

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA OFICINA DEPARTAMENTAL DE
GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR**

MARYI MELISSA GUTIERREZ CASTILLO



FUNDACION UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA

INGENIERIA GEOLOGICA

2017

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA OFICINA DEPARTAMENTAL DE
GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR**

MARYI MELISSA GUTIERREZ CASTILLO

ASESOR TEMATICO:

LUIS CARLOS TAPIA VELA

**INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA GEOLOGICA**



FUNDACION UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA

INGENIERIA GEOLOGICA

2017

AGRADECIMIENTOS

El autor de este proyecto gratifica a la oficina Departamental de Gestión del Riesgo de desastre, en particular al coordinador Juan Felipe Bermúdez por la oportunidad de adquirir experiencia y por su apoyo constante.

Al profesional ingeniero sanitario Wilson Subiría de la universidad popular del Cesar (UPC) por el acompañamiento en el transcurso de las actividades en la oficina.

Al profesional geólogo Luis Carlos Tapia Vela docente de la fundación Universitario del área Andina por brindarnos las bases necesarias para la realización del proyecto

A mis compañeros de practica que hicieron cada día más productivo y constructivo.

Y a todos aquellos que contribuyeron en mi formación como profesional

CONTENIDO

LISTAS DE FIGURAS

LISTAS DE FOTOGRAFIAS

LISTAS DE TABLAS

LISTAS DE ILUSTRACIONES

LISTA DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

PRESENTACION DE LA EMPRESA

- 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- 2. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA**
- 3. JUSTIFICACIÓN**
- 4. OBJETIVOS**
 - 4.1 OBJETIVO GENERAL
 - 4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS
- 5. MARCO TEORICO**
 - 5.1 ANTECEDENTES
 - 5.2 TERMINOS BASICOS
- 6. METODOLOGIA**
 - 6.1 FUENTES DE INFORMACIÓN
 - 6.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
 - 6.3 ESQUEMA METODOLOGICO
- 7. CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS EN MASAS**
 - 7.1 CAIDAS
 - 7.2 DESLIZAMIENTOS

- 7.2.1 DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
- 7.2.2 DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL
- 7.3 SEPARACIONES LATERALES
- 7.4 FLUJOS

8. HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

8.1 PRECIPITACIÓN

- 8.1.1 ANALISIS MENSUAL DE PRECIPITACION
- 8.1.2 ANALISIS ANUAL DE PRECIPITACION

9. MARCO GEOLOGICO “SERRANIA DEL PERIJA (SP)”

10. ESTRATIGRAFIA

- 10.1 CALIZAS Y SHALES CRETACICAS INDIFERENCIADAS (Kcsi)
- 10.2 DEPOSITOS COLUVIO-ALUVIALES
- 10.3 DEPÓSITOS DE LLANURA ALUVIAL
- 10.4 CLASIFICACION DE MACIZO ROCOSO
 - 10.4.1 CLASIFICACIÓN DE MACIZO ROCOSO: Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi)
- 10.5 MAPA GEOLOGICO

11. GEOMORFOLOGIA

- 11.1 PENDIENTES
- 11.2 MAPA DE PENDIENTE
- 11.3 PAISAJE DISOLUCIONAL
 - 11.3.1 RELIEVE DISOLUCIONAL
- 11.4 PAISAJE FLUVIAL
 - 11.4.1 VALLECITOS
 - 11.4.2 CONO ALUVIAL
- 11.5 MAPA GEOMORFOLOGICO

12. COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO

12.1 DISEÑO DE PROCESOS DE COBERTURA VEGETAL

12.2 DEFINICIONES DE UNIDADES

12.2.1 BOSQUES

12.2.2 RASTROJOS

12.2.3 PASTOS

12.2.4 URBANO

12.3 MAPA DE COBERTURA SUELO

13. GEOTECNIA

13.1 TOMA DE MUESTRAS

13.2 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

13.3 ENSAYO Y ANALISIS DE RESULTADOS

14. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

14.1 IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS EN EL ANALISIS DE AMENAZA

14.2 PONDERACION DE LOS PARAMETROS

14.3 NIVELES DE AMENAZA

14.4 GENERACION DEL MAPA DE AMENAZA

14.5 MAPA DE AMENAZA

15. LOGROS ALCANZADOS

CRONOGRAMA

LOGROS ALCANZADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

FUENTES DE INFORMACION

ANEXOS

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1: Organigrama de la oficina Departamental para la Gestión del Riesgo. Fuente: Elaborado por el Autor

FIGURA 2: Localización del área de estudio. Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 3: Cuadrángulo del área de estudio. Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4: Esquema metodológico. Fuente Elaborado por el autor.

FIGURA 5: Caída de rocas (Varnes, 1978)

FIGURA 6: Basculamiento de columnas de roca (Cruden & Varnes, 1996)

FIGURA 7: Deslizamiento rotacional (Skinner & Porter, 1992)

FIGURA 8: Deslizamiento translacional de detritos (Skinner & Porter, 1992).

FIGURA 9: A) Separación lateral en roca (Varnes, 1978). B) Separación lateral en suelo (Varnes, 1978).

FIGURA 10: A) Flujo de detritos (Skinner & Porter, 1992). B) Flujo de lodo (Skinner & Porter, 1992)

FIGURA 11: Avalancha de detritos (Skinner & Porter, 1992).

FIGURA 12: Infiltración en el Suelo. Fuente: Biblioteca Virtual UDEP

FIGURA 13: Distribución cronológica de la precipitación Media Anual, estación San José de Oriente. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

FIGURA 14: Distribución cronológica de la precipitación Media Anual, estación Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

LISTAS DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1. Afloramiento Formación Calizas y Shales Cretácicas Indiferenciadas (Kcsi) Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 2. Calizas pertenecientes a unidad de Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi). Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 3. Depósitos Coluvio-aluviales hacia el noroccidente del municipio de Manaure. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 4. Fotografía Panorámica de afloramiento llanura aluvial. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 5. Afloramiento Llanura aluvial presentando variaciones litológicas. Fuente: Tomada por el autor.

FOTOGRAFIA 6. Paisajes Geomorfológicos Parte Noroccidental del municipio de Manaure-Cesar 1) Paisaje Disolucional del área de estudio. 2) Vallecitos del área de estudio. Fuente: Tomada por el autor.

FOTOGRAFIA 7. Cono aluvial de la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 8. Fotografías aéreas interpretadas posteriormente. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 9. Procesos de interpretación de fotografías aéreas. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 10. Cobertura Vegetal de Bosques en la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor.

FOTOGRAFIA 11. Cobertura vegetal de Rastrojos en el área de estudio. Fuente: Foto Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 12. Cobertura Vegetal de Pastos en la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

FOTOGRAFIA 13. Cobertura Vegetal Urbana en la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

LISTAS DE TABLAS

TABLA 1: Informe de Funciones. Fuente: Elaborado por el autor.

TABLA 2: Cumplimiento de los objetivos planteados para la práctica. Fuente: Elaborado por el Autor

TABLA 3: Histograma de precipitación mínima, media y máxima mensual multianual, estación San José de Oriente. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011

TABLA 4: Histograma de precipitación mínima, media y máxima mensual multianual, estación Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

TABLA 5: Número de días de Lluvias Estación San José de Oriente y Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

TABLA 6: Clasificación de macizo rocoso “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” (Calizas). Fuente: Elaborada por el autor

TABLA 7: Descripción de pendientes; tomada del proyecto ELABORACION DEL MAPA DE RIESGO POR EVENTOS GEOTECNICOS EN LA PARTE MEDIA DE LA CUENCA DE LA CORRIENTE HIDROGRAFICA DEL RIO GUATAPURI 2010.

TABLA 8: Tabla de clasificación de suelo por medio del método de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el método del sistema unificado de clasificación. Fuente: Elaborado por el autor

TABLA 9: Cronograma de actividades. Fuente: Elaborado por el autor

TABLA 10: Porcentaje de cumplimiento de los objetivos alcanzados. Fuente: Elaborado por el autor

LISTAS DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACION 1: Mapa geológico de la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 2. Mapa de Pendiente de la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 3. Mapa Geomorfológico de la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 4. Mapa de Bosques en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 5. Mapa de Rastrojos en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 6. Mapa de Pastos en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 7. Mapa Urbano en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 8. Mapa de Cobertura y uso suelo en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 9. Mapa de Amenazas por movimientos en Masa a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

ILUSTRACION 10. Mapa de análisis de los procesos de remoción en masa en el Noroccidente del municipio de Manaure- Cesar a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ensayos de laboratorio “Granulometría”.

Anexo 2: Ensayos de laboratorio “Límites de Atterberg”.

Anexo 3: Mapa Geológico

Anexo 4: Mapa Geomorfológico

Anexo 5: Mapa de Pendiente

Anexo 6: Mapa de Cobertura de suelo

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestra sociedad los efectos de los desastres provocados por los fenómenos naturales, dan la necesidad de generar diferentes estrategias en Gestión del riesgo desde el enfoque del desarrollo humano, debido a que los impactos causados afectan a muchos sectores caracterizados por niveles de pobreza y de amenaza. Teniendo en cuenta esta perspectiva es fundamental trabajar de la mano con entidades públicas y privadas como lo es la oficina Departamental De Gestión del Riesgo de desastre encargada del proceso social de planeación, seguimiento, ejecución y evaluación de las políticas y acciones para el conocimiento del riesgo y conciencia del mismo, impedir que se presente, controlarlo cuando está ocurriendo y manejar las situaciones antes posibles desastres. Continuando con el compromiso como parte de ella durante la realización de este proyecto, se busca ampliar mucho más los conocimientos para la identificación, manejo y reducción de amenazas, aumentando la capacidad de respuesta y disminuyendo la amenaza de la población; proporcionándoles el mapa de Zonificación de amenazas por procesos de remoción en masa en la parte Noroccidental del municipio de Manaure- Cesar, teniendo en cuenta los requisitos establecidos en la Ley 1523 del año 2012 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo.

En este proyecto de investigación se pretenden mostrar como resultado de la información suministrada por fuentes primarias; la realización del mapa de amenazas por procesos de remoción en masa en el Noroccidente del municipio de Manaure-Cesar utilizando nuevas herramientas actuales tales como software, aspectos importantes como recopilación de información secundaria para su posterior análisis, descripciones físicas y de fenómenos de tipo geológico, factores hidrogeológicos entre otros, que contribuyen en el conocimiento de cómo se presentan y como afectan el área de estudio; otros aspectos importantes son los análisis de porcentajes de pendientes descritas en la geomorfología y los porcentajes de amenaza de la zona. Todo esto con el fin de brindar la información necesaria para posibles investigaciones y aportar ideas a las comunidades y por ende a la sociedad. Este proyecto se desarrolló a lo largo del segundo semestre del año 2016 y principios del primer semestre del año 2017.

