tipo bimodal, encontrándose los valores máximos principales durante los meses de Marzo, Abril, Agosto y Septiembre iguales a 17.5 W/m², 17.7 W/m² y 17.3 W/m², 17.7 W/m² (watts por metro cuadrado) respectivamente. Por el contrario, durante los meses de Noviembre y Diciembre se registraron los valores más bajos de radiación solar media en el período estudiado (15 W/m² y 14.5 W/m² respectivamente).

6. Los registros anuales de la humedad relativa media permiten apreciar que las máximas medias ocurren en los meses de Junio, Julio y Agosto con valores de 83 %, 83 %, 83 % respectivamente.

84 % y 82 % respectivamente. Por el contrario, los valores mínimos se presentan en los meses de Marzo y Abril con valores 70 % y 72 % respectivamente.

2.3.2 Vegetación

Ciudad Bolívar presenta una vegetación de tipo sabanero. Díaz, en Álvarez y Ameneiro, (2004), expone que está conformada principalmente por gramíneas correspondientes al estrato herbáceo e individuos leñosos de porte arbustivo o arbóreo, conocidos comúnmente como “chaparros” (en su mayoría *Curatella americana*). Hacia las lomas más altas, se desarrollan algunos bosques caducifolios que se caracterizan por presentar un alto porcentaje de especies arbóreas deciduas, es decir, que pierden su follaje por un período más o menos prolongado durante la época seca. Generalmente, como una transición entre la sabana y el bosque se encuentran matorrales constituidos por vegetación secundaria producto de perturbaciones naturales y antrópicas. Rompiendo con la continuidad del estrato herbáceo de la sabana, se encuentran, hacia las vegas de los ríos, unos estrechos bosques de galería y, hacia los caños y quebradas, morichales que deben su nombre a la abundancia de “moriches” (*Mauritia flexuosa*).

2.3.3 Geomorfología

C.V.G., (1992), indica que la ciudad está asentada sobre una serie de planicies elevadas denominadas La Sabanita, Llano Alto, Altos del Perú e Hipódromo, entre otros. La presencia los sedimentos de la Formación Mesa en la zona de estudio, han conformado planicies elevadas bien drenadas y disectadas por cauces profundos, disección que ha conformado un relieve tubular, limitado por escarpes de unos 40 metros de desnivel, formando profundos barrancos denominados localmente como “farallones”. Estos barrancos se formaron por la acción de la erosión regresiva que

ocasiona el retroceso de las cabeceras de los Ríos Buena Vista, San Rafael y Santa Bárbara y presentan pendientes entre el 8 % y 16 %. (Figura 2.2).

Las planicies corresponden a paisajes de superficie plana y pendientes suaves (0 – 4 %), con perfiles rectilíneos, plano-cóncavos y plano-convexos e irregulares, dependiendo de la disección producto de las aguas. Presentan relieves tales como las llanuras de inundación, aluvial y vegas, que pueden tener ciertas elevaciones residuales de poco desnivel como las colinas. Estas planicies pueden ser de origen deposicional, residual o una combinación de ambos.



Figura 2.2 Vista aérea de Ciudad Bolívar. Situación de cárcavas de la ciudad (Google Earth, 2011).

2.3.4 Precipitación

Los promedios de precipitaciones se registraron para la media anual en 82,778 mm., y para el total anual en 1076,115 mm., aproximadamente. La pluviosidad aumenta de Norte a Sur (Corporación Venezolana de Guayana-Técnica Minera C.A., 1.991), presentándose dos períodos: Uno lluvioso, que va desde Mayo hasta Septiembre con Julio como el mes de mayor pluviosidad (197,5 mm); y otro de sequía, que va desde Octubre hasta Abril, siendo los meses de Febrero y Marzo los que registran la pluviosidad más baja del año (16,95 y 17,97 mm respectivamente); mientras que los meses de Abril y Noviembre se comportan como transicionales entre los períodos de sequía y lluvia y viceversa respectivamente.

Adicionalmente se puede observar que el régimen pluviométrico es unimodal; es decir, se registra un sólo máximo de pluviosidad durante el año, el cual ocurre en el mes de Julio (197,5mm), aunque en los meses de Junio y Agosto (166,8 mm y 141,9 mm.) se observa un ligero incremento de las lluvias (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.5 Evaporación

El volumen de agua evaporada en Ciudad Bolívar y sus alrededores no se presenta constante a lo largo de todo el año y depende, principalmente, de las diferencias estacionales que presenta, la radiación solar incidente, la temperatura del aire, el vector viento, el contenido de vapor de agua en la atmósfera inmediata y la nubosidad (Corporación Venezolana de Guayana-Técnica Minera C.A., 1.991).

El promedio de la evaporación media anual se ubica en 127,939 mm., mientras que el del total anual oscila alrededor de 1.663,215 mm., para el período en cuestión. Los meses de mayor evaporación van desde Enero hasta Mayo con máximos durante

Marzo (174,3 mm) y Abril (175,5 mm.) debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa así como también al sensible aumento de la velocidad del viento. La evaporación registra su valor más bajo durante los meses que van desde Junio hasta Diciembre, con mínimos en Junio (87,03mm.) y Julio (86,04 mm.) (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

2.3.6 Temperatura del aire

La temperatura del aire se clasifica en temperatura media, temperatura media máxima y temperatura media mínima.

Temperatura media: la media anual en el área de estudio es de 27,718 °C y el máximo principal ocurre en el mes de Abril (29,06 °C). Los valores mínimos de temperatura media se registran en los meses de Enero (26,77 °C), Julio (26,97 °C) (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

Temperatura media máxima: los valores más altos de temperatura media máxima mensual se registran en los meses de Marzo (28,18 °C), Abril (29,06 °C), Mayo (28,41 °C) (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

Temperatura media mínima: las temperaturas más bajas se registran en el lapso comprendido entre los meses de Enero (26,77 °C), y Julio (26,97 °C) con mínimos secundarios en Diciembre (27,1 °C), Febrero (27,12 °C) y Junio (27,28 °C). (según datos del Servicio de Meteorología FAV, 2.006). Durante el mes de máxima precipitación (Julio) se observa un descenso de la temperatura (26,97 °C), un aumento de la humedad del aire (84,62%) y una disminución de la velocidad del viento (8,869 m/s) (según datos del Servicio de Meteorología FAV, 2.006). Este comportamiento engrana dentro de los procesos termodinámicos de la atmósfera y de

la advección de masa de aire con características de la convergencia intertropical (CIT).

2.3.7 Radiación solar media

El área en estudio recibe una radiación solar promedio anual de 16,538 Cal/min.cm². La radiación solar presenta una distribución bimodal en el año, con valores máximos en Marzo (17,97 Cal/min.cm²), Agosto (17,65 Cal/min.cm²) y Septiembre (17,78 Cal/min.cm²) Los valores mínimos se registran durante Diciembre (14,37 Cal/min.cm²), Enero con 15,18 Cal/min.cm² y Junio con 15,22 Cal/min.cm² (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

2.3.8 Insolación solar media

El área de estudio recibe un promedio de brillo solar de 7,483 horas, aproximadamente. Los valores máximos principales de insolación se suceden en los meses de Marzo (8,185 horas), Septiembre (8,023 horas) y Octubre (8,031 horas); mientras que los valores mínimos ocurren en los meses de Junio (6,415 horas) Mayo (6,815 horas) y Julio (6,831 horas), demostrando una alta nubosidad sobre la zona de estudio durante dichos meses (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

Los valores máximos principales de insolación se suceden en los meses de Marzo (8,185 horas), Septiembre (8,023 horas) y Octubre (8,031 horas); mientras que los valores mínimos ocurren en los meses de Junio (6,415 horas) Mayo (6,815 horas) y Julio (6,831 horas), demostrando una alta nubosidad sobre la zona de estudio durante dichos meses (Servicio de Meteorología FAV, 2.009).

2.3.9 Humedad relativa media

La media anual se ubica en 79,364% (Tabla 2.6). Los valores máximos de humedad relativa se presentan durante la época de Junio (83,38%), Julio (84,62%) y Agosto (80,46%); mientras que los valores mínimos se alcanzan en la época de Marzo (71,77%) y Abril (71,92%) (Servicio de Meteorología FAV, 2.006).

2.3.10 Velocidad media del viento

La velocidad media anual predominantes es de 11,761 m/s y su dirección prevaleciente es en sentido Este-Noreste (ENE). Los vientos tienen un régimen determinado por los vientos alisios, los efectos orográficos locales y la convergencia intertropical (CIT) (Corporación Venezolana de Guayana-Técnica Minera C.A., 1.991).

La velocidad del viento es menor en Julio (8,869 m/s), Agosto (8,003 m/s) y Septiembre (8,494 m/s). La velocidad se hace máxima durante el mes de Marzo (16,26 m/s) (Servicio de Meteorología FAV, 2.006).

2.4 Geología regional

El escudo de Guayana se localiza al Sur del río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela, con rocas tan antiguas como 3.41 G.a. (Granulitas y Charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0.711 G.a (Kimberlitas Eclogíticas de Guaniamo), que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos pre-cámbricos en el mundo, con al menos ruptura de supercontinentes en 2.4 – 2.3 G.a (Guayanensis), 1.6-1.5 G.a (Atlántica-Caura), 0.8-0.7 G.a (Rodinia), y 0.2 G.a (Pangea).

En particular, el escudo de Guayana que se compone de las Provincias Geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima forma parte del Cratón Amazónico del precámbrico de Sur América, que se extiende por el norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbrico de Colombia y de Bolivia y estaba unido a África Occidental hasta la ruptura del Pangea, hace unos 200 millones de años (Figura 2.3).

Estas provincias se diferencian en sus direcciones estructurales, estilos de deformación tectónica, asociaciones litológicas y metanogénicas, y edades. Petrologicamente la provincia de Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico, Pastora y los cinturones verdes, y Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1.800 ± 2000 m.a) y granitos post tectónicos (1500 m.a). La Provincia de Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a la Provincia de Pastora y Cuchivero.

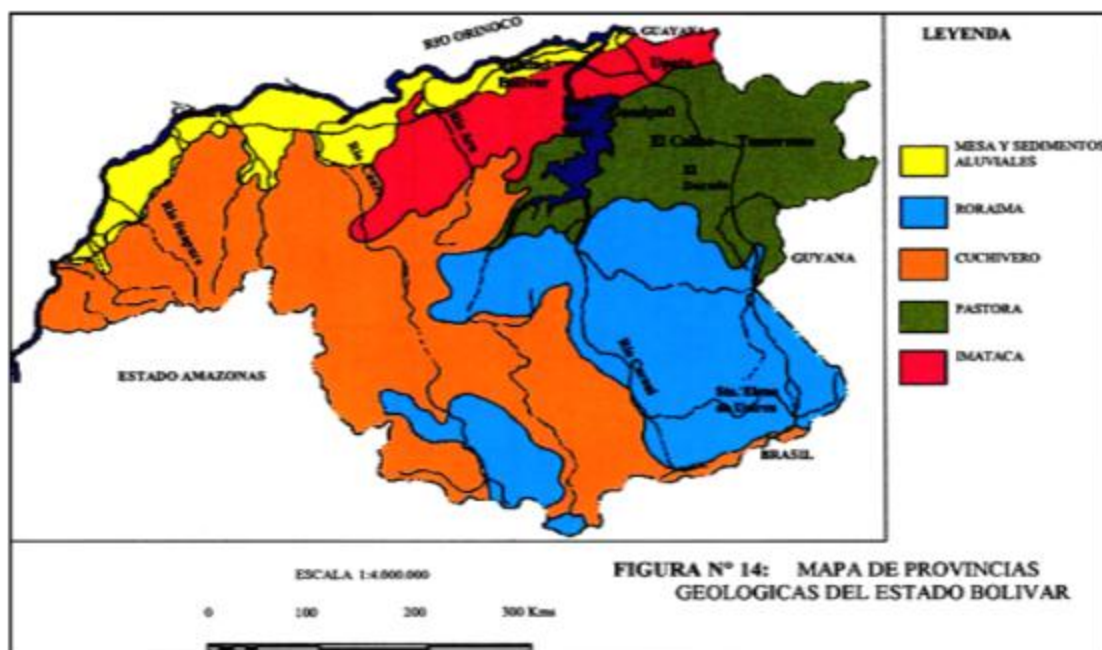


Figura 2.3 Mapa de Provincias Geológicas del Estado Bolívar (Mendoza, 2005).

2.4.1 Provincia Geológica de Imataca

La Provincia de Imataca se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Guri por unos 550 Km. y 80 Km. respectivamente (Mendoza op.cit).

Litológicamente esta Provincia está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15-20%), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfismo y más jóvenes CRV-TTG gneisicos (El Torno Real Corona), con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodónítica-granatífera, roca cuarzo-granatífero-grafítica y esquisto bronzítico-hornabléndico-biotítico. La secuencia está intrusionada por cuerpos graníticos básicos. El complejo se caracteriza por estructuras anticlinales bien desarrolladas y estructuras sinclinales mal definidas, con rumbo este-noreste. Hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos con orientación norte-sur (Mendoza, op.cit).

2.4.2 Formación Mesa

La Formación Mesa se encuentra en contacto deposicional con sedimentos recientes al Norte, y al Sur con rocas pertenecientes al Complejo de Imataca.

De acuerdo al patrón de radar presenta un relieve plano con respecto a otros paisajes, textura lisa donde no está disectada y rugosa donde sí lo está.

Se encuentra suprayacente a las rocas del Complejo de Imataca. Se asigna a la Formación Mesa una edad que va del Plioceno al Pleistoceno. Las capas afloran desde la Serranía del Interior al Norte, por toda la Cuenca Oriental de Venezuela, y a través del río Orinoco al Sur, desde una zona tan occidental como la curva de El Infierno hasta Delta Amacuro.

En la zona de la cuenca oriental de Venezuela la Formación Mesa se hace más potente y de textura más gruesa hacia el Este. Al Sur del río Orinoco los estratos forman un borde biselado irregular sobre las rocas precámbricas.

La Formación Mesa, de color generalmente rojizo en superficie, comprende una secuencia de arcillas, limolitas y arenas limolíticas bien estratificadas, masivas a laminadas. Se le interpreta como un relleno de materiales fluvio deltáicos, durante una transgresión del mar hacia el Sur (subsistencia del escudo). Estos sedimentos rellenaron el basamento erosionando, formando “islas” de sedimentos y aislando las partes más altas del basamento que ahora aparecen como pequeños afloramientos, junto con filas de cuarcita. Hay casos donde los ríos y pequeñas quebradas como Candelaria cortan la Formación Mesa y exponen el basamento.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

La presencia de cárcavas en varios sectores de Ciudad Bolívar; ha permitido que diversos organismos, gubernamentales y estudiantiles ejecuten labores de trabajos de campos a fin de establecer posibles soluciones a esta problemática, la cual afecta a un importante porcentaje de la población que se encuentra en las adyacencias de las zonas afectadas, presentando posteriores avalúos y propuestas a toda la zona de la Luchita.

Mujica Wilfredo y Silveira Emili en el año 2011 con su estudio intitulado “CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LAS CARCAVAS DEL SECTOR LUCHITA 2 CALLEJÓN LA ESPERANZA TRAMO I a E-W, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”. Los autores a través de este trabajo investigativo concluyeron que “El problema principal del sector luchita, es que se encuentra rodeadas por un sistemas de cárcavas en donde se ponen en riesgo numerosas familias que habitan a sus alrededores”

Karla Ruiz y Hans Holmquist, en el año 2010 con su estudio titulado: “PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN EN LA DESCARGA DE ALCANTARILLA UBICADA EN EL SECTOR MI CAMPITO DE LA URBANIZACIÓN EL PERÚ, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”. Tesis publicada, Universidad de Oriente: Concluyeron que: Existen diversos factores que inciden en la formación de cárcavas en general, los cuales se traducen en elementos de orden natural, al identificar estos elementos se determinó como riesgo principal la descarga de la alcantarilla en la cárcava en estudio en base a todo el esto y a los resultados obtenidos, se planteó la colocación de un

conjunto de estructuras destinadas a lograr la disminución de la velocidad del agua hasta la que pueda ser manejada por el suelo (disipación de la energía). Así mismo, se enfatiza la revegetación de la zona.