PRESENTACION DE LA EMPRESA

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

En 1989 con el decreto 919, inició la oficina de atención de desastres en el departamento del Cesar, la cual ha contado con la jefatura de seis funcionarios diferentes, hasta la actualidad. A partir de la Ley 1523 de 2012, pasa a ser la **OFICINA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**, con sede única en el segundo piso del CRUE, en el Barrio las Delicias, la cual actualmente se encuentra bajo la dirección de la señora María José Páez Díaz.

ASPECTOS ESTRATEGICOS

La Oficina Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres no cuenta con una misión y visión específicas, pero tiene claras sus funciones y objetivos a cumplir, especificados en la Ley 1523 de 2012

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La oficina Departamental de Gestión del Riesgo actualmente está compuesta por un grupo de profesionales y técnicos, estos están organizados con bases a los tres procesos que componen la Gestión del Riesgo (Conocimiento, reducción y manejo). Actualmente la oficina se encuentra a cargo de la señora María José Páez Díaz.

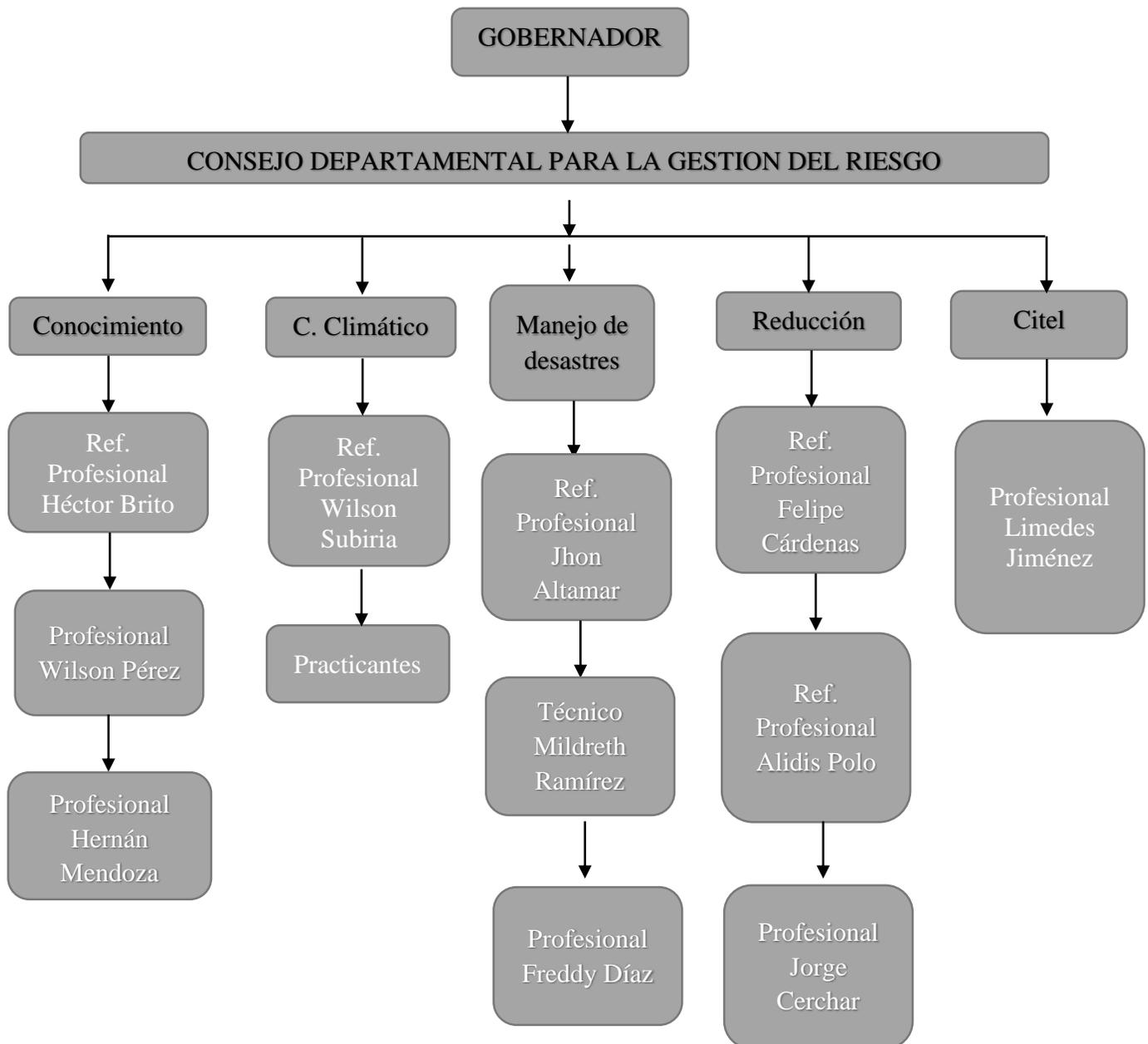


FIGURA 1: Organigrama de la oficina Departamental para la Gestión del Riesgo. Fuente: Elaborado por el Autor

PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

La Oficina Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (ODGRD) se encarga de la articulación del proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entendiéndose: rehabilitación y reconstrucción. Lo anterior integra la destreza de diferentes áreas profesionales y técnicas del conocimiento que permiten el cumplimiento cabal de las funciones dispuestas por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Las funciones de la Oficina Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (ODGRD) se llevan a cabo por medio de tres procesos:

- 1. Proceso de conocimiento de riesgo:** Se identifican, evalúan y analizan las condiciones de riesgo a través de sus principales factores (amenaza, elementos expuestos vulnerabilidad), sus causas y sus actores causales. Incluye el monitoreo de estos factores, así como la comunicación del riesgo (*Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*).
- 2. Proceso de reducción del riesgo:** Consiste en la aplicación de las medidas a intervenir las condiciones actuales de riesgo (intervención correctiva) y futuras (intervención prospectiva). Estas son las medidas que en la realidad hacen la prevención de desastres. Además, este proceso incluye la protección financiera para reponer el valor económico de las pérdidas (*Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*).
- 3. Proceso de manejo de desastres:** Consiste en la aplicación de medidas orientadas a la preparación y ejecución de la respuesta a emergencias y posterior recuperación (*Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*).

DESCRIPCIÓN DE LA DEPENDENCIA EN LA QUE SE REALIZÓ LA PRACTICA

La Oficina Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres (ODGRD) está conformada por medio de tres áreas definidas anteriormente (conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del riesgo). Cada área está formada por un equipo de trabajo conformados por profesionales y técnicos capacitados para llevar a cabo los subprocesos que componen cada una de las áreas. Esta práctica se desarrolló dentro del área del conocimiento del riesgo en el subproceso del Análisis del riesgo. El conocimiento del riesgo se basa principalmente en la identificación, caracterización, análisis y monitoreo de los riesgos ya sean de origen geológicos, climáticos, hidrometeorológicos y antrópicos; con el fin de implementar acciones de reducción y manejo de desastres.

El ingeniero Ambiental y Sanitario, especialista en gestión ambiental, Wilson Subiría Peñaloza, fue el referente del área del Conocimiento encargado directo de la supervisión de las actividades desarrolladas dentro del tiempo en que se ejecutó las prácticas.

INFORME DE GESTIÓN

Tabla 1: Informe de Funciones. Fuente: Elaborado por el autor.

FUNCIONES			
Funciones desarrolladas	Tiempo de ejecución	Recursos empleados	Resultados Obtenidos
Apoyo Geológico de solicitudes a la oficina de gestión del Riesgo	6 Meses	Transporte hasta las zonas de realización de actividades	1) Participación en la semana Nacional de reducción del riesgo 2) Participación como miembro logístico en el curso de Gestión de riesgo, dictado en el municipio de Manauare-Cesar por el SENA
Apoyo y representación de labores en la oficina departamental de Gestión del riesgo	6 Meses	Búsqueda de Información bibliográficas	Apoyo Geológico en la toma de decisiones sobre la aceptación de solicitud para el desarrollo de pozo para extracción de aguas subterráneas

Análisis de Riesgo	6 Meses	Implementos Geológicos como: Brújula, martillo, GPS, cinta métrica, mapa topográfico, e información secundaria entre otros	Elaboración del proyecto Análisis y Zonificación de Áreas susceptibles a fenómenos de Remoción en Masa en el Noroccidente de Manauare-Cesar
--------------------	---------	--	---

LOGROS ALCANZADOS

Para los objetivos planteados en la práctica, Se realizó una tabla (tabla 2) para indicar el porcentaje de cumplimiento obtenido para cada uno de ellos.

OBJETIVOS	
Objetivos Alcanzados	Cumplimiento (%)
Analizar los sistemas hidrológicos y geomorfológicos presentes en el área	100%
Identificar las zonas vulnerables a procesos geológicos de remoción en masa del área de estudio.	100%
Elaborar el mapa de zonificación de amenazas por movimientos en masa a partir de mapas cartográficos de las variables influyentes en este fenómeno en el Noroccidente de Manauare-Cesar	100%

Tabla 2: Cumplimiento de los objetivos planteados para la práctica. Fuente: Elaborado por el Autor

IMPACTOS PERCIBIDOS POR EL ESTUDIANTE

Desde mi punto de vista poder optar por la opción de grado Prácticas empresariales es una gran oportunidad para crecer mucho más como persona ayudando así a la toma de decisiones que ayuden a entender y a solucionar cualquier problema que se presente en nuestra vida cotidiana con valores importantes como lo son el respeto, la solidaridad entre otros.

En lo académico, esta opción de grado me ayudo a fortalecer cada uno de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera; además de conocer y aprender de nuevas habilidades como manejo de diferentes software importantes en el ámbito profesional.

En lo laboral, es de gran importancia buscar oportunidades como la experiencia para poder tener un mejor desempeño y enriquecimiento en el campo de su interés logrando así seguridad y esta a su vez permitirá obtener mejores opciones al entrar al mundo laboral. Para finalizar esta experiencia fue de gran ayuda para abrir puertas hacia otros medios y otros profesionales que ya han avanzado mucho más en la sociedad brindando conocimientos en el campo de la ingeniera.

LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones para la realización de este proyecto fue el poco acceso que se tuvo en el área de estudio debido a la gran cantidad de vegetación y a las pendientes altas que se presenta a los alrededores. El tema de la movilidad hacia el Noroccidente del municipio de Manaure-Cesar y sus alrededores también retraso con el adelanto de los diferentes datos que se tomaron en campo y a su vez atraso un poco el análisis de cada uno de los procesos para alcanzar los objetivos alcanzados. Otro factor importante presente dentro de las prácticas que retraso un poco el proyecto fue el factor económico; ya que la oficina departamental demoro en realizar el desembolso del dinero para la obtención de fotografías aéreas del área de estudio.

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN:



TITULO

**ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A FENÓMENOS DE
REMOCIÓN EN MASA EN EL NOROCCIDENTE DEL MUNICIPIO DE
MANAURE-CESAR**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento del Cesar en su parte norte se encuentra limitado hacia el noroccidente por la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) con alturas que sobrepasan los 5.700 metros y hacia el oriente con la Serranía del Perijá prolongación de la cordillera oriental que alcanza alturas hasta los 3.700 sobre el nivel del mar. Todas estas características unidas con la actividad antrópica directamente humanas tanto intencionales como no intencionales, a la degradación de los recursos naturales y al cambio climático dominan en su mayoría los principales factores detonantes que desencadenan la inestabilidad de la superficie, teniendo en cuenta la (guia metodologica para la elaboracion de planes departamentales de gestion del riesgo , 2012) todos estos factores expuestos en una determinada área geográfica son posibles efectos desfavorables de grandes amenazas socioeconómicas, estructurales, ambientales entre otras.

La Subregión Norte del departamento del Cesar está constituida por los municipios de la Paz, Agustín Codazzi, Pueblo Bello, San Diego, Manaure y la ciudad de Valledupar Capital del departamento.

Desde el punto de vista de este proyecto, La parte Noroccidental de Manaure – Cesar es el punto central del estudio, Manaure se ubica hacia el nororiente del cesar con una extensión total de 126,4 km² una distancia de 34 km teniendo como referencia a la Ciudad de Valledupar. Según el (Plan Departamental de Gestion del Riesgo del Cesar , 2012) en un porcentaje total todo el territorio se localiza en la Serranía del Perijá, lo cual infiere que la población en su gran mayoría se encuentra en ella, un porcentaje de 10,193 residentes de un total de 13,198 que conforman la población se localizan en la Serranía del Perijá y en sus alrededores un porcentaje menor.

Conociendo las bases que nos brinda el mapa nacional de amenazas por movimientos en masa realizado por el ((SGC)) con una escala de 1:100,000; donde se puede determinar que la zona en general tiene un elevado riesgo a presentar estos fenómenos de tipo geológico y la población a su vez también muestra un porcentaje alto de amenaza; se requiere de un análisis

de amenazas por eventos geotécnicos en la parte Noroccidental del municipio de Manaure-Cesar, que ayuden a evitar que estos fenómenos atenten sobre vidas humanas o sean propicias de grandes pérdidas materiales, infraestructura y bienes de la población lo cual hace que se genere un alto riesgo de afectación al presentarse.

2. LOCALIZACION DEL AREA

La zona de estudio se encuentra localizada al Noroccidente del departamento del Cesar. Para abarcar con precisión la totalidad del área esta se ha subdividido en dos segmentos rectangulares; el primero con un área de 14 millones de m² se encuentra entre las Coordenadas en X: 1106000 – 1113000 y en Y: 1610000 – 1612000 y el segundo con una área de 8 millones de m² y con coordenadas en X: 1113000 – 1115000 y en Y: 1640000 – 1644000. Adicionalmente su distancia angular se representa con una LATITUD NORTE 8° 85' y LONGITUD OESTE 73° 10', lo cual con respecto a la capital del departamento del Cesar (Valledupar) está a una distancia de 30KM con carretera asfaltada

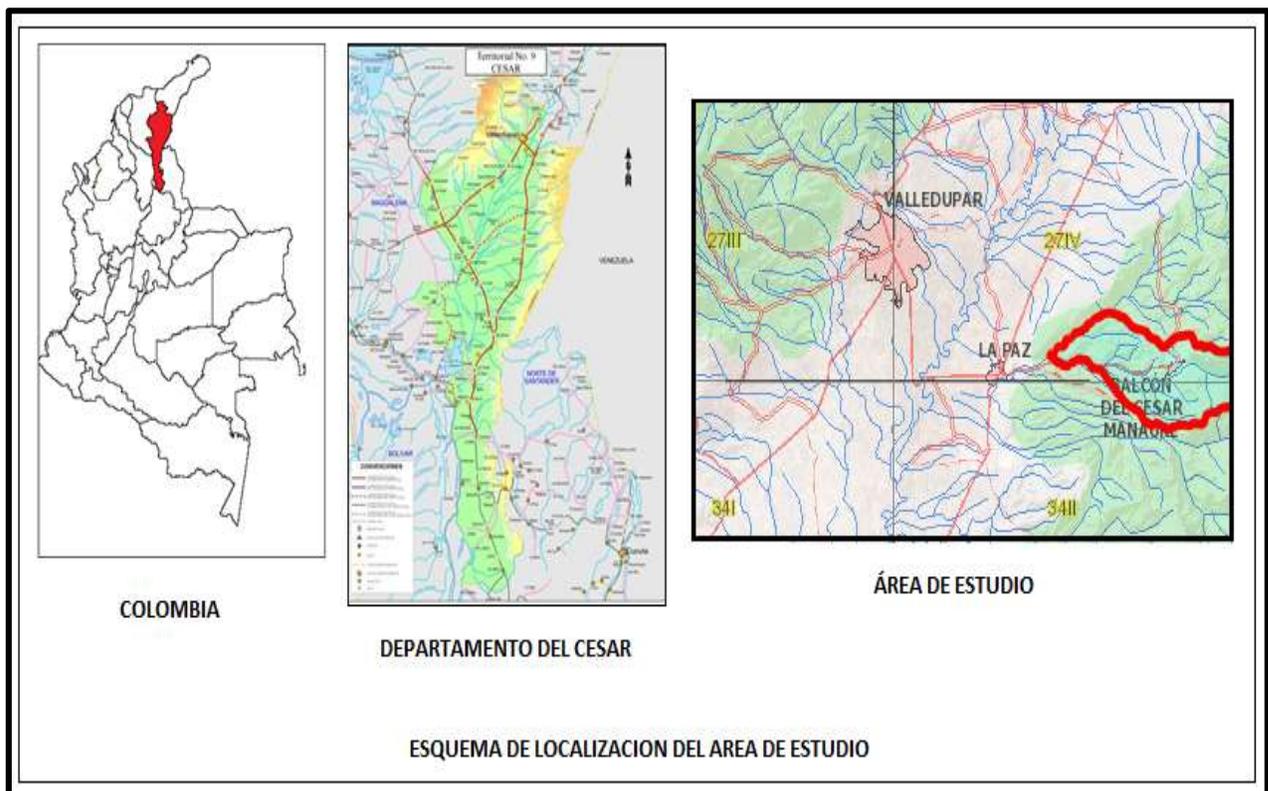


FIGURA 2. Localización del área de estudio. Fuente: Elaborado por el autor.

Para establecer los límites del municipio de Manaure Balcón del Cesar se recurre a la (Ordenanza No. 019 de noviembre de 1980) la cual dispone que para el sector Noroccidental acota principalmente con el Municipio de La Paz, entre la convergencia del Rio Manaure y Rio Perijá (El riecito), el cual sigue agua arriba hasta llegar a la finca El cielo y en línea recta hasta la frontera de Venezuela y el arroyo ubicado en la finca Tierra Grata (Cementerio de San José de Oriente), que sigue agua abajo hasta la carretera que va de la Paz a Manaure y esta atraviesa en el punto El Morito sobre el Rio Pereira.

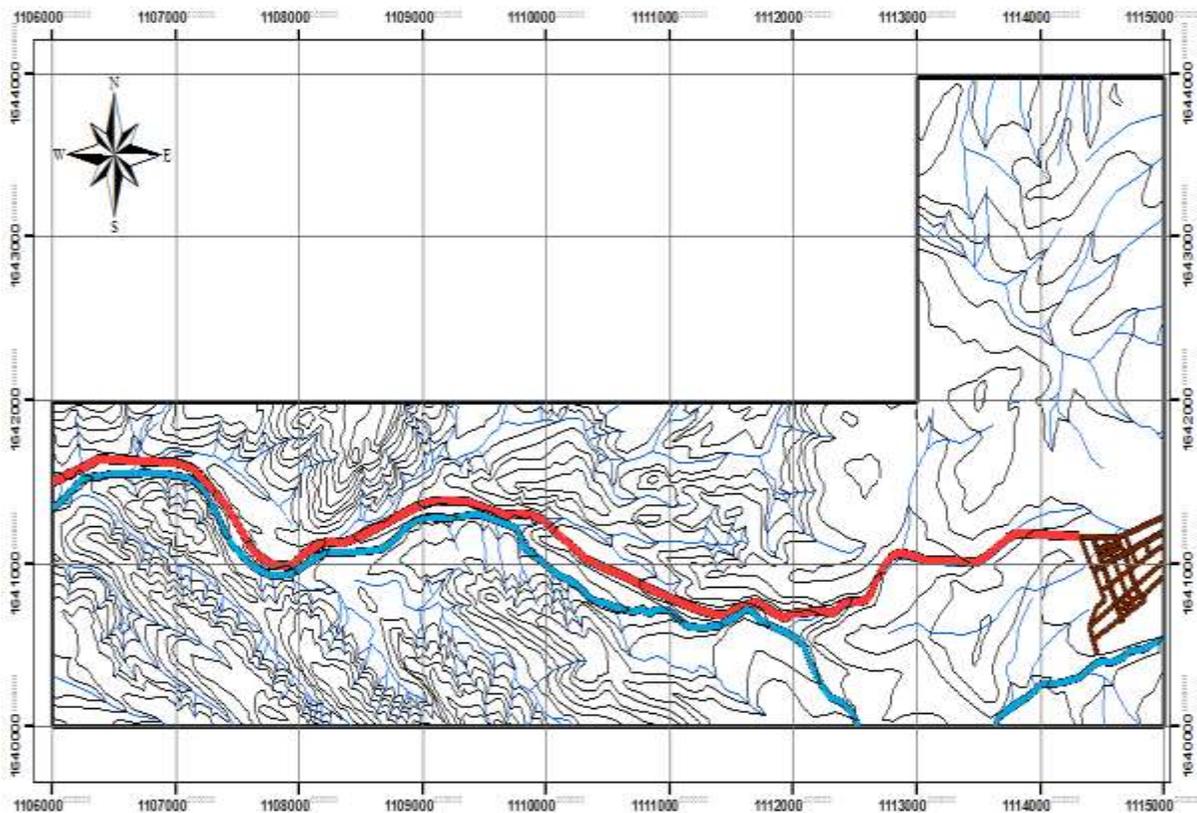


FIGURA 3. Cuadrángulo del área de estudio. Fuente: Elaborado por el autor.