En el año 2004, Jesús Álvarez y Rosamary Ameneiro, en su trabajo de grado titulado: “ESTUDIO GEOLÓGICO DEL SISTEMA DE CÁRCAVAS UBICADO EN EL SECTOR SANTA EDUVIGES DE CIUDAD BOLÍVAR Y PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN”, concluyeron que: “Cualquiera que sea la solución ideada para el control de la erosión en la urbanización Santa Eduvigis I, ésta debe incluir la debida canalización, conducción y disposición final de las aguas de escorrentía, ya que las mismas son las principales responsables del crecimiento de las cárcavas en el sector”.

Este estudio pone de manifiesto la necesidad de evaluar y analizar los diferentes sistemas de control de la erosión, en los que se prevean las estructuras necesarias para la disminución de la energía en la descarga de las aguas que convergen en los cinturones de cárcavas.

Las nombradas investigaciones realizadas previamente fueron de gran ayuda al momento de recopilar información bibliográfica de interés y en desarrollo de la metodología en general, destacando la inclusión de nuevos aspectos y herramientas en nuestra investigación que permitan a mejorar considerablemente el trabajo que se está realizando, dichas investigaciones fueron tomadas en cuenta por realizarse en el mismo sitio de estudio o por tener objetivos a desarrollar similares al de esta investigación.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Suelos

El Suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre, el cual está constituido principalmente por fragmentos de rocas y en menor proporción de materia orgánica. Estos pueden alcanzar espesores que varían entre pocos centímetros hasta decenas de metros, donde su acomodo permite la interacción entre los fragmentos sólidos y espacios vacíos microscópicos, los cuales pueden ser ocupados por líquidos, gases o ambos. Geológicamente hablando, los suelos según la gran mayoría de los autores, tienen dos posibles orígenes, los cuales son suelos residuales y suelos transportados (Pérez, V., 1998).

Suelos residuales: son los más antiguos de todos y están compuestos por el residuo resultante de la intemperización de la roca, producida por fuerzas físicas, químicas y biológicas que dan como consecuencia la formación del suelo.

Suelos transportados: estos son de origen orgánicos, productos de la descomposición de las rocas con contenido de materia orgánica vegetal descompuestas.

3.2.2 Cárcavas

Según Santiago, J. (1990) se conocen como cárcavas o barrancos a los canales originados por erosión hídrica que afectan las capas de materiales no consolidados de la superficie terrestre. Estas formas de erosión acelerada al expandirse se convierten en torrentes o micro cuencas que al principio eran canales ramificados que se van haciendo cada vez más anchos y más profundos a causa de la socavación del agua encauzada. Estas son cauces de concentración y transporte de agua y sedimentos. Sus

magnitudes son variables, van desde unos pocos centímetros en algunos casos hasta varios metros en otros. Las cárcavas poseen generalmente un perfil agudo en forma de “V” que a través del tiempo se va transformando de una “V” ampliada a “U”. Una vez que se forme una cárcava de erosión ésta se va tornando más profunda. La cabeza de la cárcava se hace más alta y esta avanza talud arriba al irse socavando el fondo de la cárcava las paredes se van desmoronando poco a poco. (Figura 3.1).



Figura 3.1 Cárcava. (Santiago, 1990).

3.2.3 Origen de las cárcavas

Dentro de los diferentes tipos de erosión se tienen las cárcavas; en la terminología internacional se les conoce como (badlands), las cuales son definidas

como zanjas más o menos profundas originadas por socavamientos repetidos sobre el terreno, debido al flujo incontrolado del agua que escurre ladera abajo (agua de escorrentía).

Una de las condiciones esenciales para su formación es la existencia de materiales no consolidados sobre la superficie; puede tratarse por ejemplo, suelos conformados por arena, arcilla o por la mezcla de distintas texturas. Si estas capas de materiales blandos no son profundas, por consiguiente, las cárcavas serán de poca profundidad. Los lugares más proclives a la erosión en cárcavas son aquellos carentes de vegetación, como en vertientes de climas áridos o semiáridos. También en zonas deforestadas por diversas actividades antrópicas (agricultura, minería, etc.), donde los suelos han quedado al descubierto.

Cuando las cárcavas evolucionan con crecimiento hacia arriba y hacia los lados de la ladera, toman el nombre de cárcavas remontantes. La presencia de cárcavas en un terreno indica un grado avanzado de degradación, ya que la mayoría de las veces se inician luego de la pérdida superficial del suelo por efecto del impacto de las lluvias, destrucción de los agregados naturales del suelo, la erosión laminar y en surcos, como consecuencia del uso y manejo inadecuado de los suelos y ausencia de prácticas preventivas de conservación, o por la construcción de vías sin obras adecuadas para conducción de aguas de escorrentía y por descargas de caudales altos de agua sobre taludes inferiores sin disipación de su energía cinética. Una de las limitantes principales en el control de cárcavas remontantes son los costos en su control cuando la solución se enfoca hacia la Ingeniería Convencional con estructuras de concreto y por el desconocimiento de otras soluciones alternas, más eficientes, eficaces y de menor costo, como son los tratamientos de tipo biológico, utilizando los recursos existentes en la finca, zona urbana o área de influencia al problema.

El origen de las cárcavas producidas por el uso urbano depende de la impermeabilización de grandes superficies ejercida por diversos materiales como el asfalto, el cemento, ladrillos, techos, entre otros; contribuyendo a la presencia excesos de aguas que se desplazan hacia los sitios ubicados pendiente abajo provocando el aumento de la acción de los procesos erosivos que forman barrancos. El retroceso de estos barrancos puede desencadenar problemas que pongan en riesgo la estabilidad de las obras de infraestructura cercanas y la calidad de vida de las personas que se ven afectadas en el lugar (Santiago, 1990).

3.2.4 Origen de las cárcavas por intervención humana

Las cárcavas se originan por procesos meramente naturales, pero en muchas circunstancias son originadas por la acción antrópica. La mano del hombre es responsable de deforestar las vertientes para llevar a cabo numerosas actividades, tales como agricultura, minería, construcción de vías, urbanizaciones, entre otras, tal como lo explica Santiago, J. (Op. cit.).

El desarrollo de las cárcavas producidas por el uso urbano dependerá de la impermeabilización de grandes superficies (asfalto, cemento, ladrillo, techos), lo cual puede producir excesos de agua que escurrirán hacia los sitios ubicados pendiente abajo, con la consiguiente formación de barrancos. El retroceso de las cabeceras de dichos barrancos, puede convertirse en un problema que amenace la estabilidad de las infraestructuras adyacentes, e incluso pueden convertirse en un peligro para la vida de las personas que habitan en los lugares afectados.

La cobertura del suelo ofrece en general una buena protección al suelo, evitando escurrimientos que generalmente están asociados con arrastres de suelo. Los bosques disminuyen la fuerza erosiva de la lluvia, debido a que el follaje de la parte superior modifica el tamaño de las gotas y reduce la energía cinética de la

precipitación a llegar al suelo, siendo este más eficiente cuando la cobertura arbórea es bastante densa.

3.2.5 Clasificación de cárcavas

En línea general las cárcavas se pueden clasificar de acuerdo a dos grupos; según su grado de erodabilidad y según su forma.

3.2.5.1 Según su grado erodabilidad

Esta clasificación ha sido utilizada en trabajos previos como es el caso de Jouayed, R (1999), donde se presentan dos clases, en el presente trabajo se han modificado y dividido en cuatro clases:

➤ **Cárcavas activas:** son aquellas que en la actualidad poseen un grado de erodabilidad muy acelerado, debido principalmente a la acción de aguas de escorrentía 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. Las cárcavas activas pueden crecer desde unos centímetros hasta varios metros a lo largo de un mismo aguacero.

➤ **Cárcavas poco activas:** son aquellas que presentan un grado de erodabilidad mediano, es decir el proceso de erosión es menos acelerado o frenado por alguna estructura artificial. Es posible también que presenten sectores desnudos de vegetación y, a su vez, sectores con alguna cubierta que le provee estabilidad a las vertientes.

➤ **Cárcavas estables:** son aquellas que poseen un grado de erodabilidad menor, por lo que ofrecen mayor resistencia a los procesos de denudación y erosión. Su característica más importante es la existencia de una capa de vegetación que recubre la mayor parte de las vertientes. En ocasiones, la estabilidad de la cárcava depende también de la existencia de infraestructuras que detienen de forma efectiva su crecimiento. El retroceso o crecimiento de estos barrancos es insignificante luego de finalizado un mismo periodo lluvioso.

➤ **Cárcavas incipientes:** son zonas de poca profundidad, las que pueden medir una anchura de hasta 1 metro. Su velocidad de crecimiento dependerá del grado de cobertura de la vegetación y de factores como la alteración de la infiltración aguas arribas a causa de las actividades humanas.

3.2.5.2 Según su forma: se pueden clasificar conforme a los planteamientos de Peralta, M. (1977) citado por Moder, A. (1983a).

➤ **Lineal:** de forma larga y con cabeza angosta, de pocos tributarios en sus costados; puede ensancharse y dar origen a los tipos restantes.

➤ **Bulbosa:** son anchas y espatuladas en el extremo superior, pudiendo ser lineal en su parte baja; a menudo sigue el curso de un drenaje viejo. Tiene pequeños tributarios en todos los costados; al irse desarrollando da origen a la cárcava de tipo dendrítico.

➤ **Dendrítica:** están formadas por muchos tributarios en forma ramificada; puede originarse siguiendo las líneas de un drenaje natural; su cabeza puede tener forma de semicírculo.

➤ **Enrejada:** los tributarios entran al canal formando aproximadamente un ángulo de 90°; se desarrolla principalmente en zonas planas.

- **Paralela:** compuesta por una o más cárcavas que desaguan en una sola.
- **Compuesta:** combinaciones de dos o más formas, dándose especialmente en zonas con problemas avanzados de erosión.

3.2.6 Evolución de una cárcava en cuatro etapas

Las Cárcavas pueden medir desde aproximadamente 30 centímetros hasta varias decenas de metros de anchura. Al principio son surcos ramificados que progresivamente van creciendo en tres dimensiones: vertical, longitudinal y lateralmente, hasta convertirse en torrentes. (Figura 3.2).

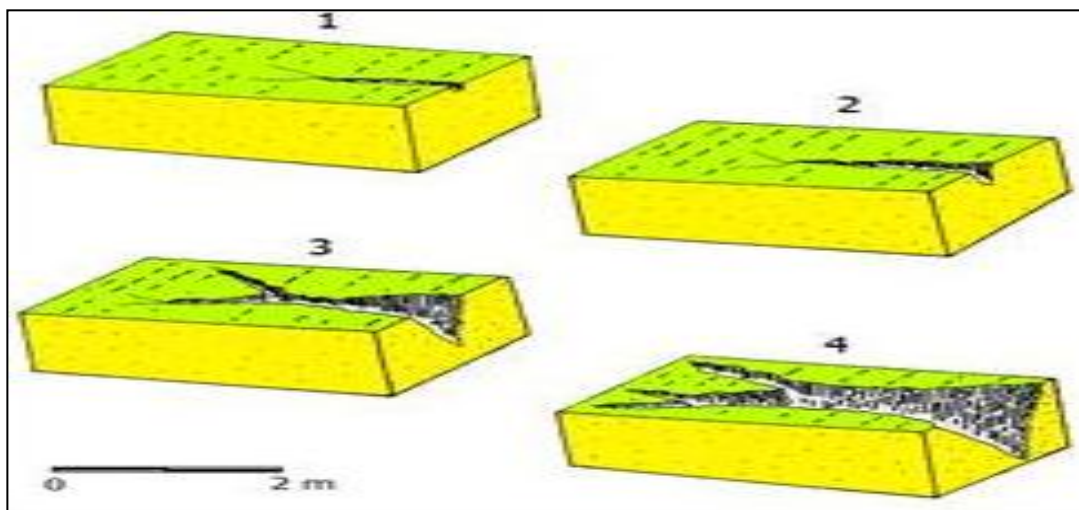


Figura 3.2 Evolución de una cárcava en cuatro etapas. (Santiago, J. 2007).

Generalmente, poseen un perfil agudo en forma de “V”; sin embargo, al detenerse el crecimiento vertical y avanzar el desgaste lateral, el perfil deja de tener un fondo agudo y desarrolla una superficie plana, dando al conjunto una forma de cajón. (Santiago, J. 2002). A medida que se va socavando el fondo del barranco, las paredes se van desmoronando. La rata de crecimiento dependerá de la intensidad de las lluvias. Cuando la cabecera o punta de la cárcava presenta un escarpe, durante las

lluvias más intensas se genera un salto de agua de alto poder erosivo, cuyo impacto al pie del talud produce una intensa salpicadura radial, capaz de hacer retroceder el barranco varios metros durante un mismo aguacero

Una cubierta de vegetación escasa puede implicar un crecimiento más acelerado de las cárcavas, puesto que, durante las lluvias, la escorrentía tendrá menos obstáculos a lo largo de las vertientes. La mayor o menor velocidad de la escorrentía depende del grado de inclinación (pendientes) del terreno. Las cárcavas se originan por causas naturales, pero en muchas circunstancias su origen se asocia a las actividades antrópicas; el hombre desforesta la superficie con diferentes propósitos (agricultura, minería, urbanización, etc.).

La generación de cárcavas en áreas urbanas es una consecuencia de la impermeabilización de extensas superficies; es cuando el agua de lluvia que deja de infiltrarse escurre en exceso pendiente abajo, creando problemas particularmente en los terrenos de mayor inclinación. La inestabilidad de los taludes también puede verse influida por la infiltración de agua desde pozos sépticos cercanos. (Figura 3.3).

Otro de los factores determinantes en el desarrollo de las cárcavas es la litología: en los escarpes los materiales sueltos, como la arena, facilitan la remoción; mientras que los materiales cohesivos, como la arcilla, ofrecen una mayor estabilidad. El contenido de arcilla en las capas arenosas disminuye la susceptibilidad tanto a la erosión como a los desplomes.

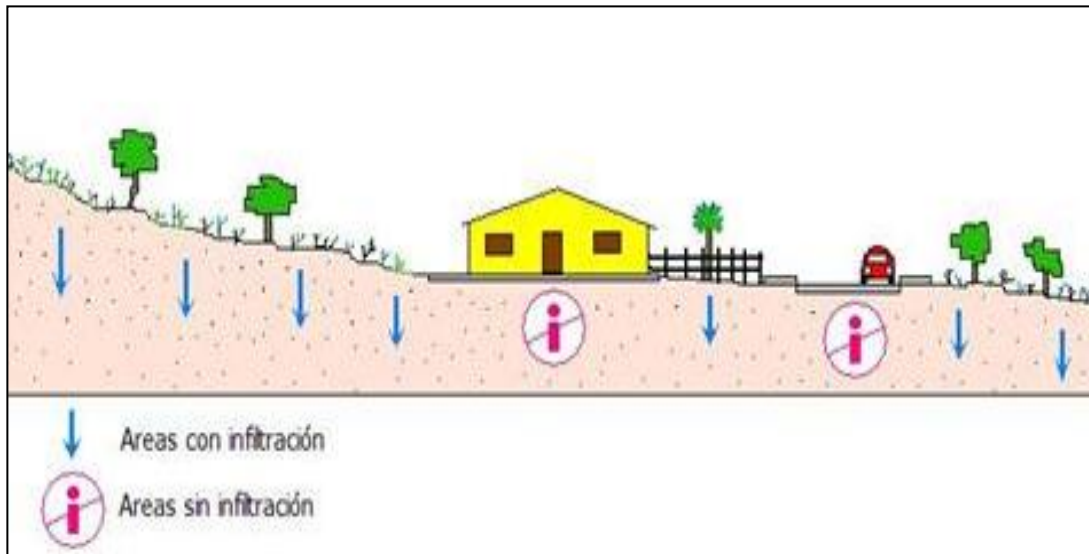


Figura. 3.3 La construcción de infraestructuras neutraliza la infiltración del agua de lluvia. (Santiago, J. 2007).

Las cárcavas pueden dividirse en activas o inactivas; las primeras se caracterizan por su incesante crecimiento, mientras que las segundas se destacan por su estabilidad; es decir, que en períodos suficientemente largos a la escala humana, no presentan cambios notables en ninguna de sus tres dimensiones. En éstas es palpable la existencia de vegetación recubriendo buena parte de la superficie. Al contrario, en las cárcavas activas se observan grandes lotes de terreno sin cubierta vegetal, con taludes exhibiendo surcos y cicatrices de desplomes.

El crecimiento desmesurado de los barrancos es causal de la ruina de tierras agrícolas y del colapso de infraestructuras, lo cual genera cuantiosas pérdidas materiales y pone bajo riesgo la vida de las personas.

Se dice que una cárcava es activa cuando su crecimiento es incesante; en cambio, se dice que una cárcava es estable cuando no hay un crecimiento significativo a lo largo de varios años. La inestabilidad puede determinarse a simple vista, especialmente cuando el barranco se ha encargado de colapsar una que otra

infraestructura. La estabilidad es propia de aquellos lugares pocos o no intervenidos, donde los procesos de infiltración y escorrentía se mantienen casi inalterados. El exceso de capas impermeabilizantes (cemento, asfalto, zinc) es responsable de romper el equilibrio, creándose grandes cantidades de agua que se vierten sobre los escarpes. Muchas veces el desagüe cae libre sobre el talud, sin ninguna estructura que controle la erosión.

3.2.7 Factores involucrados en el crecimiento de las cárcavas

Santiago, J. (Op. cit.) nombra alguno de los factores comúnmente involucrados en el crecimiento de las cárcavas, de la siguiente manera:

La velocidad de crecimiento tanto lateral como longitudinal dependerá en gran medida de la intensidad de las lluvias.

Al ser estructuras relacionadas con la erosión hídrica, la escorrentía juega un papel fundamental en su crecimiento; la mayor o menor velocidad de la escorrentía dependerá de las pendientes de la zona.

Los materiales sueltos, como las arenas, facilitan la remoción. En los suelos donde hay mezclas de texturas, las arcillas harán que las arenas sean más compactas y estables.

La presencia de grietas verticales asociadas a fallas o diaclasas pueden facilitar los movimientos de tierras. Las cicatrices de deslizamientos posteriormente pueden convertirse en zonas de cárcavas.

En climas áridos o semiáridos, la escasa cubierta vegetal puede implicar un crecimiento más rápido de las cárcavas, puesto que al llover, la escorrentía tendrá

menos obstáculos a lo largo de las vertientes y el poder de socavación será mayor que en aquellos lugares que presentan alguna protección vegetal.

3.2.8 Erosión

González en su artículo Erosión: La Importancia de la Conservación del Suelo, de la Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelo Vivos (AEAC/SV), define la erosión como: “... un fenómeno geológico natural causado por el desprendimiento de partículas del suelo a causa de la acción del agua y el viento, que las depositan en otro lugar”.

En un sentido más amplio, la Enciclopedia Hispánica, (2000), en su tomo 6 expresa que la erosión “... es el proceso geológico por el cual las rocas de la corteza terrestre sufren un desgaste debido a la acción de fuerzas tales como el viento, el agua – bien en su estado líquido o sólido (hielo)- o los seres vivos”.

En definitiva, podría definirse la erosión como un proceso geológico de desgaste de las rocas y el suelo de la corteza terrestre debido a la acción que ejercen sobre ella el agua y el viento. Proceso que se origina por la combinación de varios factores tales como las pendientes pronunciadas, el clima, la inadecuada utilización del suelo, el tipo de cubierta vegetal que éste presenta, los desastres ecológicos, ciertas características intrínsecas del suelo que lo pueden hacer más propenso a la erosión y las actividades humanas, que pueden acelerar en gran medida las tasas de erosión.

3.2.9 Tipos de erosión

La Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, clasifica los procesos erosivos de la siguiente manera:

3.2.9.1 Por su origen

Erosión natural: es la que se desarrolla alrededor de varios años y se desarrollan en torno de algo natural. Se le puede denominar erosión geológica. En esta erosión el proceso suele ser lento y se prolonga por millones de años, suelen intervenir la lluvia, nieve, frío, calor y viento. En este tipo de erosión los factores moldean perfectamente el paisaje, creando algo considerado hasta ahora bello e impresionante.

Erosión antrópica: es la que se desarrolla rápidamente y sus efectos se sienten en poco tiempo. Es cuando intervienen de forma exagerada todos los factores involucrados, principalmente debido a la mano del hombre y sus actividades.

3.2.9.2 Por sus agentes causantes

➤ **Erosión eólica:** ocurre cuando los suelos sin vegetación son expuestos a altas velocidades del viento. Cuando la velocidad del viento genera una fuerza tractiva superior a las fuerzas gravitacionales y cohesivas de las partículas de suelo, el viento desprende las partículas y las transporta en suspensión. Las partículas de menor tamaño (0.1 a 0.5 mm) son movidas por el viento en una forma de saltos o brincos. Las partículas gruesas se mueven rodando y las finas son transportadas en suspensión. La acción más visible es la suspensión en la cual se pueden observar tormentas de polvo. La erosión por viento es muy común en áreas de baja precipitación fluvial (menos de 375 mm/año) con suelos arenosos y bajos niveles de materia orgánica. El caso más frecuente de erosión por viento ocurre en los desiertos. (Figura 3.4).

➤ **Erosión hídrica:** es el proceso de sustracción de masa sólida al suelo o a la roca de la superficie llevado a cabo por un flujo de agua que circula por la misma. Este

tipo de erosión es el que ha generado la problemática existente en el área de estudio, por lo cual se profundizará más este punto.

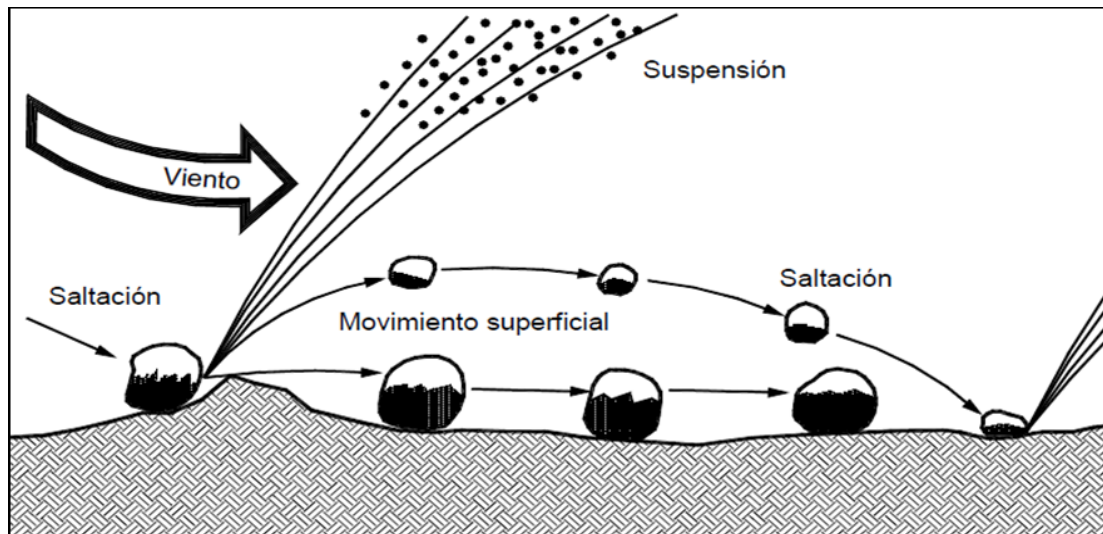


Figura 3.4 Mecanismo de erosión por acción del viento. (Suárez, 2001).

3.2.10 Factores que influyen en los procesos erosivos

Según apuntes del Instituto de Enseñanza de Noreña (España) la erosión del suelo varía de unas regiones a otras, dependiendo de factores naturales y de la influencia humana.

3.2.10.1 Naturales

➤ **El Clima:** influyen la distribución de temperaturas a lo largo del año, la intensidad y dirección de los vientos dominantes y sobre todo las precipitaciones. Lo importante es la distribución temporal de las lluvias, las más erosivas son las lluvias torrenciales y esporádicas. El agua al ser absorbida por los suelos arcillosos, hace que estos adquieran la plasticidad suficiente para que fluyan pendientes abajo.

➤ **Topografía:** este factor queda definido por las inclinaciones de las pendientes y por las longitudes de las mismas. Los procesos erosivos son más fuertes en zonas de pendientes pronunciadas que en las zonas de pendientes suaves. La pendiente facilita la erosión, de forma que con una pendiente superior al 15% los suelos corren el riesgo de ser erosionados.

➤ **Naturaleza de los terrenos:** los suelos se erosionan más o menos según su textura, estructura, composición química y mineralogía, permeabilidad y contenido de materia orgánica.

➤ **Cubierta vegetal:** la cubierta vegetal amortigua el impacto de las gotas de lluvia al caer y frena el deslizamiento del agua (la escorrentía superficial) por las laderas, de modo que la densidad y la naturaleza de la vegetación que cubre un determinado territorio es determinante para evitar su erosión. Cuando se elimina la cubierta vegetal, como consecuencia de incendios forestales o de la actividad antrópica se favorece la erosión.

3.2.10.2 Antrópicos

➤ **Deforestación:** la pérdida de los bosques incrementa los efectos de la erosión, la inestabilidad de las pendientes y la pérdida de suelo.

➤ **Sobrepastoreo:** es decir, cuando la intensidad del pastoreo es superior a la capacidad de regeneración de la vegetación. El exceso de ganado es una región termina agotando la praderas naturales, compactando el suelo, dejando al descubierto la tierra y acelerando la erosión.

➤ **Prácticas agrícolas:** la erosión se incrementa notablemente al arar y remover el terreno para introducir monocultivos, muy productivos a corto plazo, pero inestables

y con menor desarrollo radicular que la vegetación natural. Y precisamente, es el sistema radicular de las plantas quien protege al suelo contra la erosión.

➤ **Minería a cielo abierto y obras públicas:** los desmontes que se llevan a cabo para abrir canteras, minas a cielo abierto, autopistas y otras obras, implican siempre un aumento de los procesos erosivos.

➤ **Expansión de áreas metropolitanas:** con el aumento de población en determinadas zonas, la construcción de viviendas y las redes de transporte, gran parte de los suelos más fértiles que rodeaban los pequeños asentamientos humanos, han desaparecido para siempre.

3.2.11 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración (t_c), es un parámetro característico de cada cuenca hidrológica, se puede definir como tiempo mínimo para que la escorrentía directa procedente de todos los puntos de la cuenca alcance el de salida o drenaje. Está claro que es, asimismo, el tiempo que invierte la escorrentía directa en recorrer el trayecto que existe entre el punto hidráulicamente más alejado de la salida de la cuenca y esta misma (Dal-Re y Ayuga, 2003).

3.2.12 Referencias Teóricas Geotécnicas

3.2.12.1 Clasificación de taludes

Los taludes pueden ser el producto de acciones tanto naturales como del hombre en la figura 3.5, así como lo muestra el siguiente Gráfico:

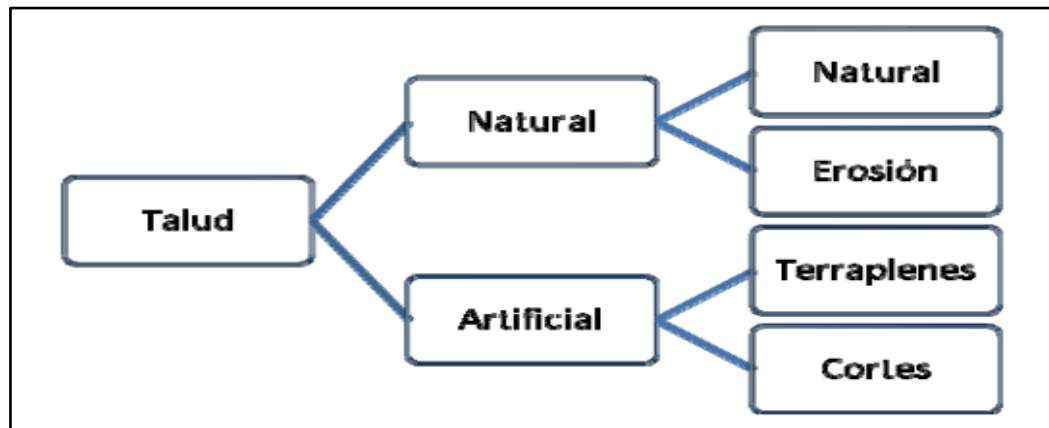


Figura 3.5 Clasificación de talud según sus agentes de formación.

Para los ingenieros civiles esto es de gran importancia en el mejoramiento de los terrenos en los cuales se ejecutarán las obras. La siguiente figura 3.6 ilustra los casos más comunes:

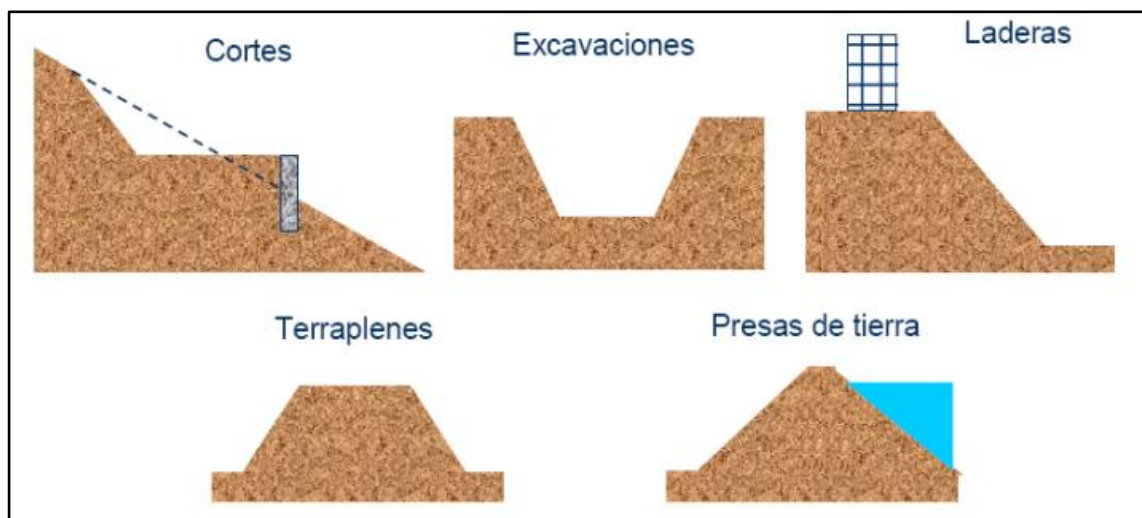


Figura 3.6 Tipos de talud.

3.2.13 Censo

Un censo de población es el conjunto de las operaciones consistentes en recoger, recopilar, evaluar, analizar y publicar o divulgar de alguna otra forma datos

demográficos, económicos y sociales relativos a todos los habitantes de un país, o de una parte delimitada de un país, en un momento determinado (Publicación de las Naciones Unidas, 2008).

3.2.14 Servicios Básicos en una comunidad

Los servicios básicos, en un centro poblado, barrio o ciudad son las obras de infraestructuras necesarias para una vida saludable. Entre otros son reconocidos como servicios básicos:

- El sistema de abastecimiento de agua potable.
- El sistema de alcantarillado de aguas servidas.
- El sistema de desagüe de aguas pluviales, también conocido como sistema de drenaje de aguas pluviales.
- El sistema de vías.
- El sistema de alumbrado público.
- La red de distribución de energía eléctrica.
- El servicio de recolección de residuos sólidos.
- El servicio de Gas.

3.2.15 Vialidad

Conjunto de las vías o espacios geográficos destinados a la circulación o desplazamiento de vehículos y peatones (Instituto Nacional de la Infraestructura, 2011).

3.2.16 Vialidad primaria

3.2.16.1 Zona urbana

Avenidas rápidas, sin acceso directo a las zonas habitacionales. Generalmente son vías tangenciales o perimetrales que distribuyen o encauzan el tránsito vehicular.

3.2.16.2 Zona rural

Autopistas y carreteras pavimentadas que están entre 6 y 2 carriles, de conexión interestatal a intermunicipal, Tránsito Diario Promedio Anual (TPDA) de 500 a 5000 vehículos, a velocidades entre los 110 y 60 km/h, clasificadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) como ET, A, B y C.

3.2.17 Vialidad secundaria

3.2.17.1 Zona urbana

Calles con tránsito vehicular lento, sirven para dar acceso a las colonias o zonas habitacionales.