3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día es de gran importancia determinar el grado de debilidad o de exposición frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico. El deterioro del medio natural (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, la explotación irracional de los recursos naturales conforman un determinado ecosistema ante la presencia de la variabilidad climática. Está en los últimos años se ha propagado principalmente por fenómenos como el de la niña y el niño. Las fluctuaciones climáticas generadas por estos fenómenos; que se resumen como La NIÑA extensas precipitaciones y el NIÑO periodos de sequias, para autores como (Carpentier, 2012) han demostrado que estos fenómenos causan alteraciones temporales de las condiciones climatológicas de diferentes regiones, y a su vez generan impactos socioeconómicos de diversas índoles; un caso ocurrido en el año 2010 y 2011 según el (IDEAM) generaron acontecimientos en gran parte del país por procesos como crecientes súbitas, inundaciones y deslizamientos de algunas tierras.

Se observa la necesidad de ampliar y construir estudios sobre los riesgos y las amenazas a la que una determinada población puede ser vulnerable es por esto que según la (Guía para la formulación del plan municipal para la gestión del riesgo , 2012) y el (Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Cesar , 2012) el gobierno nacional empieza a influir más en la prevención y atención ante los desastres que se han venido desencadenando en los últimos tiempos gestionando propuestas y ejecutando los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. Actualmente se debe realizar un análisis detallado de riesgo establecido por (La ley 1523, 2012) en el cual cada departamento del país y cada municipio deben contar con planes de riesgo de la mano de entidades privadas como públicas, planes de estrategias e información revisadas por las mismas comunidades, mostrando y describiendo cada uno de los fenómenos a los que se encuentran vulnerables para así comprender cuales son las amenazas a las que están expuestos. Se debe tener claro que todos aquellos fenómenos naturales son de origen natural es decir no puede impedirlos el ser humano pero si puede aprender más de ellos y manejarlos en el momento en que estos sucedan.

Según lo expuesto anteriormente, es importante establecer un estudio más a fondo de todos los escenarios de riesgo por fenómenos amenazantes. En la parte Noroccidental del municipio de Manaure-Cesar se manifiesta la escasez de manejos y soluciones pertinentes a los diferentes fenómenos naturales y a su vez manifiesta la vulnerabilidad del área de estudio. El proyecto se enfoca principalmente en los procesos de remoción en masa con el objetivo de garantizar una mejor calidad de vida a toda la comunidad, un mejor ambiente, debido a que estos procesos pueden desencadenar eventos de mayor recurrencia tales como pérdidas económicas, sociales, ambientales entre otras.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar las amenazas por procesos de remoción en masas en el Noroccidente del municipio de Manaure correspondiente a la subregión norte del departamento del Cesar.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar los sistemas Hidrológicos y geomorfológicos presentes en el área.
- Identificar las zonas Vulnerables a procesos geológicos de remoción en masa del área de estudio.
- Elaborar el mapa de la zonificación de Amenazas por movimientos en masas a partir de mapas cartográficos de las variables influyentes en este fenómeno en el Noroccidente del municipio de Manaure-Cesar.

RESULTADOS ALCANZADOS.

Con la realización de este estudio se logró construir el mapa de amenazas a procesos de remoción en masa de la parte Noroccidental del Municipio de Manaure-Cesar a partir de mapas como el geológico, el mapa de pendientes, el geomorfológico y el de cobertura de suelo, para luego realizar un análisis posterior de la zona de estudio el cual fue el objetivo principal y el resultado del proyecto.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 ANTECEDENTES.

Con el crecimiento constante al que actualmente se está viendo reflejado en el Noroccidente del municipio de Manaure, es necesario realizar un análisis y zonificación de las diferentes áreas por procesos de remoción en masa. En esta misma labor de investigación y consulta se encontró el informe final ***EVALUACION DEL RIESGO GEOTECNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE*** llevado a cabo en el año 2011 por parte de la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y la universidad del Magdalena, los cuales vieron la necesidad de realizar estudios que permitan la determinación de la zonificación de eventos geotécnicos naturales de cuenca y el diseño de trabajos de rehabilitación y de protección de las zonas que se determine estén bajo amenaza, además de esto determinar el conjunto de los valores y variables meteorológicas características de los estados y evoluciones del tiempo, estableciendo los valores de mayor parte de los elementos climatológicos básicos, su distribución espacial y temporal y el comportamiento del clima.

Toda esta información contribuyo al desarrollo de este proyecto mostrando paso a paso un diagnostico relacionado con variables sociales, económicas, ambientales y geológicas utilizando herramientas de alto alcance tales como observaciones en campo, y análisis de fuentes secundarias como informes, mapas físicos y digitales entre otros.

Un segundo informe titulado ***FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MANAURE, MUNICIPIO DE MANAURE (POMCA)*** presentado en el año 2010 en contrato entre la corporación Autónoma Regional del Cesar (Corpocesar) y la universidad del Magdalena. Dicho proyecto tiene como propósito plantear la protección y conservación de los recursos naturales, donde se involucra a las comunidades en el manejo sostenible de los recursos naturales.

El trabajo realizado por esta entidad tiene como objetivo exponer diferentes aspectos metodológicos de suficiente alcance, que puedan ser aplicados a distintas estructuras socio-económicas, ambientales, geológicas, climatológicas entre otros; que logró incluir a la mayoría de los actores que se encuentran en el área de influencia del municipio. Este informe ayudó en la comprensión y conocimiento de la geología regional del municipio de Manaure, con la finalidad de dar el apoyo a todas las actividades correspondientes al levantamiento de datos.

Un tercer antecedente que colaboro notoriamente en la elaboración de este proyecto fue **EL SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO** (anteriormente INGEOMINAS) presentado en el 2015, el cual tuvo su origen en 1916, cuando se creó y organizó la Comisión Científica Nacional, a la que se le encomendó realizar la cartografía geológica, la exploración de los recursos minerales y el estudio del subsuelo. Este organismo actualmente Servicio Geológico Nacional cuenta con una gran cantidad de estudios realizados en diferentes zonas del país abarcando nuestra zona de estudio (Manaure-Cesar) aportando conocimientos y guías para proporcionar una visión general del patrimonio geológico y de la geo diversidad.

5.2 MARCO TEORICO

Gestión del riesgo: Según la (*guia metodologica para la elaboracion de planes departamentales de gestion del riesgo , 2012*) la gestión es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia de mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, rehabilitación y construcción.

En el libro de (*Fundamentos Conceptuales de la gestion del riesgo , 2004*) definen a este como el componente íntegro y funcional del proceso de gestión del desarrollo global,

sectorial, territorial, urbano, local, comunitario o familiar, y de la gestión ambiental en la búsqueda de la sostenibilidad, están fomentando la seguridad y la reducción del riesgo.

Riesgo: Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un periodo de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastre se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Tales como muertes, lesiones, propiedad, medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de vulnerabilidad descrito por la *(Guía de análisis de sistemas de Gestión del Riesgo de desastres, 2009)*

Amenaza: Para la *(guía metodológica para la elaboración de planes departamentales de gestión del riesgo, 2012)* y para la *(Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS, 2014)* definen este concepto como el peligro latente de que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones o impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente.

La (guía metodológica para la elaboración de planes departamentales de gestión del riesgo, 2012) lo define como factor esencial para realizar el análisis del riesgo en el territorio, dado que implica el estudio de cada uno de los efectos de los fenómenos sobre los elementos

necesarios de la sociedad, abarca aspectos como los sociales, económicos, físicos e institucionales.

Deslizamiento y/o remoción en masa: Movimiento de masa (reptación, volcamiento, desplazamiento, hundimiento, colapso de caverna o minas, caída de rocas, desprendimiento de masa de suelo o de rocas) como producto de la acción tectónica, características de los suelos y la acción del agua. Descrito *por (Gestión del Riesgo de Desastres, 2012).*

Desastre: Resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción descrita por la *(guía metodológica para la elaboración de planes departamentales de gestión del riesgo , 2012)*

6. METODOLOGÍA

Para la realización de la metodología de este proyecto en la parte noroccidental del municipio de Manaure- Cesar; para describir cada una de las amenazas por procesos de remoción en masa se implementó una investigación de manera general la cual consiste en la unión de varios procedimientos de recolección de datos tales como los geológicos, geomorfológicos, de cobertura de suelos entre otros. Se realizaron diferentes tomas de muestras en el área de estudio por medio de salidas de campo mediante parámetros establecidos por información secundarias tales como la de la Corporación Autónoma Regional Del Cesar (Corpocesar), el ((SGC)), el (IDEAM). Estas recolecciones se realizaron en el segundo semestre del año 2016 a medidos de los meses de octubre a diciembre, bajo condiciones un poco restringidas y desfavorables por el poco acceso que había en la zona. Se determinaron diferentes variables influyentes a fenómenos de movimientos en masa, entre las variables tenemos Geología, Cobertura y suelo, Geomorfología.

Una vez recopilada toda la información indispensable del área de estudio, se analizan cada una de ellas mediante la utilización de herramientas técnicas como Software (Arcgis) el cual permite analizar y diseñar toda la teoría determinando las zonas vulnerables mediante mapas específicos y representativos de cada una de las variables expuestas anteriormente, luego se realiza el cruce de cada uno de los mapas (Geológico, pendiente, geomorfológicos, cobertura y uso de suelo) para la obtención del mapa final en donde se muestran las amenazas por fenómenos de remoción en masas en la parte noroccidental del municipio de Manaure-Cesar que es el objetivos especifico final de este proyecto.

De manera más detallada a continuación se describen cada uno de los pasos del protocolo realizado:

6.1 FUENTES DE INFORMACIÓN:

Para la realización de este proyecto, es necesario consultar información cuyas fuentes secundarias principales son brindadas por las entidades departamentales como el IGAC, SGC, INGEOMINAS, CORPOCESAR, IDEAM entre otros. También es importante la toma de datos insitu en la zona de estudio que se llevara a cabo por parte del autor de este proyecto.