3.2.17.2 Zona rural

Carreteras pavimentadas o revestidas, de conexión municipal, velocidad entre los 20 y 60 km/h, con TPDA menor a 500 vehículos, clasificadas por la SCT como tipo D.

3.2.18 Vialidad terciaria

3.2.18.1 Zona urbana

Calles con tránsito vehicular de baja velocidad. Son aplicables a los interiores de cada zona o colonia, que dan acceso directo a estacionamientos colectivos, viviendas y comercio básico.

3.2.18.2 Zona rural

Carreteras revestidas o camino de terracería para conexión municipal, velocidad entre los 10 y 40 km/h con TPDA menor a 100 vehículos, clasificadas por la SCT como tipo E.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Luego de establecer los diferentes aspectos teóricos como la situación a estudiar, delimitada a través del conocimiento de la problemática que presenta el sector en estudio y así como también los objetivos específicos que llevarán a la completa realización de esta investigación, se plantearán los lineamientos metodológicos en los cuales se desarrollará el estudio para la solución de la problemática anteriormente planteada y que indicarán al investigador los métodos que usará para la recolección y debido uso de la información.

A continuación se plantean cada uno de estos aspectos que conducen la investigación.

4.1 Nivel de la Investigación

Para poder realizar una evaluación del riesgo por la erosión producida por la mala planificación urbanística, arrojo de desechos, etc., será necesario conocer las características naturales a las que éste se verá sometido, por lo que se recolectará información en el campo para su posterior análisis e interpretación. Por esta razón este estudio se basa en una investigación de tipo descriptiva, ya que, según Lerma, (2003): “la investigación descriptiva tiene por objeto describir el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen”. Y también como lo refiere Hernández, (2003): “la investigación descriptiva busca especificar las propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice”.

4.2 Diseño de la investigación

De acuerdo con la manera de enfocar el problema, las estrategias o métodos aplicados en el mismo para la consecución de los objetivos, se puede afirmar que el diseño de la investigación es de campo y no experimental, debido a que consistirá en la recolección de datos directamente del sitio donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. Como lo expresa Hernández, (2003): “una investigación no experimental es un estudio que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en que sólo se observan los fenómenos tales y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”.

4.3 Población y Muestra

La población o universo a estudiar, se concibe como el espacio de donde se extraerá la muestra que se va a utilizar en la investigación. En este sentido, Balestrini, (2006), expresa que: “una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”. Para esta investigación se tomara en cuenta el número de viviendas que constituyen el sector de La Luchita.

Según Bustamante, 2002, “una muestra puede ser definida como un subgrupo de elementos de la población del cual se toma el 20% más representativo”, en este caso sería, la selección de las 34 viviendas con más riesgos de estar afectadas por la cárcava.

4.4 Técnicas de recolección de datos

Para obtener información relevante proveniente de la realidad objeto de estudio será necesario utilizar distintos instrumentos de recolección, como lo define Sabino,

(2006): “un instrumento de recolección de datos, en un principio es cualquier recurso del que se vale un investigador para acercarse a fenómenos y extraer de ellos información”. En tal sentido, y en relación a los objetivos definidos en el presente estudio ubicado en un contexto de investigación descriptiva - no experimental, se utilizarán diversas técnicas de recolección de datos para cumplir con las metas propuestas.

4.4.1 Revisión literaria

La revisión literaria, permitirá extraer las bases teóricas y los antecedentes del problema de investigación, sirviendo como herramientas documentales que sustenten el trabajo propuesto, como lo expresa Tamayo, (2006): “la revisión Literaria es el fundamento de la parte teórica de la investigación y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado”.

4.4.2 Observación directa

Tamayo, (2006), define observación directa como: “...aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”.

Mediante la observación directa, se hará un reconocimiento visual del área de estudio a fin de verificar las condiciones en las que se encuentra en cuanto a: patrones de drenaje, presencia de vegetación, condiciones de las calles así como también un censo a la población afectada por estas cárcavas pertenecientes a esta comunidad; así como también se identificarán los lugares más idóneos para la caracterización topográfica.

4.4.3 Entrevistas no estructuradas

La realización de entrevistas es una técnica de recolección muy significativa, a través de ésta se obtendrá información valiosa y de interés, permitiendo aclarar las dudas existentes sobre el tema en estudio.

Tal como lo expresa Sabino, (2006): “de un modo general una entrevista no estructurada, es aquella en la que no existe una estandarización formal, habiendo por lo tanto un margen más o menos grande de libertad para formular las preguntas y las respuestas”.

Éstas serán realizadas a profesionales calificados, específicamente ingenieros civiles e ingenieros geólogos de la Universidad de Oriente (UDO) y al personal que labora en INVIOBRAS, lugar donde se nos proporcionó información acerca de la situación del lugar de estudio, también las realizadas a los Consejos Comunales pertenecientes al Sector de estudio para tener información relevantes acerca de las infraestructuras ubicadas en La Luchita y sus habitantes.

4.5 Flujograma de la investigación

En la figura 4.1 se describen las diferentes etapas que se realizaron para poder llevar a cabo esta investigación;

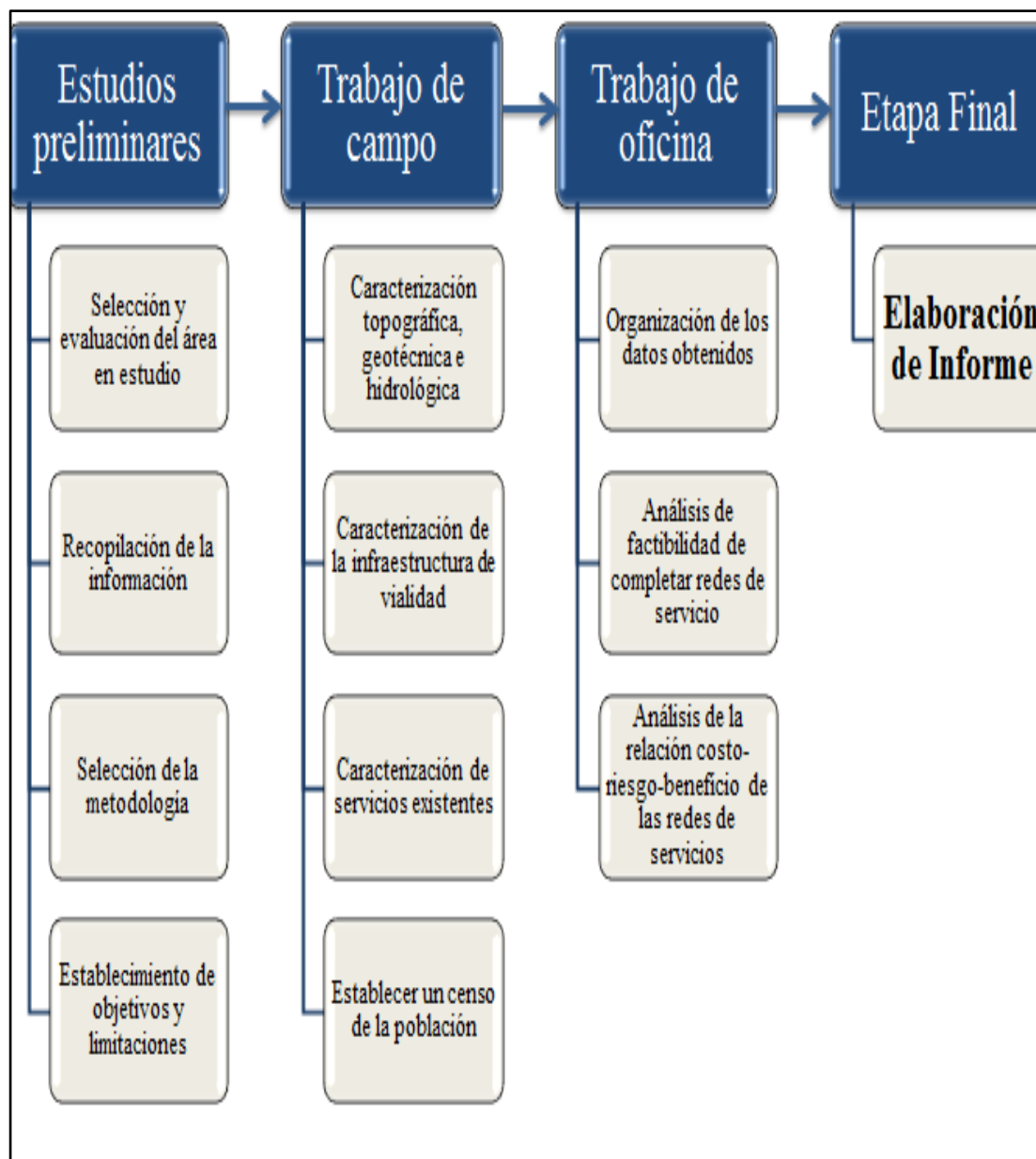


Figura 4.1 Flujograma de trabajo.

4.6 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

4.6.1 Caracterizar topográfica, geotécnica e hidrológicamente el Sector La Luchita I

4.6.1.1 Caracterización Topográfica

El teodolito en el punto de referencia visará los puntos deseados, tabulando sus ángulos vertical y horizontal y su distancia inclinada (determinada por taquimetría), se expresarán de igual forma las distancias horizontales, los desniveles y las cotas de dichos puntos.

Las distancias horizontales serán obtenidas multiplicando las distancias inclinadas obtenidas en campo por el seno cuadrado de los ángulos verticales tabulados, tal como lo expresa la ecuación 4.1.

$$DH = D_i \cdot \text{Sen}^2 V \quad (4.1)$$

Dónde:

DH = Distancia horizontal (m).

Di = Distancia inclinada (m).

Sen²V = Seno al cuadrado del ángulo vertical.

A fin determinar los desniveles existentes entre el punto de estación y los puntos visados, se multiplicará la distancia inclinada de la estación al punto por el coseno del ángulo vertical obtenido en campo, según la ecuación 4.2.

$$DN = D_i \cdot \text{Cos} V \quad (4.2)$$

Dónde:

DN = Desnivel (m).
 Di = Distancia inclinada (m).
 Cos V = Coseno del ángulo vertical.

Finalmente se calcularán las cotas o alturas de los puntos mediante la suma algebraica entre la cota el punto de estación y los desniveles obtenidos, como lo indica la ecuación 4.3.

$$C = C_{\text{est}} + \text{DN} \quad (4.3)$$

Dónde:

C = Cota del punto (m)
 C_{est} = Cota de punto de estación del teodolito (m)
 DN = Desnivel (m)

4.6.1.2 Caracterización geotécnica

Para el desarrollo de la caracterización geotécnica se tomaran en cuenta los resultados obtenidos a través de los estudios de; análisis del contenido de humedad, densidad, análisis granulométrico, clasificación del suelo, compactación y límites de consistencia realizados a las diferentes muestras tomadas en el sector Luchita.

Para el desarrollo del presente objetivo, se tomaran los resultados obtenidos a los análisis del suelo hechos por Mujica W. y Silveira E., (2011), analizaron las características geotécnicas del suelo a partir de nueve muestras representativas, para la extracción de las muestras cavaron calcatas de aproximadamente 1 m de

profundidad por 1 m de ancho, de donde se tomaron entre 5 y 10 kg (kilogramos) por muestras.

Los análisis mencionados anteriormente fueron estudiados a través de las técnicas descritas;

Determinación del contenido de humedad

Este ensayo tiene como finalidad la determinación de la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

- Los equipos que utilizaron: para este ensayo fueron una balanza mecánica con una apreciación de 0,1 gr, taras de arcilla para determinar contenido de humedad y horno de secado.

- Procedimiento: procedieron a pesar una tara o cápsula identificada adecuadamente; luego colocaron una muestra representativa de suelo húmedo y se determinó el peso del recipiente más el del suelo húmedo; este paso lo realizaron de manera inmediata para evitar la pérdida de humedad.

Después de que pesaron la muestra húmeda más el recipiente, se introdujo al horno para el secado por aproximadamente 24 horas. Cuando la muestra se secó, mostrando un peso constante, se determinó, usando siempre la misma balanza, el peso del suelo seco más el del recipiente. Finalmente determinaron el contenido de humedad w mediante la siguiente fórmula:

$$w\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (4.1)$$

Dónde:

$w\%$ = Porcentaje de humedad de la muestra.

W_w = Peso del agua.

W_s = Peso del suelo seco.

La diferencia entre el peso del suelo húmedo más el recipiente y el peso de suelo seco más el del recipiente, es el peso del agua que estaba presente en la muestra. Mientras que el peso del suelo seco se obtiene de la diferencia entre el peso de suelo seco más el recipiente y el peso del recipiente solo.

Análisis granulométrico

También conocido como método mecánico de análisis de suelo, su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS; también permite determinar los porcentajes que conforman en una cierta cantidad de material colectado del suelo.

- Equipos utilizados: para la realización de este ensayo utilizaron una balanza con una apreciación de 1 gr, bandejas de aluminio, mortero, martillo, horno de secado, una tamizadora mecánica y un juego de tamices con las siguientes aberturas. (Tabla 4.1). (Figura 4.2).

Tabla 4.1 Diámetro de los tamices según designaciones oficiales de la ASTM y de la Oficina Nacional de Normas de los Estados Unidos. (Bowles Joseph, 1981).

Nº de Tamiz	Abertura (mm)	Nº de Tamiz	Abertura (mm)
4	4,76	40	0,425
10	2,00	200	0,075
PAN	-----	-----	-----



Figura 4.2 Serie de tamices utilizados en el laboratorio para análisis Granulométrico. (Mujica W. y Silveira E., 2011).

•Procedimiento: observaron macroscópicamente las características o propiedades de la muestra de suelo (humedad, granulometría, coloración, entre otras) y dependiendo de cada una de ellas, es decir, si estaba húmeda, se pasa a secado en el horno; si estaba granulosa, la disgregaron con la ayuda de un mortero y si estaba seca se proseguía con el análisis. Realizaron el cuarteo varias veces a todo el material dispuesto para el análisis, utilizando el cuarteador de Jones, Luego pesaron en un

vaso de precipitado vacío en la balanza, anotando los resultados en la hoja de datos. Colocando el material en el vaso de precipitado y pesando la cantidad requerida para el análisis, 500 g (gramos) de suelo seco. Luego se determina el peso de cada uno de los tamices y se apila uno sobre otro de manera decreciente, se vierte la mezcla y se coloca la serie de tamices en la tamizadora mecánica por un tiempo de 10 minutos. Una vez transcurrido este tiempo se pesan los tamices individualmente con el material retenido, estos pesos se suman y se comparan con el peso total inicial de la muestra, para detectar cualquier pérdida de suelo durante el proceso de tamizado mecánico; tomaron en cuenta que si se presenta una pérdida mayor del 2% con respecto al peso original en la muestra tomada se debe repetir paso a paso, pues el análisis no es satisfactorio.

Calcularon el porcentaje de suelo en cada tamiz dividiendo el peso retenido en cada uno de ellos por el peso de la muestra original. Luego calcularon el porcentaje material pasante (o porcentaje más fino) comenzando por el 100% y sustrajeron el porcentaje retenido en cada tamiz como un proceso acumulativo.

Límites de consistencia

Denominados también límites de Atterberg, son los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estado, ellos marcan una separación arbitraria, pero suficiente en la práctica entre los estados sólido, semi-sólido, plástico, semi-líquido y líquido.

Límite líquido (LL): contenido de humedad con el cual una masa de suelo colocado en un recipiente en forma de cuchara (aparato de Casagrande), se separa con una herramienta patrón (ranurador), se deja caer desde una altura de 1 cm y sufre el cierre de esa ranura en un 1 cm después de 25 golpes de la cuchara contra una base de caucho dura o similar.

Equipo utilizado: en el desarrollo del análisis Mujica W. y Silveira E., (2011), emplearon en este ensayo la máquina de Casagrande con acanalador, taras para el contenido de humedad, tamiz No. 40, horno de secado, balanza de precisión 0,01 gr, una cápsula de evaporación de porcelana, una espátula y un recipiente de plástico para proveer cantidades controladas de agua. (Figura 4.3).



Figura 4.3 Máquina Casagrande utilizada durante el ensayo de límites de consistencia. (Mujica W. y Silveira E., 2011).