Gracias al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), fue posible la obtención de los planos topográficos a escala 1:25000 y fotografías aéreas correspondientes a la zona de estudio. El Servicio Geológico Colombia (SGC) junto con el Instituto de Hidrogeología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) se logró obtener guías metodológicas para la zonificación de la susceptibilidad de los terrenos a presentar estos fenómenos de remoción en masa; se tuvo acceso también al plan de ordenamiento y manejo ambiental de la subcuenca hidrográfica del río Manaure (POMCA) realizado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) y la Universidad del Magdalena; trabajos secundarios de los cuales se logró una amplia visualización sobre el enfoque de este proyecto.

La metodología consiste principalmente en la obtención de información bibliográfica sobre temas como la geología, geomorfología, vegetación y suelo; luego se llevara a cabo una segunda fase que consiste en la verificación de toda esta información mediante salidas de campo a la Zona para poder garantizar unos buenos y confiables resultados.

6.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis y zonificación de áreas susceptibles a procesos de remoción en masa, se debe tener conocimiento sobre los factores condicionantes de este fenómeno; dentro de estos se encuentran la geología, la geomorfología, la cobertura de suelo (Vegetación) y el suelo. Para el procesamiento de la información de cada variable se llevara a cabo por medio de la ayuda de herramientas y equipos necesarios como los son: fotointerpretación de las fotografías aéreas, caracterización de macizos rocosos, ensayos de laboratorios y la

aplicación del software Arcgis, cuyo fin principal es la realización de los diferentes mapas de las variables antes mencionadas.

La forma en que se pretende cuantificar cada uno de los factores en cada mapa de Zonificación, consiste en darle valores numéricos a cada una de las variables según sea el grado de alteración que este produzca a la contribución de este fenómeno. Este proceso se llevara a cabo con el apoyo de personal calificados para tratar de que estos valores sean lo más apropiados posibles. Como resultado de este paso, obtendremos mapas con distintos valores, cuyo fin consiste en combinarlos o cruzarlos y poder determinar las zonas en donde los valores de todas las variables coincidan a la susceptibilidad de que se produzca un fenómeno de remoción en masa.

6.3 ESQUEMA METODOLOGICO

El esquema que se describe en este proyecto comienza con toda la recopilación de información secundaria existente de la zona de estudio. Entre estas se describen: la ubicación del área, los antecedentes geotécnicos, habitantes con los que cuenta el municipio, la climatología, la geología regional de la zona entre otros; los cuales ayudaran a determinar otros factores erosivos como procesos de remoción en masa, flujos de roca, o flujos de tierra. Por otra parte la interpretación de las fotografías aéreas de la zona de estudio ayudara a la diferenciación de los procesos que se presentan en la cobertura de suelo de la zona de estudio.

En las visitas a campo para la obtención de los datos se llevó a cabo un protocolo realizado por las fuentes secundarias de estudios anteriormente descritos, en campo se tienen en cuenta pasos como: momento del muestreo, elección del sitio del muestreo y la toma de la muestra. Todo esto con el fin de verificar información geomorfológica de la zona como de la geológica. La toma de datos también ayudara a la interpretación y clasificación de macizos rocosos en el área de estudio.

Luego de realizar cada uno de los parámetros establecidos por el autor de este proyecto anteriormente descritos, se podrá realizar cada uno de los mapas (geología, geomorfología, cobertura y uso de suelo), teniendo en cuenta asesorías de profesionales en el tema y con base

a criterios del autor de este proyecto se procede a la interposición de cada uno de los mapas para obtener como resultado el mapa de amenazas.

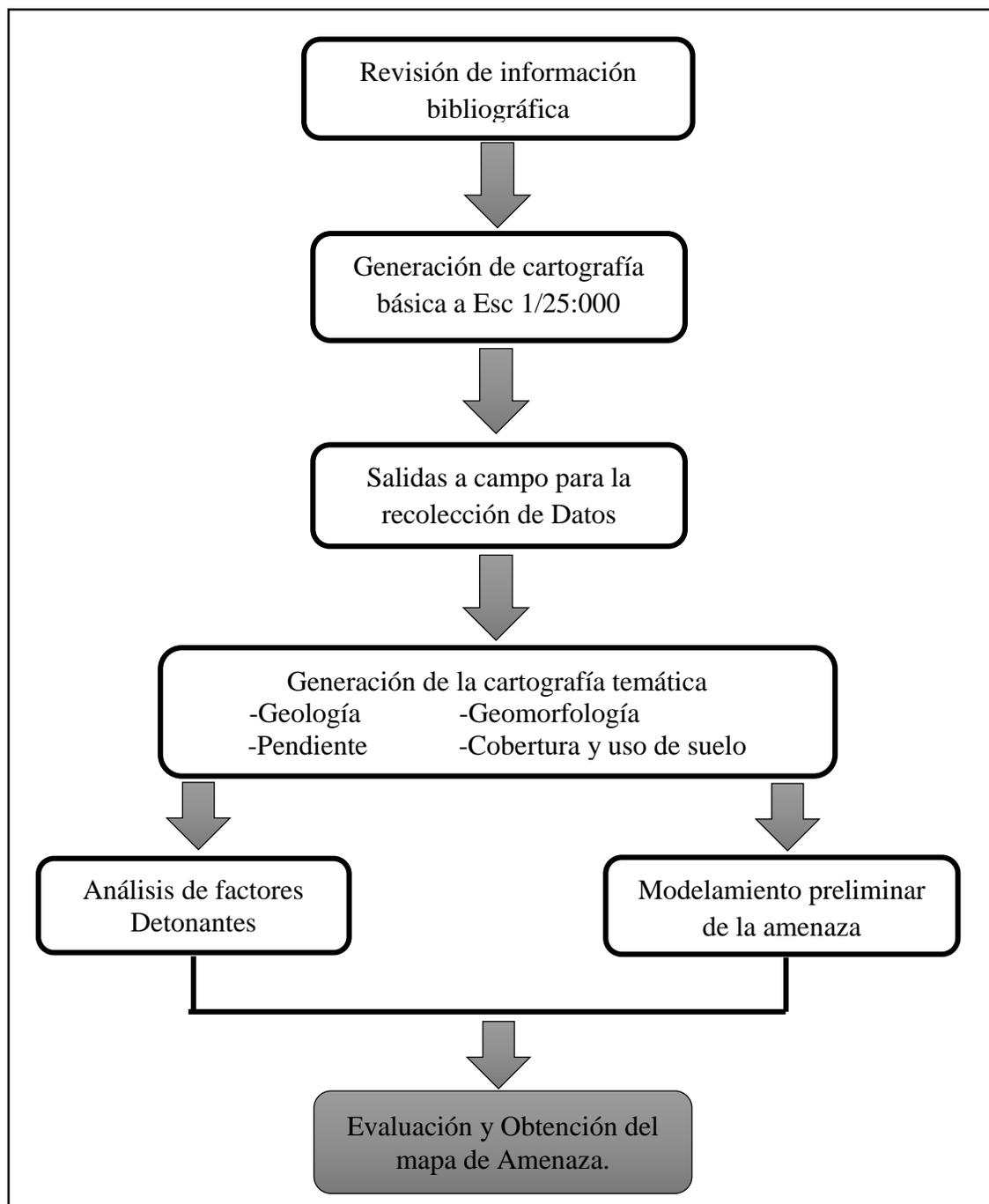


FIGURA 4. Esquema metodológico. Fuente Elaborado por el autor.

7. CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS EN MASAS

Los movimientos en masa son todos aquellos procesos de la geodinámica externa, es el desplazamiento del terreno que constituye un talud o una ladera modificando las diferentes formas del terreno. Los deslizamientos son la principal muestra de los movimientos en masa. Estos involucran materiales pendiente abajo que están influenciados por agentes como la gravedad y pueden producirse por la actividad humana, por lluvias o por la actividad sísmica. Cuando se presentan lluvias los movimientos en masa se caracterizan por tener movimientos planares en la superficie y estos a su vez se caracterizan por tener un mínimo espesor en donde la superficie de falla es subparalela a la pendiente de un área determinada. El producto del debilitamiento de las propiedades mecánicas de los materiales en las vertientes; cuando se presenta la infiltración del agua de lluvia produce un alto incremento de la presión de los poros lo cual hará que haya una disminución de la resistencia al cortante.

Hay diversos parámetros que influyen y facilitan los procesos de movimientos en masas por tal motivo es importante resaltar los factores que tienen mayor importancia en este fenómeno geológico entre estos tenemos:

- ❖ Las variables condicionales (propiedades de los suelos o la topografía)
- ❖ Las variables detonantes (grado de saturación del suelo y cohesión).

Las variables detonantes pueden ser naturales como lluvias, el sismo (en términos de aceleración de la gravedad) y la erosión, o artificiales como cortes, deforestación entre otros. Los movimientos en masa se manifiestan principalmente en los deslizamientos y se pueden presentar en flujos, caídas o en separaciones laterales.

Las caídas se originan por el desprendimiento y caída de materiales del talud o pendientes muy fuertes, en este se desprende una masa de cualquier tamaño a lo largo de la superficie en la cual el desplazamiento de corte es mínimo o muchas veces no se da, este desplazamiento se produce por caída libre, a saltos o rodando. Las separaciones laterales son

aquellos movimientos de extensión lateral seguido por el fracturamiento tensional o cortante. En los flujos ocurren movimientos relativos de particular o bloques pequeños, dentro de la masa que se mueve o se desliza sobre una determinada superficie. Sus deformaciones son grandes y fluyen en forma similar a un líquido viscoso. Los deslizamientos pueden desplazar masas a lo largo de uno o más planos es decir pueden ser rotacionales o traslacionales en su movimiento.

Es importante conocer que los deslizamientos pueden darse con movimientos en solo suelo, solo roca o en ambos. Los movimientos en masa presentan una clasificación de acuerdo a esquemas de clasificación, esto ayuda al desarrollo de forma generalizaciones validas sobre ocurrencias de los diferentes tipos de deslizamientos.

La clasificación más utilizada es la de (*Varnes, 1978*) en donde describe e utiliza el tipo de movimiento y también la naturaleza del material.

7.1 CAIDAS

Según (*Varnes C. &, 1996*) las caídas se inician con un desprendimiento de suelo o roca de una ladera muy empinada, a lo largo de una superficie en la que poco o ningún desplazamiento cortante se desarrolla. El material desciende en caída libre, saltando o rodando, el movimiento es de muy rápido a extremadamente rápido (*Varnes C. &, 1996*).

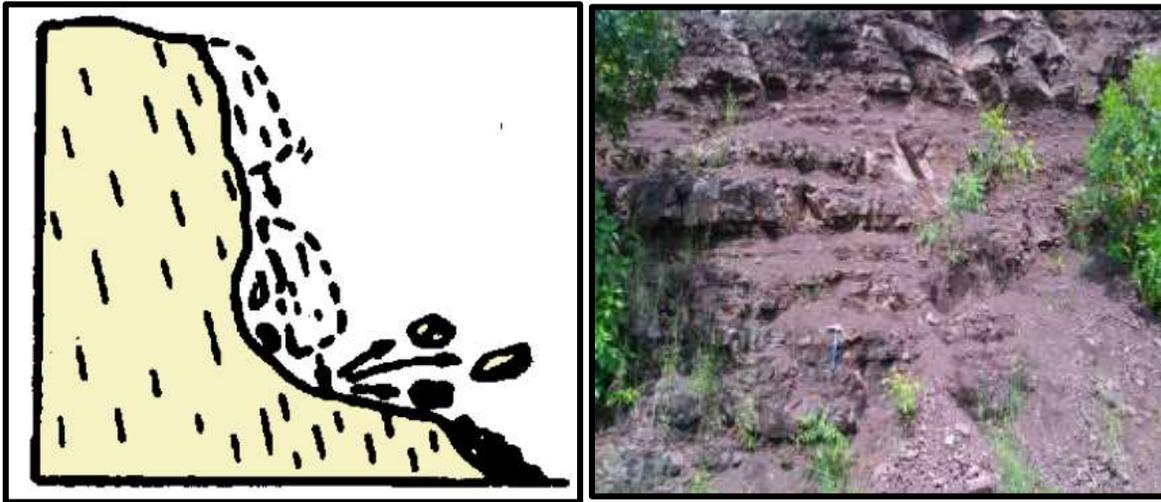


FIGURA 5. Caída de rocas (Varnes, 1978)

Solo cuando la masa desplazada es socavada, las caídas son precedidas por pequeños deslizamientos o movimientos de basculamiento que separan el material de la masa no perturbada (Varnes C. &, 1996).

7.2 DESLIZAMIENTOS

Un deslizamiento es un movimiento ladera abajo de una masa de suelos o rocas, que ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de ruptura o zonas relativamente delgadas de intensa deformación cortante (Varnes C. &, 1996).

Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente a lo largo de lo que será la superficie de ruptura; el volumen de material desplazado se incrementa a partir de un área de falla local (Varnes C. &, 1996).

Muchas veces, los primeros signos de movimiento son grietas en la superficie original del terreno, a lo largo de lo que más tarde será el escarpe principal del deslizamiento (Varnes C. &, 1996).

Según (Varnes C. &, 1996) el material desplazado puede deslizarse más allá de la punta de la superficie de ruptura, cubriendo la superficie original del terreno, la cual, a su vez, se convierte en superficie de separación

7.2.1 DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

Estos deslizamientos se mueven a lo largo de superficies de ruptura curvas y cóncavas, con poca deformación interna del material (Varnes C. &, 1996). La cabeza del material desplazado se mueve verticalmente hacia abajo, mientras que la parte superior del material desplazado se bascula hacia el escarpe (Varnes C. &, 1996).

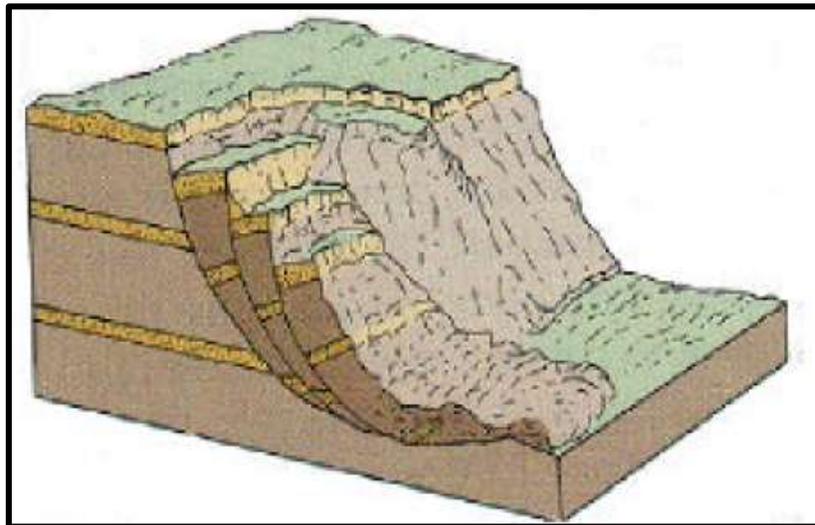


FIGURA 7. Deslizamiento rotacional (Skinner & Porter, 1992)

El escarpe principal es prácticamente vertical y carente de soporte, por lo que se pueden esperar movimientos posteriores que causen retrogresión del deslizamiento a la altura de la corona (*Varnes C. &, 1996*).

7.2.2 DESLIZAMIENTO TRANSLACIONAL

Según (*Varnes C. &, 1996*) La masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura plana o suavemente ondulada y superponiéndose a la superficie original del terreno.

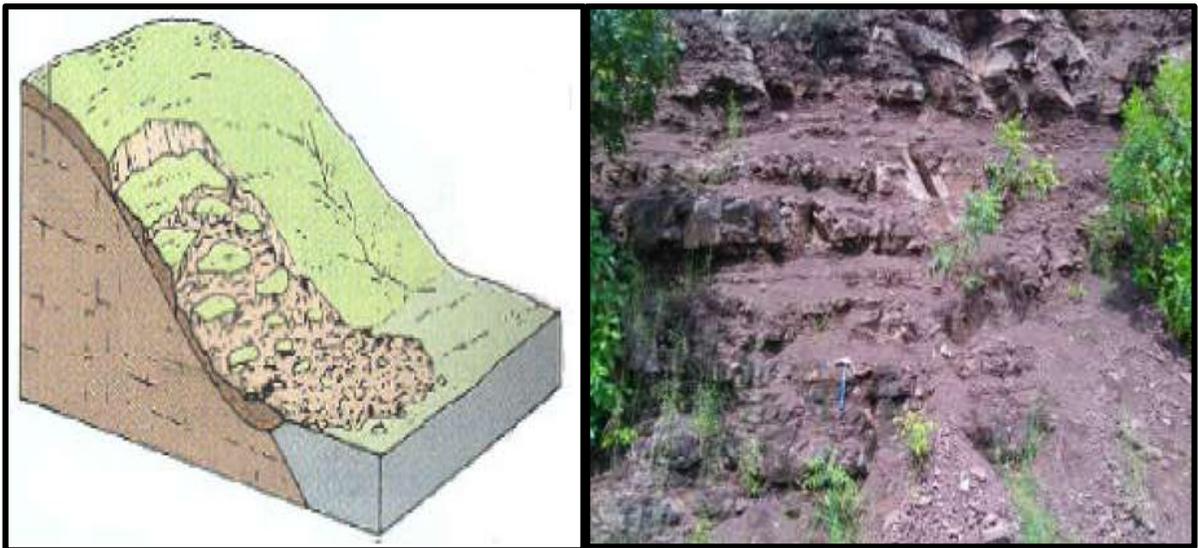


FIGURA 8: Deslizamiento translacional de detritos (*Skinner & Porter, 1992*).

La superficie de ruptura usualmente se orienta a lo largo de discontinuidades como fallas, juntas, planos de estratificación o el contacto entre roca y suelos residuales o transportados (*Varnes C. &, 1996*). En los deslizamientos translacionales la masa desplazada puede también fluir, convirtiéndose en un flujo de detritos ladera abajo (*Varnes C. &, 1996*).

7.3 SEPARACIONES LATERALES

La separación lateral se define como una extensión de una masa cohesiva de suelo o roca, combinada con la subsidencia del material fracturado en un material subyacente más blando (*Varnes C. &, 1996*).

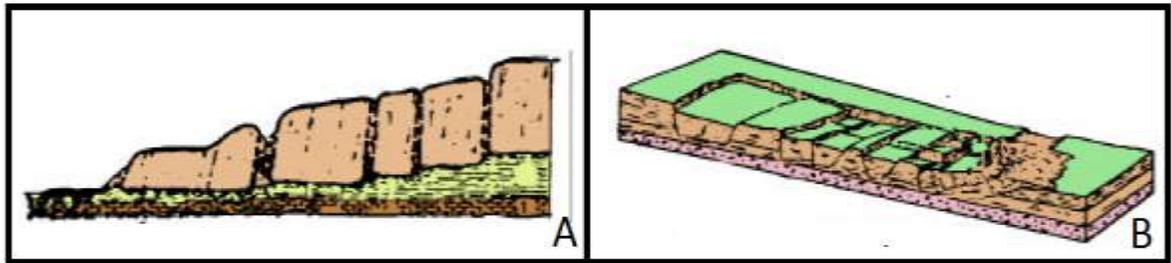


FIGURA 9: A) Separación lateral en roca (Varnes, 1978). B) Separación lateral en suelo (Varnes, 1978).

La superficie de ruptura no es una superficie de corte intenso y el proceso es el producto de la licuefacción o flujo (extrusión) del material más blando (*Varnes C. &, 1996*). Claramente estos movimientos son complejos, pero debido a que son muy comunes en ciertos materiales y situaciones geológicas, es mejor reconocerlos como un tipo separado de movimiento (*Varnes C. &, 1996*).

7.4 FLUJOS

Un flujo es un movimiento espacialmente continuo, en el que las superficies de corte son de corta duración, de espaciamiento corto y usualmente no se preservan; la distribución de velocidades en la masa que se desplaza se compara con la de un fluido viscoso (*Varnes C. &, 1996*).