Ensayo de compactación

Es el proceso mecánico, mediante el cual se reducen los espacios vacíos, que trae como consecuencia la expulsión de componentes como el aire, agua y otros, por la aplicación de una determinada carga.

Equipos utilizados: para realizar este ensayo Mujica W. y Silveira E., (2011) utilizaron la balanza mecánica de 20 Kg (sensibilidad 1 g), molde de compactación con base y collar martillo de 24,5 N x 0,35 m. de caída, enrasadora, taras para contenido de humedad, bandeja mezcladora.

Procedimiento: tomaron 10 Kg de suelo secado al aire, pulverizado suficientemente para que pasara a través del tamiz N° 4, luego mezclaron con la cantidad de agua necesaria para hacer el incremento de humedad basado en porcentaje de peso seco. Calculando el contenido de humedad inicial de la muestra, a través de la ecuación 4.1 y se expresó en porcentaje. Luego calcularon el peso del suelo seco de la muestra total por la siguiente fórmula:

$$WSs = W \text{ suelo total} / (1 + \% w / 100) \quad (4.3)$$

Dónde:

WSs = Peso del suelo seco.

W suelo total = Peso del suelo total (muestra).

% w = Porcentaje del contenido de humedad.

A partir del contenido de humedad inicial, calcularon la cantidad de gramos de agua que hay que agregar y mezclar con la cantidad de total de suelo. A través de fórmula:

$$Ww = WSs. \%w / 100 \quad (4.4)$$

Dónde:

Ww = Peso del agua

WSs = Peso del suelo seco

% w = Porcentaje del contenido de humedad

Pesaron el molde de compactación, no incluyeron la base ni el collar, luego midieron el molde de compactación y se determinaron su volumen, Posteriormente armaron el equipo de compactación y por cada 100 cm³ se utilizaron 25 golpes/capa, utilizando el Proctor modificado (Tabla 4.2).

Después se enrasó cuidadosamente la base y la parte superior del cilindro compactado al suelo con una regla metálica y se procedió a pesar el molde lleno de suelo húmedo y se extrajo el cilindro de suelo del molde, separándolo a la mitad y tomando dos muestras para contenido de humedad, una cercana a la parte superior del molde y otra a la zona inferior.

Despedazaron la muestra hasta un tamaño apropiado del tamiz N° y se le añadieron un porcentaje mínimo de agua. Mezclando nuevamente y se enrasa cuidadosamente la base y la parte superior del cilindro compactando el suelo con una regla de acero repitiendo el procedimiento anterior incrementado el porcentaje de agua que se agregó.

El secado de las muestras duro aproximadamente 24 horas. Una vez transcurrido ese tiempo se pesan las muestras para determinar el contenido de humedad, obteniéndose el promedio real del contenido de humedad de cada ensayo.

Tabla 4.2 Energía de compactación según el molde utilizado para el ensayo (Costet, 1975).

		Peso de la Maza (kg)	Altura de caída (cm)	N° Golpes por capa	N° capas	Energía de compactación (kJ/ dm³)
Ensayo Proctor	Normal	2,490	30,5	25 (molde Proctor)	3	0,59
				55 (molde C.B.R)	3	0,53
	Modificado	4,540	45,7	25 (molde Proctor)	5	2,71
				55 (molde C.B.R)	5	2,41

Calcularon el peso unitario seco y realizaron gráficas de densidad del suelo seco contra contenido de humedad, el contenido de humedad óptimo viene dado por el porcentaje de humedad para el cual se alcanza la densidad seca máxima (Mujica y Silveira, 2011).

4.5.1.3 Caracterización hidrológica

Para llevar a cabo el desarrollo del siguiente objetivo, se partirá del uso del mapa topográfico de la zona, así como también de:

- Fotos aéreas, aplicando la herramienta de Googleearth.
- Fotos de la zona que corroboren la información recolectada.

Se realizará una caracterización hidrológica, delimitando la cuenca que afecta a la luchita, se demarcara los drenajes permanentes y los drenajes intermitentes, se efectuará la medición de los drenajes permanentes en metros,

Se realizará el cálculo de Tiempo de concentración, tomando en cuenta los datos de longitud del cauce y la diferencia de cotas. A partir de la formula;

$$T_c = 0,0195 \times \left(\frac{L_c^3}{\Delta H} \right)^{0,385} \quad (4.1)$$

Dónde:

T_c: tiempo de concentración

L_c: Longitud de concentración

ΔH: Diferencia de cota

4.6.2 Establecer un censo de la población ubicada en La Luchita

En la Parroquia La Sabanita específicamente en el sector La Luchita hacen vida un número significativo de Consejos comunales, los cuales entre otras actividades que realizan, están llevar un control de la población dentro de La Luchita; el censo poblacional es realizado anualmente para poder llevar un control del número de habitantes.

La importancia de este censo radica en que anualmente los consejos comunales presentan proyectos a los respectivos entes gubernamentales, en ellos debe estar bien explicado a cuantas personas se beneficiarían con la aprobación de cualquiera de estos proyectos.

El Consejo Comunal que está encargado de realizar esta actividad en el sector de La Luchita, Parroquia La Sabanita; es el “Consejo Comunal La Esperanza”, la metodología para llevar a cabo esta actividad se basa; en un número de integrantes del anterior consejo nombrado, realiza visitas puerta por puerta llenando un

formulario con datos reales que serán suministrados por los miembros de la familia censada.

Luego de que el censo es completado, que se encuentran el 100% de viviendas censado en el sector La Luchita, Parroquia Sabanita, el Consejo Comunal “La Esperanza” completa con esta información una planilla la cual se realiza a petición de la gobernación para mantener una data interna actualizada. (Figura 4.4).

RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL

Consejo Comunal: _____

Sector: _____

Parroquia: _____

Municipio: _____

Estado: _____

Fecha ____/____/____/

	<i>Masculino</i>	<i>Femenino</i>
De (0 a 6) años		
De (7a 14) años		
De (15 a 20) años		
De (21 a 40) años		
De (41 a 59) años		
De 60 años en adelante		
<i>Total de habitantes</i>		
<i>Total de familias</i>		

Resumen de viviendas

<i>N° de ranchos</i>	
<i>N° de casas de bloques</i>	
<i>N° de casas en construcción</i>	
<i>Total de viviendas</i>	

2006, Año Bicentenario del Generalísimo Francisco de Miranda y de la Participación Protagonista y del Poder Popular.

Figura 4.4 Planilla de Resumen de Censo poblacional.

4.6.3 Caracterizar la infraestructura de vialidad y servicios existentes en el sector de estudio

En el área de estudio se ha realizado evaluaciones previas con respecto a los servicios básicos que brinda y sus vialidades.

Para la óptima caracterización de la vialidad en la zona de estudio, se tomara en cuenta la calificación que presenta el Instituto Nacional de la Infraestructura de Colombia, (2011), el cual se enmarca dentro de una división que toma en cuenta el asfaltado, los canales de vías, el desplazamiento vehicular y de peatones y el tránsito diario promedio anual, de cada vía; la clasificación se define por; vialidad primaria, secundaria o terciaria, cada una a su vez se dividen en zona urbana y rural.

El Ministerio de infraestructura Venezolana ha realizado estudios previos en el sector de estudio, estos se han reflejado a través de planos con una escala de 1:25000, con su ayuda y posteriores visitas a campo se determinará la caracterización actual de los servicios básicos que son necesarios para una comunidad desarrollada.

4.6.4 Identificar las amenazas que representan las cárcavas para la población

Para la realización de este objetivo se necesitarán: el plano topográfico, los análisis geotécnicos del suelo, fotos aéreas del sector en estudio, además de fotografías tomadas en las áreas más críticas, para así enumerar las amenazas desde el punto de vista ingenieril y humano que puede afectar al sector.

4.6.5 Analizar la factibilidad de completar las redes de servicio requeridas por el sector para su consolidación

El sector de estudio se divide en dos calle principales las cuales se ubican en el hombro del talud de una cárcava activa, para el desarrollo de este objetivo se tomaran

en cuenta: la actividad de la cárcava, la cercanía de los urbanismos a ella, el estado de los servicios básicos existentes según estudio previos realizados por el MINFRA.

4.6.6 Analizar la relación costo-riesgo-beneficio de las soluciones analizadas para la consolidación de los servicios en La Luchita I

Las soluciones contempladas para la consolidación de los servicios en este sector se sintetizaron en cuatro proyectos civiles, las cuales se analizaran tomando en cuenta tres matices costo, riesgo y beneficio.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1 Caracterizar topográfica, geotécnica e hidrológicamente el Sector La Luchita I

5.1.1 Caracterización topográfica

En la figura 5.1 se puede apreciar el plano que nos permite apreciar la morfología del terreno de estudio, a partir de las curvas de nivel, de E-W se observa la única entrada a la Luchita, ubicándose las zonas con pendientes más pronunciadas hacia las cercanías de las vialidades principales, el plano se presenta en una escala de 1:2500 en consideración a los detalles resaltados en este estudio. (Figura 5.1). (Anexo 1).

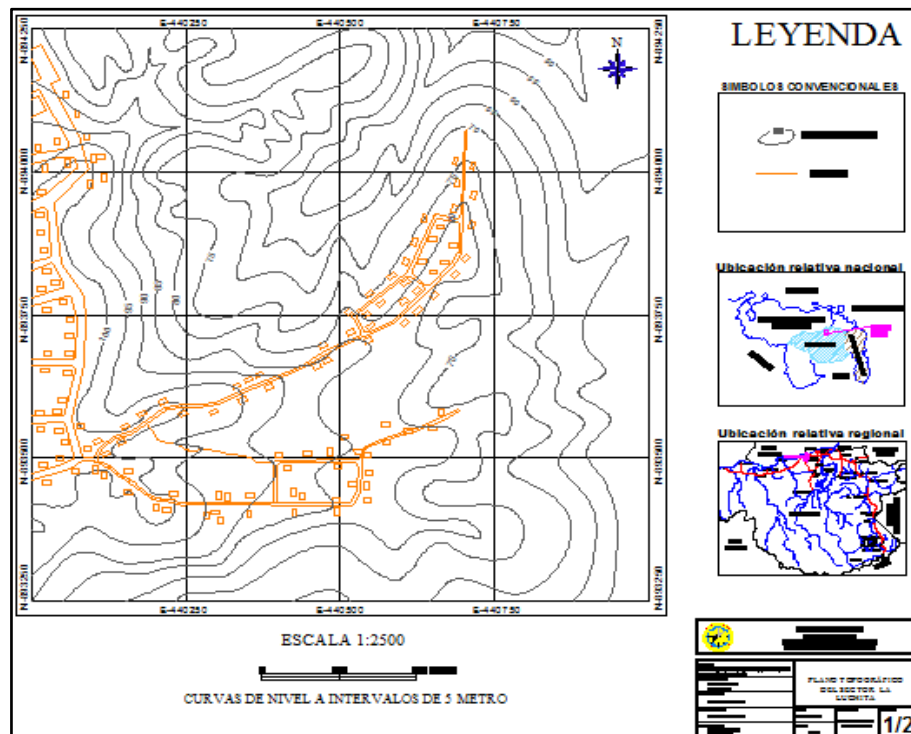


Figura 5.1 Plano topográfico de la zona de estudio.

5.1.2 Caracterización geotécnica

En el desarrollo de esta objetivo se tomó en cuenta el trabajo de grado presentado por Mujica W. y Silveira E., (2011), el cual se enfocó en llevar a cabo un estudio geotécnico de la zona más crítica por la cercanía que presenta la vialidad a la cárcava. (Figura 5.2) (Tabla 5.1).

La zona de estudio se caracterizó por estar constituida por Arenas mal gradadas, con poco o nada de limos, arenas arcillosas y arenas limosas.

Tabla 5.1 Coordenadas U.T.M. que delimitan al área más crítica.

ESTE	438088	430030	438005	437983
NORTE	893161	892925	892925	803674

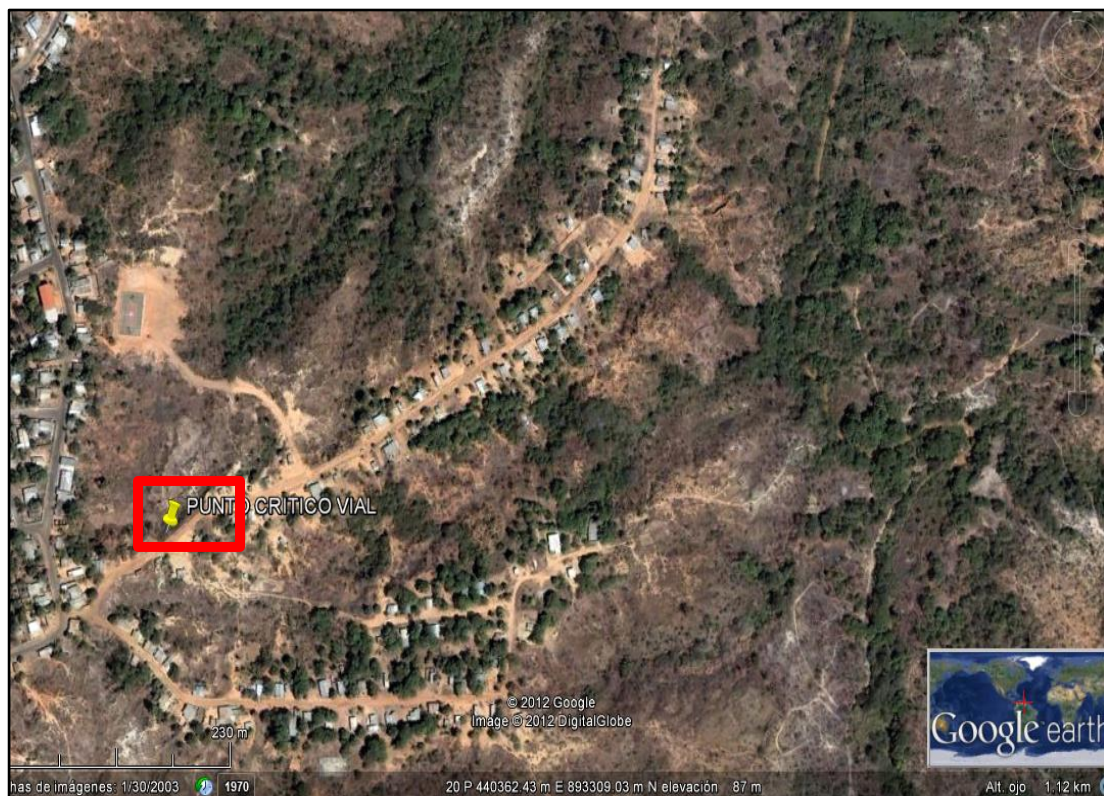


Figura 5.2 Zona crítica enmarcada en líneas rojas.

En la figura 5.3 se logra apreciar la cercanía que guarda la cárcava en relación con las vías de acceso, la persona que sirve como referencia dimensional posee una altura de 1.65 metros.



Figura 5.3 Acera afectada por la cárcava.

5.1.3 Caracterización hidrológica

La caracterización hidrológica se define por un plano realizado a escala 1:2500, el que tiene como objetivo principal mostrar los drenajes permanentes e intermitentes que se pueden encontrar en las adyacencias al sector la Luchita.

El urbanismo en estudio, la Luchita, se desarrolló en zonas de cuenca alta del río San Rafael, partiendo del plano hidrológico se definen dos vertientes principales que se ubican en las adyacencias del sector en estudio y por ende lo afectan.

En la figura 5.4 se designa la primera vertiente con dirección NE-SW, con una longitud aproximada de 482 metros, la segunda vertiente del río San Rafael que también afecta a la población de la Luchita posee una longitud de 1200 metros con dirección N-S, estos a su vez comprenden considerables drenajes intermitentes los cuales nacen en las cercanías de las vías del sector de estudio. (Anexo 2).

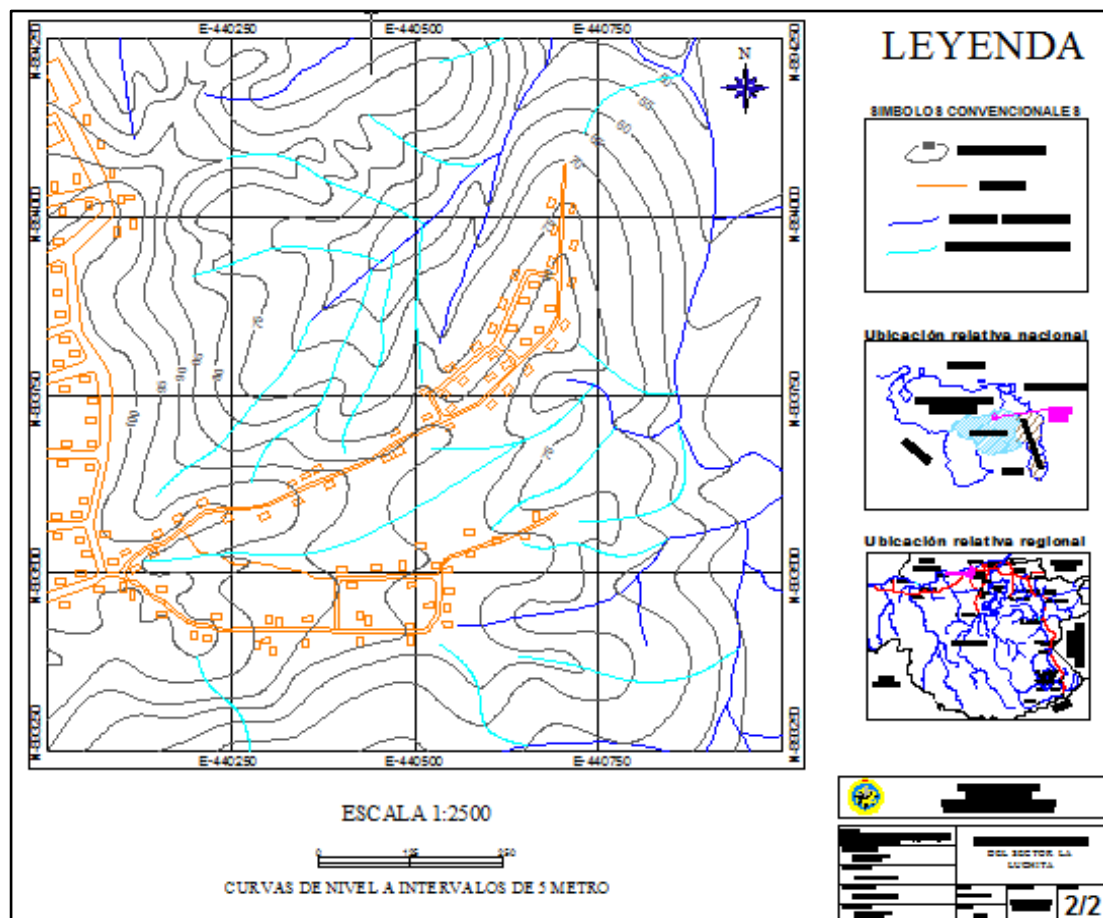


Figura 5.4 Plano hidrológico del sector la Luchita.

A partir del plano hidrológico se realizó el cálculo de Tiempo de concentración, siendo aplicando a las cinco zonas más críticas:

Para el primer punto crítico designado como PC1; presenta una longitud de 340,15 metros, una diferencia de cota de 35 siendo su Tiempo de concentración de 4,165 minutos.

Para el primer punto crítico designado como PC2; presenta una longitud de 290,47 metros, una diferencia de cota de 25 siendo su Tiempo de concentración de 3,951 minutos.

Para el primer punto crítico designado como PC3; presenta una longitud de 275,96 metros, una diferencia de cota de 10 siendo su Tiempo de concentración de 5,299 minutos.

Para el primer punto crítico designado como PC4; presenta una longitud de 151,68 metros, una diferencia de cota de 25 siendo su Tiempo de concentración de 1,86 minutos.

Para el primer punto crítico designado como PC5; presenta una longitud de 184,99 metros, una diferencia de cota de 15 siendo su Tiempo de concentración de 2,85 minutos.

5.2 Establecer un censo de la población ubicada en La Luchita I

El censo mostrado en la figura 5.5, facilitado por el Consejo Comunal Nueva Esperanza del sector La Luchita, parroquia Sabanita, Municipio Heres del Estado Bolívar, desglosa su población por sexo y edad, la cual está distribuida en 190

familias que a su vez se resume en 170 viviendas que constituirán la población de estudio.

De la cual la muestra a estudiar serán 34 viviendas que forman aproximadamente el 20% del universo a estudiar, siendo estas las viviendas más afectadas por la cárcava; este censo también especifica generalmente el tipo de vivienda típica de la zona siendo la vivienda de bloque con techo de zinc la más común; por lo que la vivienda modelo de estudio que formará parte de la muestra será aquella más representativa de la población que cumple con la siguientes características:

- Vivienda de bloque con techo de zinc adyacente a la cárcava, con 65m² de dimensión promedio, distribuidos en: 1 cuarto, cocina y una sala-comedor. (Figura 5.5).



Gobierno Bolivariano de Venezuela



PADES
MINISTERIO DEL PODER POPULAR
PARA LA PARTICIPACION
POPULAR Y DESARROLLO SOCIAL



FUNDACOMUN
FORJANDO COMUNIDADES SOBERANAS

RESUMEN DE CENSO POBLACIONAL

Consejo Comunal: Nueva Esperanza

Sector: La Luchita

Parroquia: Sabanilla

Municipio: Heres

Estado: Bolívar

Fecha 22 / 01 / 12 /

	Masculino	Femenino
DE (0 a 6) años	20	31
DE (7 a 14) años	30	80
DE (15 a 20) años	65	72
DE (21 a 40) años	70	80
DE (41 a 50) años	45	58
DE 60 años en adelante	10	7
Total de habitantes	588	
Total de familias	190	

Resumen de Servicios Básicos

N° de casas con acceso a electricidad y aguas blancas	165
N° de casas sin acceso a electricidad y aguas blancas	5

Resumen de viviendas

N° de ranchos	20
N° de casas de bloques con techo de zinc	125
N° de casas de bloques con techo de platabanda	5
N° de casas en construcción	20
Total de viviendas	170

2006, Año Bicentenario del Juramento del Generalísimo Francisco de Miranda y de la Participación Protagonista y del Poder Popular.



Venezuela
AHORA ES DE TODOS

Figura 5.5 Resumen del censo poblacional del sector la Luchita.

5.3 Caracterizar la infraestructura de vialidad y servicios existentes en el sector de estudio

5.3.1 Caracterización de la vialidad

El sector en estudio está comprendido por dos calles principales, ambas siguen la tendencia de dirección E-W, dimensiones longitudinales aproximadamente de 915,73 metros la primera hacia el Norte, siguiéndole la de menor longitud con 743,37 metros aproximados, las cuales se clasifican como vialidad terciaria, modalidad zona rural, con especificaciones de carreteras revestidas o camino de terracería para conexión municipal, velocidad entre los 10 y 40 km/h con TPDA menor a 100 vehículos, clasificadas por la SCT como tipo E.

Las dimensiones que presentan las vialidades ubicadas en el sector de estudio se encuentran reflejadas en la figura 5.6.

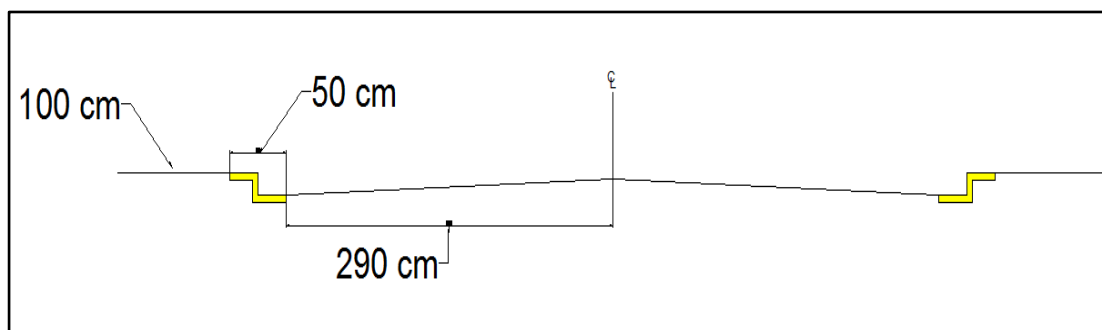


Figura 5.6 Dimensiones de la vialidad del sector en estudio.

En algunos sitios puntuales la vialidad está siendo afectada de un modo crítico por el avance de la cárcava, llegando a deteriorar las principales vías del sector de estudio, algunas partes de las aceras se encuentran completamente destruidas. (Figura 5.7).



Figura 5.7 Destrucción de la acera del sector de estudio.

5.3.2 Caracterización de servicios básicos

Los servicios que se consideraron para llevar a cabo el presente estudio, son los más básicos estos serían; electricidad, aguas blancas y aguas negras.

El sector en estudio posee sistema de alumbrado público, pero sin conexión particular por vivienda, es decir no poseen medidores o cajetines reguladores de luz eléctrica, ninguna de las viviendas estudiadas como muestra, para cubrir esta carencia se observa manufactura casera la cual traslada puntos de luz informalmente directo a cada vivienda.

La zona no posee una red de aguas blancas propia, por lo que se abastecen de la toma de agua más cercana de manera informal, limitando la capacidad de abastecimiento y el caudal de la toma para los sectores aledaños, esto se describe de manera más detallada en la tabla 5.2.

La zona de estudio no posee ningún sistema cloacal o alguna canalización planificada para las aguas blancas o servidas, en este sentido las cárcavas se usan como medios de drenajes ocasionando la aceleración de la erosión. (Figura 5.8).

Tabla 5.2 Descripción de viviendas.

Descripción	Número de viviendas
Población de estudio	170
Muestra de estudio	34
Viviendas con paredes de bloques	34
Viviendas con techo de zinc	34
Viviendas con acceso a tomas informales de agua	34
Viviendas con medidores de agua	0
Viviendas con acceso a tomas informales de electricidad	34
Viviendas con reguladores eléctricos	0
Viviendas con pozo séptico	29
Viviendas con otros tipos de vertederos	5
Viviendas con servicio de aseo urbano	0
Viviendas que arrojan sus desechos a la cárcava	34



Figura 5.8 Alumbrado público y vialidad de la Luchita.

5.4 Identificar las amenazas que representan las cárcavas para la población

Las cárcavas en si representan amenazas para las zonas habitadas que se encuentran en la dirección del socavamiento del terreno; es decir la zona hacia la cual crece la cárcava, ya que toda bienhechuría ubicada en este sentido será propensa a colapsar.

En conocimiento de esto, se han evaluado puntos críticos, tomados en cuenta por el acercamiento que presenta la dirección del socavamiento hacia la vialidad y la pendiente de los surcos formados por el constante paso de aguas y poca presencia vegetal. (Figura 5.9).

Aunque toda la población de la Luchita presenta riesgo por el acercamiento a las cárcavas, el estudio tomará un énfasis en 34 viviendas ubicadas en los perímetros de los puntos críticos establecidos, estos se designaran como PC.

PC1; presenta una dirección de socavamiento Suroeste, desplazándose directamente a la vialidad y una pendiente de 40° , afectando directamente a cinco viviendas.

PC2; presenta una dirección de socavamiento Suroeste, desplazándose directamente a la vialidad y una pendiente de 45° , este punto crítico afecta cinco viviendas.

PC3; presenta una dirección de socavamiento Sur, desplazándose directamente a la vialidad y una pendiente de 30° , afectando a doce viviendas.

PC4; presenta una dirección de socavamiento Sureste, desplazándose directamente a la vialidad y una pendiente de 35° aproximadamente, esta alcanza afectar a cuatro viviendas, que se ubican dentro de las pendientes de la cárcava como se logra observar en la figura 5.9.

PC5; presenta una dirección de socavamiento Sureste, desplazándose directamente a la vialidad y una pendiente de 39° aproximadamente logrando afectar a ocho viviendas. (Anexo 3).

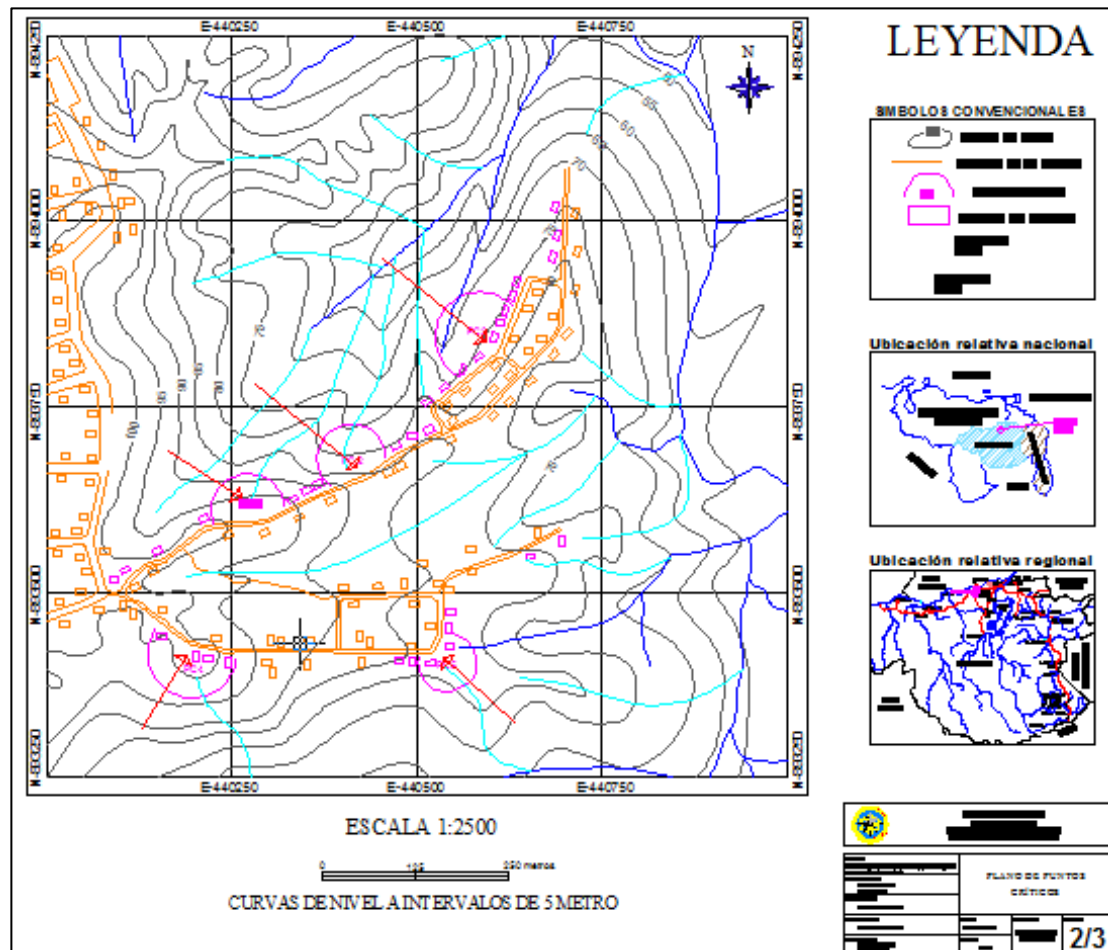


Figura 5.9 Puntos críticos.

De tal manera que la inestabilidad del terreno hace que los habitantes de este sector estén sujetos a las siguientes amenazas y peligros:

1. Colapso de bienhechurías levantadas en las adyacencias a la cárcava.

Es evidente que la relación entre peligrosidad y cercanía con respecto a la cárcava se pone de manifiesto a medida que se sigue erosionando el suelo como lo observamos en la siguiente figura 5.10



Figura 5.10 Viviendas afectadas por la cárcava.

2. Deslaves de terreno perteneciente al área habitada o dentro de los linderos de las propiedades.

Debido al avance inminente que ha presentado la cárcava en el sector de la Luchita, esta se ha ubicado muy cerca o dentro de los perímetros ya habitados, teniendo como promedio de 7-9 metros la relación desde la parte posterior de cualquier vivienda hasta la cárcava. (Figura 5.11).



Figura 5.11 Cárcava dentro del perímetro de las viviendas.

3. Impedimento de la correcta instalación de servicios básicos (aguas negras, aguas blancas, energía eléctrica).

Debido a la inestabilidad del suelo efectuar la instalación de servicios básicos a las empresas competentes de brindarlos, no les es factible la instalación de los mismos en el área.

4. Colapso de la vialidad interna del sector.

Las vías principales del sector se han visto afectadas teniendo como resultados la completa destrucción de aceras, brocales y la afectación de las calzadas.

5. Dificultad de acceso al sector

El sector en estudio posee una sola vía de entrada y salida, está ubicada en la finalización de la calle principal de La Lucha (Urbanismos más cercano), ya que a sus alrededores solo encontramos las cárcavas. (Figura 5.12).

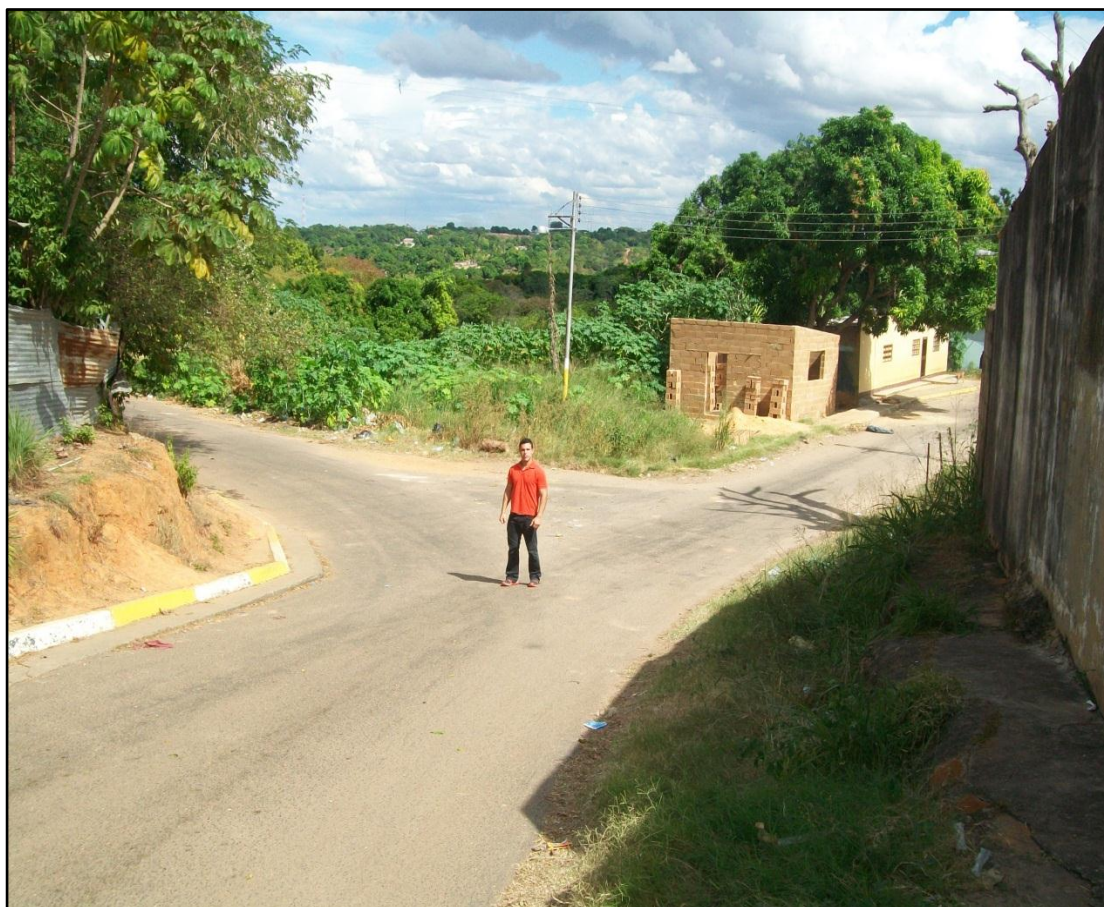


Figura 5.12 Entrada al sector de estudio.

6. Facilidades para el incremento de la delincuencia.

En el desarrollo de esta investigación se observaron las diversas variantes que presenta el sector, entre las más importantes hay que considerar el propenso incremento de la delincuencia esto debido al único medio de acceso que comprende el sector, también por las terminaciones de sus calles que culminan cuando comienza la cárcava y así se genera la posibilidad del acto delictivo.

5.5 Analizar la factibilidad de completar las redes de servicio requeridas por el sector para su consolidación

En las viviendas de muestra, objeto de estudio se observó que aunque tienen accesos a los servicios más fundamentales (energía eléctrica, aguas blancas), estos servicios tienen un status completamente informal y sin un control establecido, ya que las tomas de luz son de manufactura casera al igual que la del agua; por otro lado las aguas servidas generadas en este sector, al no contar con sistema de cloacas, son vertidas directamente a la cárcava ayudando así, a mantener vivo el ciclo erosivo de la misma.

Para la correcta instalación de las redes de servicios básicos en este sector es necesario:

1. Realizar un proyecto de redes de aguas servidas con adecuamiento para cada vivienda y con capacidad solo para las viviendas existentes, ya que la zona no es apta para el crecimiento del desarrollo urbanístico.

Según el Ministerio de Infraestructura (MINFRA), en su estudio sobre las redes cloacales de Ciudad Bolívar-Soledad, plantean gráficamente a una escala 1:25000, que la red de colectores más cercana de la cual se podría dar una continuación u

extensión a verter las aguas servidas del sector de estudio, se ubica; hacia su parte W el urbanismo “Morales Bello”, distando del sector en estudio con 765,30 metros, y hacia la zona E se encuentra la Urbanización “Angosturita” a una distancia promedio de 510,20 metros, aunque esta última se encuentre relativamente cercana, está entre ambos sectores la cuenca alta del río San Rafael, y con él, un sistema de cárcavas activas, lo que hace poco factible la ubicación de tuberías de desagües.

Para brindarle el servicio de aguas servidas o colectores, a La Luchita, se deberá realizar la instalación de tuberías, que recorrerían desde el sector de estudio hasta el urbanismo “Andrés Bello”, con un total de 1025,30 metros, al punto de descarga más cercano. El urbanismo más cercano es La Lucha pero este sector se presenta en la misma condiciones de La Luchita, no poseen redes cloacales.

2. Realizar un proyecto de instalaciones de tomas eléctricas por vivienda.

La vialidad del sector de estudio posee alumbrado público, cada casa mantiene un promedio de 4-5 metros de distancia de aceras, donde se ubican los puntos de luz, ellos entre sí, mantienen distancias de 50 metros.

Para llevar a cabo la instalación electricidad, cubriendo las necesidades básicas de la casa modelo (2 cuarto, 1 cocina y 1 baño), necesitaría el respectivo cableado para lograr trasladar la energía desde el poster más cercano a la vivienda entre 25-12 metros, en relación de la lejanía del alumbrado público a las viviendas, así como la instalación de tableros reguladores los que advertirán al dueño o responsable familiar del consumo mensual a ser cancelado a los respectivos entes.

3. Realizar un proyecto de redes de aguas blancas para abastecer las viviendas existentes.

Para realizar las instalaciones de las tuberías que surtirán de aguas blancas cada vivienda del sector La Luchita, se debe tomar en cuenta la toma de agua más cercana, ubicada en La Lucha, el proyecto plantearía surtir de agua a las 170 viviendas censadas.

La cantidad de agua que abastece a La Lucha, está capacitada solo para atender a este sector, para que el servicio prestado sea óptimo es necesario reevaluar el caudal y los volúmenes de agua necesario para los consumidores pertenecientes a los dos sectores.

4. Realizar reacondicionamiento de la vialidad interna adaptando puntos de desagües y plantear obras secundarias necesarias para estabilizar los taludes adyacentes a ella.

Lo más afectado por las cárcavas en el sector, son las aceras y brocales, en algunas zonas se logra observar la deformación y deterioro de la calzada, esto se suma a la presencia de estancamientos de aguas de lluvia por la falta de desagües en las vías.

Los puntos de desagües se deberían colocar en las zonas bajas o con menor altitud de la vialidad, aprovechando las pendientes, con un desnivel de 25 metros desde la entrada del sector (zona alta) hasta las terminaciones de ambas calles (zona baja), el sistema de drenaje el cual se conformará de una red de canales que recogerá y conducirá las aguas fuera del área a ser drenada al colector más cercano, a través, de un sistema de bombeo, impidiendo al mismo tiempo la entrada de las aguas externas.

Luego de visitas al sitio de estudio se designaron 5 puntos críticos, es decir, zonas de alto riesgo tomando en cuenta; las pendientes, lo cercana a la viviendas o vialidad y por último las deformaciones ya ocasionadas

Para poder presentar un plan de contención a las cárcavas en los puntos más críticos, debemos tener en cuenta que el factor más influyente para su formación y contundente avance, es el agua. A demás de las aguas de escorrentía que erosionan la cárcava, estas funcionan como sistema de desagües para las viviendas del sector La Luchita, lo que genera una mayor actividad erosiva haciendo la zona mucho más riesgosa.

El deterioro del suelo se encuentra en un estado muy avanzado, que ha sido afectado por aguas superficiales, al caso de haber logrado ubicarse en las adyacencias de las principales vías, entre las técnicas de contención a implementar en el terreno podemos nombrar;

Muros de contención de gaviones; consiste en piedra confinada en una malla, esta técnica es aplicable, cuando, las aguas superficiales y sub-superficiales son los agentes que ocasionan los surcos, se debe tomar en cuenta el tipo de sedimento que en este caso es compuesto por arenas y limos mal compactados. Para llevar a cabo la contención de la cárcava, a partir de gaviones se debe agregar relleno hasta reducir la pendiente, seria técnicamente factible pero económicamente no porque los puntos críticos se encuentran en sitios de difícil acceso y requeriría grandes cantidades de relleno.

Cubierta vegetal; esta técnica se desarrolla con el uso de la flora, para suelos afectados por aguas superficiales, entre las especies más utilizadas son Zacate Vetiver, Izote o Graminea, se realiza un mallado donde se plantará la especie a

utilizar, la cual con el crecimiento de sus raíces será un agente de contención, logrando la estabilización del talud.

Ya que el origen del socavamiento en la zona se debe a la afectación de aguas superficiales y aguas sub-superficiales, no se pueden aplicar métodos de contención a estas cárcavas, debido que no se asegura su eficacia o probabilidad de durabilidad, por su avance y deterioro.

5.6 Analizar la relación costo-riesgo-beneficio de las soluciones analizadas para la consolidación de los servicios en La Luchita I

5.6.1 Costo

Para analizar el costo se presentaron dos estudios de cómputos métricos, uno para las obras necesarias para la consolidación de los servicios por vivienda y el otro estudio para el reacondicionamiento de la vialidad interna.

Para la recuperación de la vialidad se desglosan actividades específicas con sus montos por unidad, las cuales se encuentran vigente al presente mes.

Para el acondicionamiento de los servicios básicos de la vivienda (1) promedio del sector de estudio, se refleja un total de 27.975,49 Bolívars, esto abarcaría la electricidad, aguas blancas y aguas negras o servidas así como la limpieza final de la obra, para llevar a cabo el proyecto se debe realizar la adecuación para las 170 viviendas ubicadas en el sector estudio, teniendo como monto final 4.755.833,30 Bolívars.

Los presupuestos realizados fueron para el acondicionamiento de los servicios básicos para cada vivienda del sector Luchita así como también para la remodelación de sus vialidades, teniendo un costo para el desarrollo de 17.026,20 Bolívars.

5.6.2 Beneficio

Cuando se presentan proyectos destinados a la elevación de la calidad de vida de los habitantes de un sector, se contemplan las necesidades básicas de las que carecen y que son necesarias para su subsistencia.

Por lo tanto la consolidación de estos servicios significaría solo dignificar la convivencia en el sector pero no aseguraría ni el desarrollo de la comunidad ni la sustentabilidad de la vida en el mismo.

El beneficio generado por las soluciones planteadas para esta zona, se verá confinado por la situación de erosión del suelo en una cárcava que cada día le gana territorio al área donde hacen vida sus habitantes.

5.6.3 Riesgo

Ejecutar obras en zonas o sobre suelos que carecen de capacidad de resistencia hidráulica, sería absurdo debido a la latente posibilidad del colapso tanto de las obras como del suelo donde se levantaron.

Anteriormente se establecieron cinco puntos críticos los cuales desglosaremos a continuación estableciendo los riesgos que representan cada uno de ellos:

Punto Crítico 1

- Debido a la pendiente pronunciada y a la cercanía a la vialidad existe el riesgo de derrumbe.
- La cárcava le ha ganado terreno a dichas viviendas en dos de ellas ya está al límite de la edificación.

Punto Critico 2

- Riesgos de caída para los transeúntes del sector ya que los linderos de la cárcava colindan con las vías de acceso.
- Debido a los botes de basura constantes en la cárcava se generan malos olores lo que puede ocasionar enfermedades en adultos y niños.

Punto Critico 3

- Existe incapacidad de resistir eventos naturales como lluvias incesantes o sismos, lo que desencadenaría en pérdidas materiales y familias damnificadas.

Punto Critico 4

- En este punto específico cuatro familias cuyas propiedades colindan sucesivamente cada día pierden terreno con respecto a la cárcava, y han utilizado la misma como vertedero de sus aguas residuales; lo que a su vez acelera el proceso erosivo allí presente.

Punto Critico 5

- El crecimiento de la cárcava en este punto ha significado que ocho familias se encuentren en riesgo de quedar aisladas ya que la cárcava de continuar su crecimiento atravesaría la única vía de acceso existente.

Cabe destacar que si ya es peligroso vivir a borde de una cárcava activa, generarle más cargas a esta superficie, incrementa el riesgo de deslaves y de perder la inversión realizada.

Mejorar bienhechurías en territorios riesgosos es una actividad poco inteligente y definitivamente no factible.

La relación de estos tres aspectos se presenta en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 relación Costo-Riesgo-Beneficio de las soluciones propuestas.

Solución	Beneficio	Riesgo	Costos aproximados en Bsf.
Redes de drenaje	– Evitar uso de pozo séptico. – Higiene. – Durabilidad del asfaltado.	– Deterioro del suelo por la instalación de las tuberías.	Consolidación de servicios 4.755.833,30
Electricidad	– Servicio optimo. – Uso de electrodomésticos.	NO APLICA.	
Aguas blancas	– Puntos de agua directo, en sitios requeridos.	– Deterioro del suelo por la instalación de las tuberías.	
Vialidad	– Beneficio para los vehículos que circulan por esa vía – Circulación de rutas urbanas.	Perdida de la inversión debido al avance de la cárcava en dirección a la vialidad.	Movimiento de tierra 312,4 x m³ Obras de Drenaje 2989,20 x ml Obras de concreto 8163,0 x m³ Base granular y carpeta asfáltica 873,25 x m³ Escarificación e Imprimación 118,5 m²

Contención de cárcava	– Para el avance de la cárcava. – Resguardar la seguridad de la población. – Mantener en buenas condiciones las obras civiles.	– Método de Gaviones: derrumbe del terreno por carga. – Método cubierta vegetal: no es económicamente factible.	NO APLICA
-----------------------	--	--	-----------

Las soluciones planteadas tienen un margen de factibilidad bastante amplio, es decir se pueden aplicar, pero debido al avance de la cárcava hasta ahora, la estabilización de la misma no es factible económicamente, ya que significa una inversión sumamente elevada y sometida a riesgos importantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El problema principal del sector Luchita, es que se encuentra rodeado por un sistema de cárcavas que ponen en riesgo numerosas familias que habitan allí.

A partir del mapa topográfico se logró observar los rasgos físicos que caracterizan al terreno, desde la entrada con una altura de 100 msnm hasta las terminaciones de las calles con alturas de 75 msnm, teniendo así un desnivel de 25 metros en promedio con dirección E-W.

Luego de los análisis efectuados por nuestros compañeros Mujica Wilfredo y Silveira Emili a las nueve muestras se concluyó que el suelo está conformado por arenas mal gradadas, con poco o nada de limos, arenas arcillosas y arenas limosas.

La hidrología del sector la Luchita, es definida por el caudal del río San Rafael ubicándose el sector en estudio en la naciente de dicho río, en la zona de cuenca alta se pueden observar pendientes pronunciadas con un tiempo de concentración mínimo de 1,86 minutos.

Según el censo el resumen poblacional del sector en estudio consta de 170 viviendas, siendo la casa más común la que está conformada por paredes de bloques y techo de zinc, y posee 65 mts² en promedio.

La caracterización geotécnica, de la zona más crítica observada en el sector en estudio, concluyó que es un suelo poco compactado conformado de arenas y limos mal gradados.

La dotación de aguas blancas para las viviendas del sector de la Luchita se genera de manera informal a través del sector más cercano (La Lucha), de igual manera para acceder al uso de electricidad es por medio de líneas de luz no permitidas con conexión al alumbrado público del sector, Las aguas servidas son vertidas al interior de la cárcava lo que ayuda a mantener activo el ciclo erosivo allí presente

Completar y ejecutar los proyectos planteados según el estudio realizado significaría un costo de 27.975,49 Bolívars por cada vivienda para completar las redes de servicios requeridas en el sector y un costo de 17.026,20 Bolívars para el reacondicionamiento de la vialidad.

Recomendaciones

Es de suma importancia monitorear de manera formal el crecimiento y comportamiento de esta cárcava de manera que se puedan prever y controlar los posibles riesgos a tiempo.

Se deben formalizar el servicio con las debidas instalaciones de redes y tomas de luz, y evitar utilizar la cárcava como vertedero de aguas negras y así dejar de contribuir con el ciclo erosivo que allí se gesta.

El consejo comunal “Nueva Esperanza”, debe efectuar un censo a detalle de las condiciones de cada vivienda el cual aporte datos de los servicios básicos, también especificar el número de urbanismos ubicados en las adyacencias de la cárcava.

Efectuar planes de reubicación y desalojo de los habitantes de la zona en objeto de estudio, dándoles prioridad a aquellos residenciados en el borde de las cárcavas, ya que éstas tienen mayor riesgo de colapsar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balestrini, M. (1998), **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**: Editorial Panapo.

Bustamante A., (2002). **“ESTADISTICA APLICADA A LA GERENCIA”**. Pp 35.

Corporación Venezolana de Guayana. TECMIN (Técnica Minera C.A.). **INFORME DE AVANCES NC-20-15, CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. (1994). Tomo I y II. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los recursos Naturales de la Región de Guayana. Bolívar, Venezuela. pp 65-77.

Dal-Re R. y Ayuga F. (2003), **PEQUEÑOS EMBALSES DE USO AGRICOLA**. Mundi-prens. España, Madrid. 23-58Pp.

Hernández, R. (1996). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. Buenos Aires: Mc Graw Hill Internacional.

Jesús Á. y Rosamary A.(2004), en su trabajo de grado titulado: **“ESTUDIO GEOLÓGICO DEL SISTEMA DE CÁRCAVAS UBICADO EN EL SECTOR SANTA EDUVIGES DE CIUDAD BOLÍVAR Y PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN”**. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar Estado Bolívar.

INSTITUTO NACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA. (2011). Colombia. Pp 33-36.

Karla Ruiz y Hans Holmquist, (2010): **“PROPUESTA DE SISTEMA DE CONTROL DE EROSIÓN EN LA DESCARGA DE ALCANTARILLA UBICADA EN EL SECTOR MI CAMPITO DE LA URBANIZACIÓN EL PERÚ, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Pp 35-67.

Mendoza, S. Vicente (2.000), **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**, Ciudad Bolívar: Univ. De Oriente, Esc. de Cs. de la Tierra y Minera Hecla Venezuela, C.A, pp. 34-48.

Mujica W. y Silveira E. (2011). **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LAS CARCAVAS DEL SECTOR LUCHITA 2 CALLEJÓN LA ESPERANZA TRAMO I a E-W, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”**. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Pp 56-60.

Pérez, V. (1998) **MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES**. Editorial Trillas. Mexico (1998). pp 11.

Sabino, C. (1994). **¿CÓMO HACER UNA TESIS?** Editorial Panapo, Caracas, Venezuela, p 30.

Santiago, J.E. (2004) **ESCORRENTÍA Y EROSIÓN DEL SUELO**. (28 de Noviembre 2009). [<http://www.monografias.com/trabajos17/carcavas/carcavas.shtml>].

Santiago, J.E. (1990) **GENERALIDADES DE LAS CARCAVAS**. CVG-TÉCNICA MINERA. Ciudad Bolívar, estado Bolívar.

Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, FAV, (2007). **INFORME DE METEOROLOGÍA 1994–2007**. Aeropuerto de Ciudad Bolívar. Estado Bolívar.

Tamayo, T (2003). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**. Mexico: Editorial Limusa. (p. 99).

APÉNDICE A

Casa Modelo de estudio



Figura A.1 Casa promedio del sector en estudio.

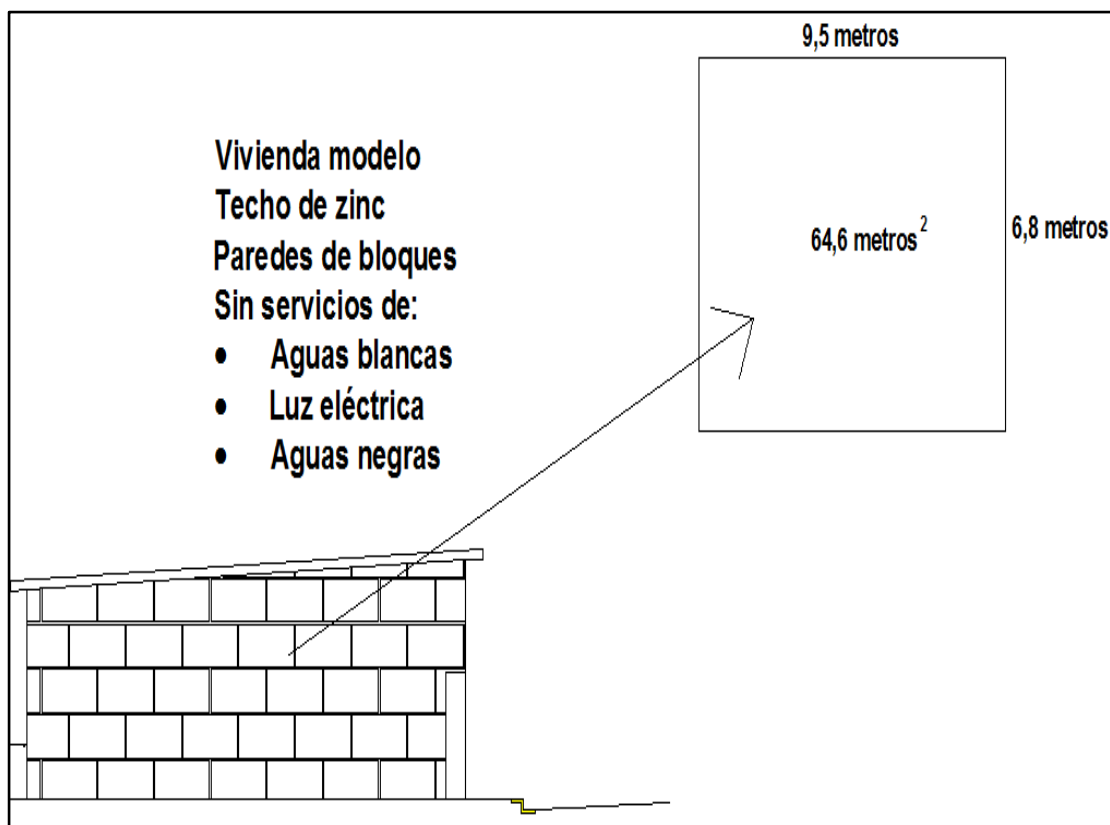


Figura A.2 Dimensiones de la casa promedio.

APÉNDICE B

Descripción de cálculos métricos

Tabla B.1 Cálculos métricos para la vialidad.

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
	MOVIMIENTO DE TIERRA		
1	Excavación a máquina de cualquier tipo de material, con empleo de tractores y equipo cargador, incluye carga, transporte hasta una distancia de 200 metros y disposición del material proveniente de las excavaciones en los sitios designados	m ³	84,40
2	Construcción de relleno con material de préstamo para alcantarillado. Incluye suministro de material.	m ³	228,00
	VIALIDAD		
3	Escarificación y carga de carpeta Asfáltica, mediante el uso de maquina perfiladora de asfalto para profundidades comprendidas entre 5 cms y 10 cms	m ²	86,30
4	Construcción de bases con material granular (para bacheos). Incluye suministro de material.	m ³	211,15
5	Transporte de material granular. Hasta una distancia de 65 km.	m ³ xkm	6,00
6	Suministro, transporte y aplicación de riego de adherencia empleando material asfáltico tipo RC-250.	m ²	28,40
7	Construcción de Pavimento asfáltico en caliente tipo (BAC I). Incluye suministro de material.	t	488,35
8	Transporte no urbano en camiones, de pavimentos asfálticos en caliente tipo BAC-1 y concreto asfáltico tipo M12, a distancias hasta 45 km.	txkm	3,80
9	Bacheo de sub bases y de bases con Pavimento Asfáltico.	m ³	446,00
10	Compactación de rellenos con apisonadores de percusión correspondientes a la preparación del sitio. Incluye suministro del material de préstamo	m ³	210,10
	OBRAS DE DRENAJE		
11	Suministro y colocación de alcantarilla de concreto con tubería de diámetro 48".	m	2989,20
	OBRAS DE CONCRETO		
12	Construcción de elementos de concreto tipo aceras y brocales. Incluye concreto f'c=210 kgf/cm ² , excavación, encofrado, relleno de juntas, y rellenos perimetrales compactados.	m ³	4081,50
13	Construcción de elementos de concreto tipo canales, bateas y cunetas. Incluye concreto f'c=210 kgf/cm ² , excavación, encofrado, relleno de juntas, acero de refuerzo y rellenos perimetrales compactados	m ³	4081,50
14	Construcción de cabezales de concreto para alcantarillas. Incluye concreto 210 kgf/cm ² , excavación y encofrado.	m ³	4081,50
	TOTAL		17.026,20

Fuente: Maprex versión 2.x, base de datos Julio 2012, software desarrollado por Ingeniería Laing C.A.

Tabla B.2 Cómputos métricos de servicios por vivienda

PRESUPUESTO					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	E-511.111.019 I.E TUBERIA PLASTICA RIGIDA LIVIANA, PVC, EMBUTIDA. DIAMETRO 3/4 PLG (19 MM)	ML	132,00	43,93	5.798,76
2	E-521.222.023 I.E CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, TW, CALIBRE 12 AWG (2.32 MM).	ML	400,00	6,94	2.776,00
3	E-531.110.510 I.E CAJETINES METALICOS, SALIDA 1/2 plg, PROFUNDIDAD 1 1/2 plg, RECTANGULARES 2 X 4 plg (5.1 X 10.2 cm).	PZA	9,00	56,10	504,90
4	E-541.121.105 I.E INTERRUPTORES (SWITCHES) COMBINABLES DOBLES, CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TORNILLOS, 5 A.	PZA	2,00	54,48	108,96
5	E-541.211.102 I.E INTERRUPTORES (SWITCHES) COMBINABLES SIMPLES, CON TAPA DE PLASTICO, PUENTE Y TORNILLOS, 2.5 A.	PZA	3,00	57,68	173,04
6	E-542.221.120 I.E TOMACORRIENTES CON TAPA PLASTICA, PUENTE Y TORNILLOS. DOBLE, UNA (1) FASES, 20 A.	PZA	5,00	83,41	417,05
7	E-S/C SUMINISTRO Y COLOCACION DE SOCATE DE PORCELANA. INCLUYE BOMBILLO INCANDESCENTE DE 60 WATIOS.		6,00	137,96	827,76
8	E-551.110.412 I.E TABLERO METALICO CONVERTIBLE, EMBUTIBLE, CON PUERTA, 1 FASE + NEUTRO, 4 CIRCUITOS, BARRAS DE 125 A. NO INCLUYE BREAKER.	PZA	1,00	566,09	566,09
9	E-561.110.020 I.E INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, (BREAKER) CON ENCHUFE, 1 POLO, 10 KA ICC, 120/240V, CAP. 20 A		1,00	201,79	201,79
10	E-611.111.019 TUBERIA AGUAS CLARAS, DE PVC 3/4" (19mm), 150 psi AMBIENTE EXTERIOR AL RECINTO SANITARIO, INCLUYE CONEXIONES.		24,00	67,83	1.627,92
11	E-612.181.102 TUBERIA AGUAS RESIDUALES, PVC D= 4" (102 mm). E= 3.2 mm AMBIENTE EXTERIOR AL RECINTO SANITARIO. INCLUYE CONEXIONES.	ML	8,00	125,15	1001,20
12	E-613.171.051 TUBERIA PARA VENTILACION DE PVC DE 2" EMBUTIDA. INC. CONEXIONES.	ML	24,00	90,04	2.160,96

"Continuación tabla B.2"

13	E-621.021.S/C PUNTOS DE AGUAS CLARAS, DE PVC, E= 3.2 mm. DIAMETRO 1/2" . INCLUYE ACCESORIOS DE PVC.	PTO	3,00	339,77	1.019,31
14	E-621.224.S/C TUBERIA AGUAS RESIDUALES, PVC D= 2" (51 MM). E= 3.2 MM EMBUTIDA, AMBIENTE EXTERIOR AL RECINTO SANITARIO. INC. CONEXIONES.	ML	7,00	128,72	901,04
15	E-621.222.102 PUNTOS DE AGUAS RESIDUALES DE PVC, DIAMETRO 4" (102 MM) E= 3.2 MM AMBIENTE INTERIOR AL RECINTO SANITARIO.	PTO	5,00	534,60	2.673,00
16	E-665.S/C SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE BATEA DE CEMENTO, UNA LLAVE, UNA PONCHERA. INCLUYE GRIFERIA	PZA	1,00	1.246,71	1.246,71
17	E-661.110.111 SUMINISTRO TRANSPORTE E INSTALACION DE LAVAMANOS PARA COLGAR, DE 1 LLAVE, BLANCO O DE COLOR CLARO, DE ANCHO MENOR DE 54CM RECTANGULAR. (INCLUYE GRIFERIA).	PZA	1,00	632,64	632,64
18	S/C CONSTRUCCION DE BROCAL PARA DUCHA	ML	3,00	79,31	237,93
19	E-662.111.111 SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE W.C. DE ASIENTO, DESCARGA AL PISO. BLANCO O CLARO, LINEA ECONOMICA.	PZA	1,00	889,28	889,28
20	E-S/C SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION , JUEGO DE DUCHA DE UNA SOLA LLAVE	PZA	1,00	1.018,96	1018,96
21	E-665.S/C.051 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TAPA DE BRONCE PARA TAPON DE REGISTRO. D=2"	PZA	1,00	288,49	288,49
22	E-666.S/C SUMINISTRO, E INSTALACION DE CENTRO DE PISO CIRCULAR ESTANDAR PLASTICO PARA TUBO DE DESCARGA EMBUTIDO D=2". INC TAPA	PZA	1,00	205,08	205,08
23	E-632.002.019 S/T DE LLAVE DE PASO TIPO ESFERICA O DE BOLA DE ALEACIÓN DE METALES DIAMETRO DE 3/4" (150 PSI)	PZA	1,00	102,01	102,01
24	E-S/C EMBONADO DE VIGAS UTILIZANDO MALLA DE GALLINERO	M2	25,00	47,51	1.187,75

“Continuación tabla B.2”

25	E-S/C S/T/C LLAVE DE ESPIGA D= 1/2"	PZA	1,00	78,49	78,49
26	E-802.305.000 CONCRETO RCC=150 KG/CM2 PARA LA CONSTRUCCION DE TANQUILLAS, CORRESPONDIENTES A OBRAS DE SERVICIO. INC TRANSPORTE DEL CEMENTO Y AGREGADOS HASTA 50 KM. EXCLUYE REFUERZO METALICO Y ENCOFRADO.	M3	0,14	1.037,20	142,62
27	E-S/C EMBOADO DE COLUMNAS UTILIZANDO MALLA DE GALLINERO	M2	25,00	47,51	1.187,75
				TOTAL	27.975,49

Fuente: Maprex versión 2.x, base de datos Julio 2012, software desarrollado por Ingeniería Laing C.A.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

AUTOR 1

AUTOR 2

TUTOR