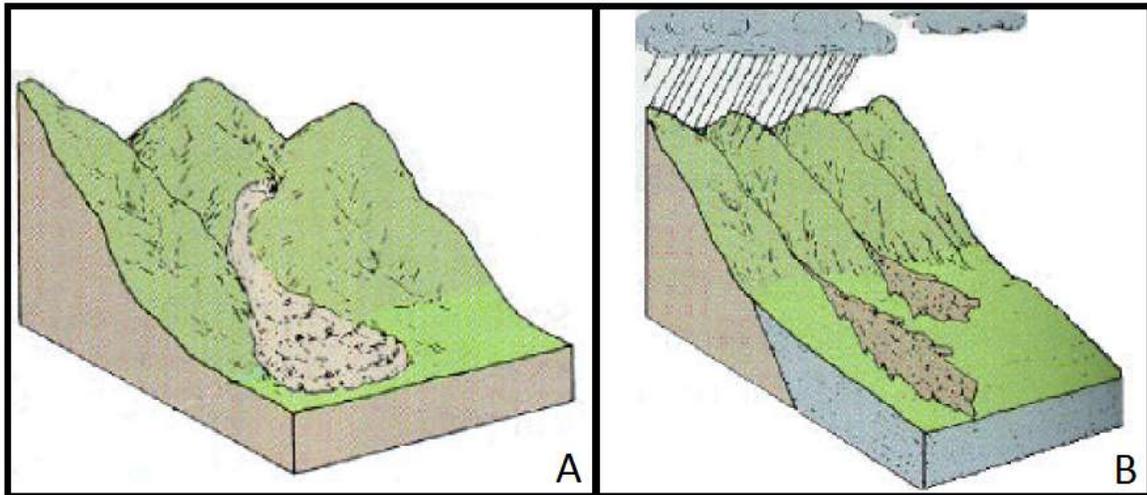


FIGURA 10: A) Flujo de detritos (Skinner & Porter, 1992). B) Flujo de lodo (Skinner & Porter, 1992)

El límite inferior de la masa desplazada puede ser una superficie, a lo largo de la cual se desarrolla un movimiento diferencial apreciable o una zona gruesa de corte distribuido (Varnes C. &, 1996). Es decir, existe una gradación desde deslizamientos a flujos, dependiendo del contenido de humedad, la movilidad y la evolución del movimiento (Varnes C. &, 1996). Los deslizamientos de detritos pueden convertirse en flujos de detritos extremadamente rápidos o avalanchas de detritos, en la medida en que el material desplazado pierde cohesión, aumenta de contenido de humedad o encuentra pendientes más fuertes (Varnes C. &, 1996).

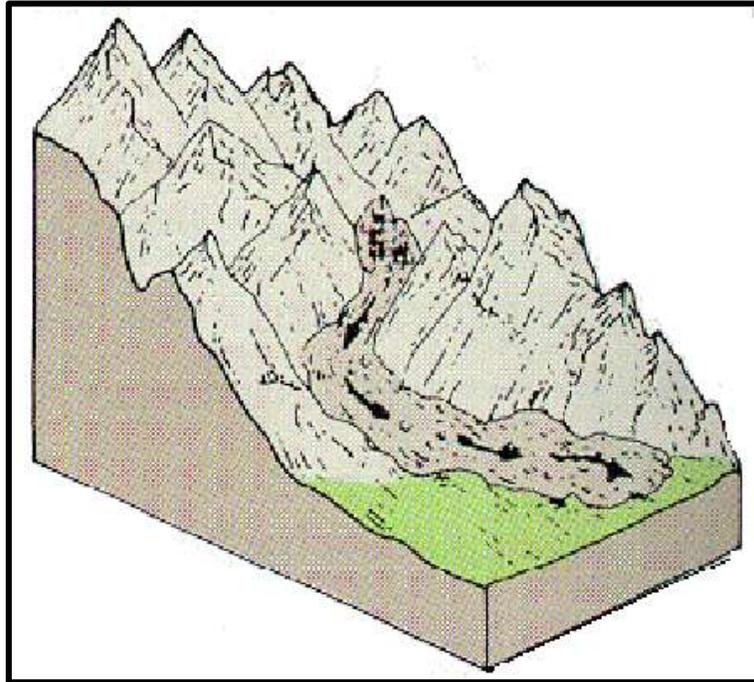


FIGURA 11: Avalancha de detritos (Skinner & Porter, 1992).

8. HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

El ciclo hidrológico es un fenómeno global de circulación del agua entre la atmósfera y la superficie terrestre, llevado a cabo principalmente por la energía solar asociada a la gravedad y la rotación terrestre. Es el foco central de la hidrología y cada uno de sus procesos ocurren de manera continua, es por esta razón que se debe tener en cuenta al momento de realizar estudios de susceptibilidad de zonas en las que se puedan presentar procesos de remoción en masa que por lo general suceden en épocas de lluvias o largos periodos de precipitación producidos por el ciclo hidrológico del agua. (Fuentes) Define el ciclo como el movimiento general del agua: ascendente por evaporación y descendente por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea.

El factor de mayor importancia durante este ciclo es la precipitación la cual se define como la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, puede ser en estado líquido como el caso de las lluvias o lloviznas o en el estado sólido como nieve o granizo. Para que se produzca la precipitación es indispensable la acción de varios mecanismos que puedan enfriar el aire lo suficiente como para llevarlo o poder acercarlo a la saturación. Los factores que conllevan a una precipitación significativa son la colisión entre las nubes y la fusión de las partículas de la nube y de la precipitación: esta se presenta debido a diferencias en las velocidades de caída como resultado de diferentes tamaños; las más pesadas caen más rápido que las partículas más pequeñas que son levantadas por corrientes aéreas y en algunos casos están se evaporan.

Cuando el agua llega hasta la superficie en este caso el suelo está intenta infiltrarse mediante poros que presenta el suelo, esto depende del agua disponible a infiltrarse, el estado de la superficie, la naturaleza de la misma, cantidades de agua, y el aire que se encuentre en el interior. Entre algunos factores que afectan la capacidad de infiltración tenemos la entrada superficial, transmisión a través del suelo, capacidad de almacenamiento del suelo, características del medio permeable y características del fluido. Las infiltraciones provocadas

por las lluvias solo saturan la parte superior de donde se presente la superficie, formando un perfil en donde la humedad disminuye a la medida que la profundidad aumenta.

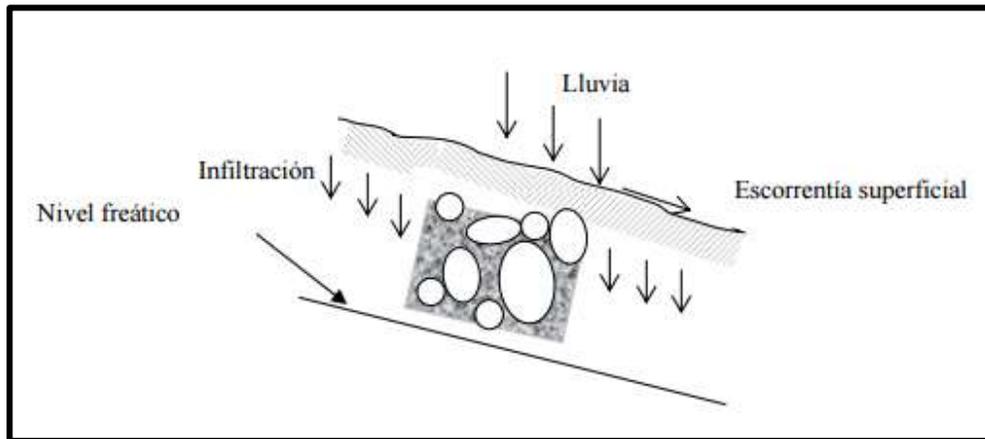


FIGURA 12: Infiltración en el Suelo. Fuente: Biblioteca Virtual UDEP

En el momento en el que disminuye la precipitación finalizando el aporte del agua en la superficie el perfil húmedo se altera, redistribuyendo el agua mostrando resultados de humedad mayores en las capas del suelo más profundas y humedades menores en las capas más externas del suelo. Cuando esta humedad del suelo no es tan profunda, este no siempre actúa de esa misma manera, debido a que cuando se satura mucho más rápido el suelo crea las escorrentías muy superficiales y cuando la precipitación culmina o el aporte de agua es nula la infiltración del suelo crece porque pierde humedad por el movimiento del agua hacia las capas más profundas o por evapotranspiración.

Este desarrollo lleva a que el suelo en general adquiera cambios que posiblemente aumenten la probabilidad de percibir movimientos de diferentes materiales que anteriormente se presentan con estabilidad, ya que el agua como principal agente ejerce en las partículas del suelo separándolas y es así como largos periodos de extensas lluvias producen todos estos procesos de remoción en masa.

Temas actuales como lo es el cambio climático suponen un importante factor adicional del aumento acelerado de temperaturas global del planeta, caso que se ve reflejada

en el departamento del Cesar por el fenómeno “ENOS” trayendo consigo impactos positivos como negativos para algunos sectores de la región.

8.1 PRECIPITACION

Teniendo en cuenta los estudios elaborados en el proyecto (*EVALUACION DEL RIESGO GEOTECNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE, 2011*) llevada a cabo por la Corporación Autónoma Regional del Cesar se accedió a la siguiente información climatológica del área de estudio. Cabe resaltar que actualmente estos análisis de precipitaciones no han tenido una nueva actualización de modo de que se presentan en fechas antiguas y no las actuales.

En estos análisis se registró información que luego fue publicada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM en donde calculan la información de datos inscritos en estaciones de Manaure, Nuevo prado y San José de Oriente.

8.1.1 ANALISIS MENSUAL

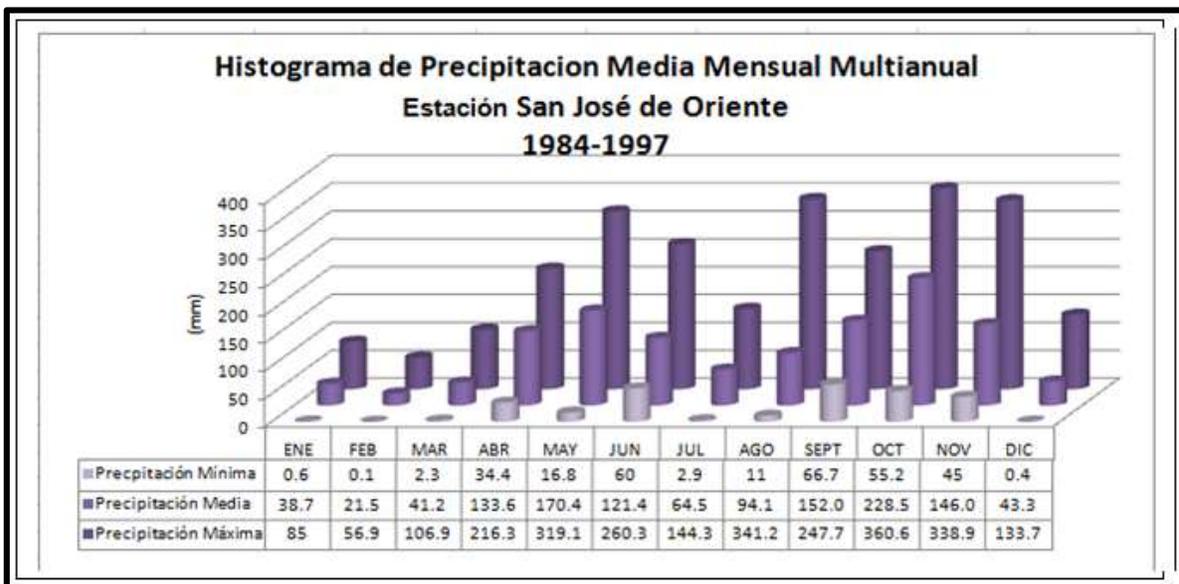


TABLA 3: Histograma de precipitación mínima, media y máxima mensual multianual, estación San José de Oriente. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO

MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

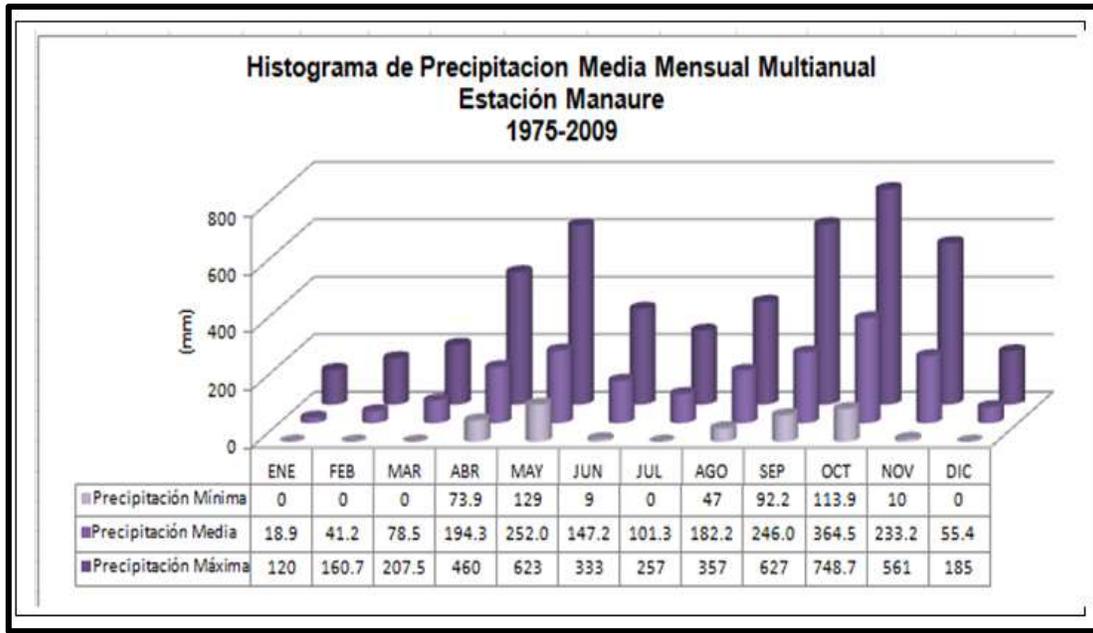


TABLA 4: Histograma de precipitación mínima, media y máxima mensual multianual, estación Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

Con base a las tablas 3 y 4 que presentan los diagramas de precipitación media multianual de las Estaciones San José de Oriente y Manaure, se puede definir que la precipitación en la cuenca del río Manaure tiene un comportamiento Bimodal en su distribución, siendo los meses de Abril, Mayo y Junio los más lluvioso para el primer semestre y Agosto, septiembre, octubre y Noviembre para el segundo semestre del año. El segundo semestre del año es el más lluvioso. Estos dos periodos de lluvias están alternados por dos periodos en donde la precipitación es baja, donde la primera va desde el mes de Diciembre a Marzo y la segunda en el mes de Julio.

Otras de las características más importante de las lluvias aparte de los meses más lluviosos en el año, son los números de días durante el cual este fenómeno se presenta en un mismo mes ya que de acuerdo a la permanencia de lluvias durante mayor periodo de tiempo aumenta mucho más la probabilidad de ocurrencia de fenómenos como los movimientos en masas o inundaciones. Con base a la Tabla 5 donde se presentan los números de días de lluvias registradas por las estaciones San José de Oriente y Manaure, el promedio anual de lluvias para la estación San José de Oriente es de 16 días en los meses de Septiembre y octubre y de 21 días para la estación Manaure en el mes de Octubre.

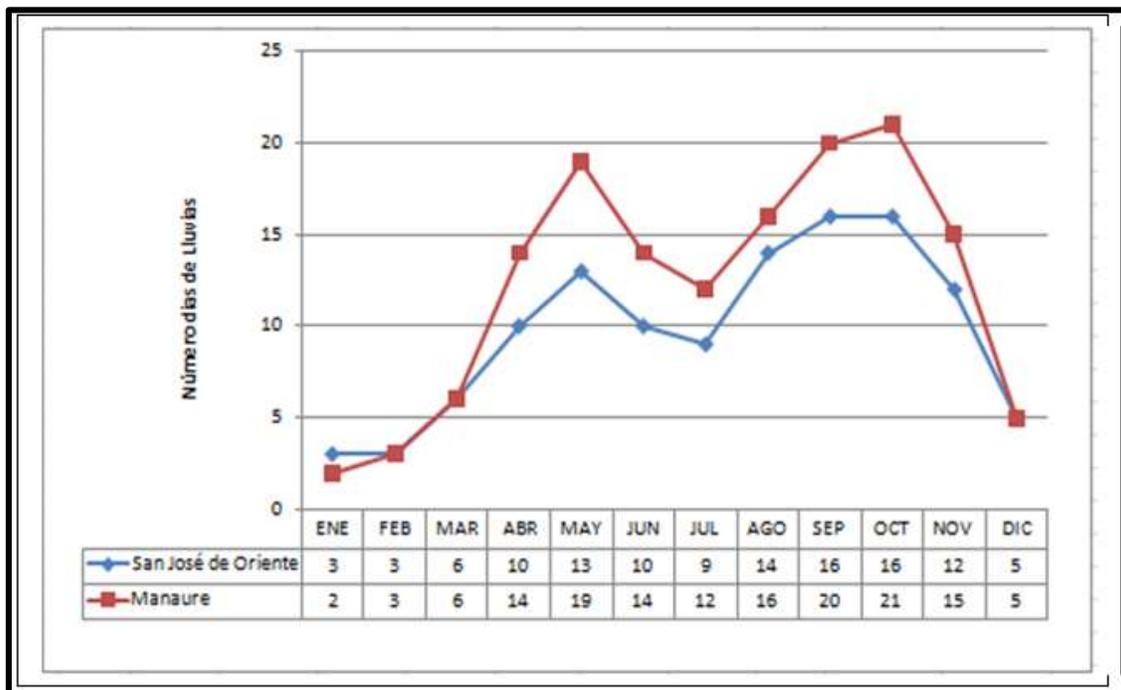


TABLA 5: Número de días de Lluvias Estación San José de Oriente y Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

8.1.2 ANALISIS ANUAL DE PRECIPITACION

Con base a la estación San José de Oriente, la cuenca del río Manaure presenta una precipitación máxima de 1930,2 mm/año y precipitaciones mínimas de 0,0 mm, la precipitación media anual fue mayor a 1000 mm/año. Cabe resaltar que esta estación cuenta con un registro discontinuo de 14 años por lo tanto es insuficiente para realizar un análisis en cuanto a la distribución cronológica.

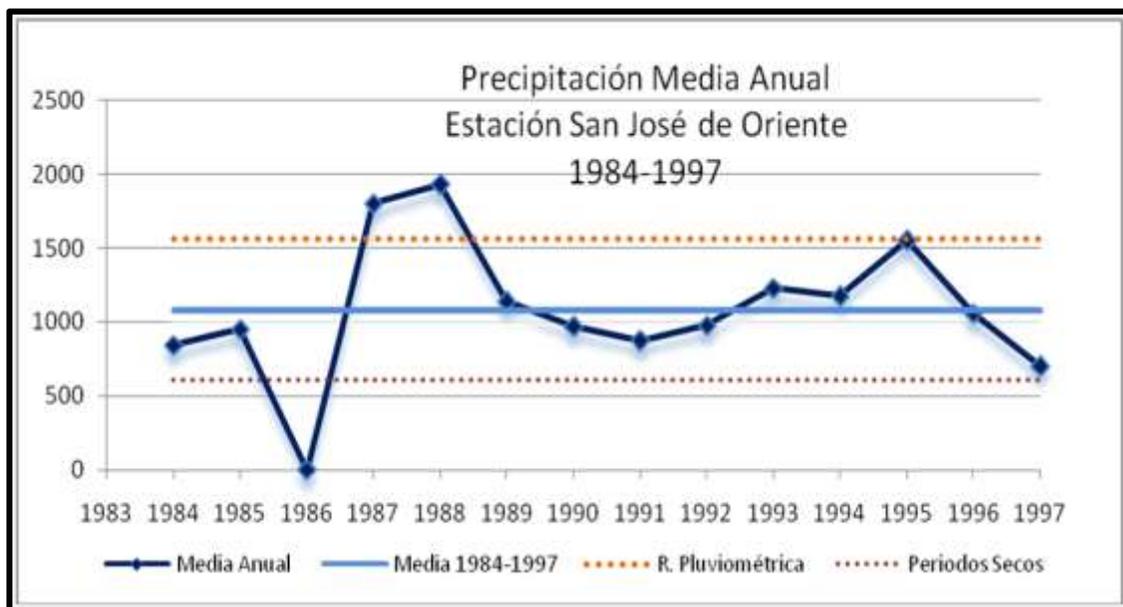


FIGURA 13. Distribución cronológica de la precipitación Media Anual, estación San José de Oriente. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

Con base a la figura 13, se observa que para el año de 1986 se presentó un periodo seco registrado en esta estación; para los años 1984, 1985, 1990, 1991, 1992 y 1997 la precipitación estuvo por debajo de la media anual para los años de 1987, 1988, 1989, 1993, 1994, 1995 y 1996 se situó por encima de la media anual.

Con respecto a la estación Manaure, si se cuenta con datos para realizar un análisis con base a su distribución cronológica, ya que cuenta con registros continuos de 34 años faltando solo algunos datos en el año 1975.

Con base a la Figura 14, se observa que para los años 1975, 1976, 1997, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 se presentó periodos secos y para los años 1977, 1978, 1979, 1980, 1985, 1986, 1989, 1991, 2002 la precipitación estuvo por debajo de la media anual.

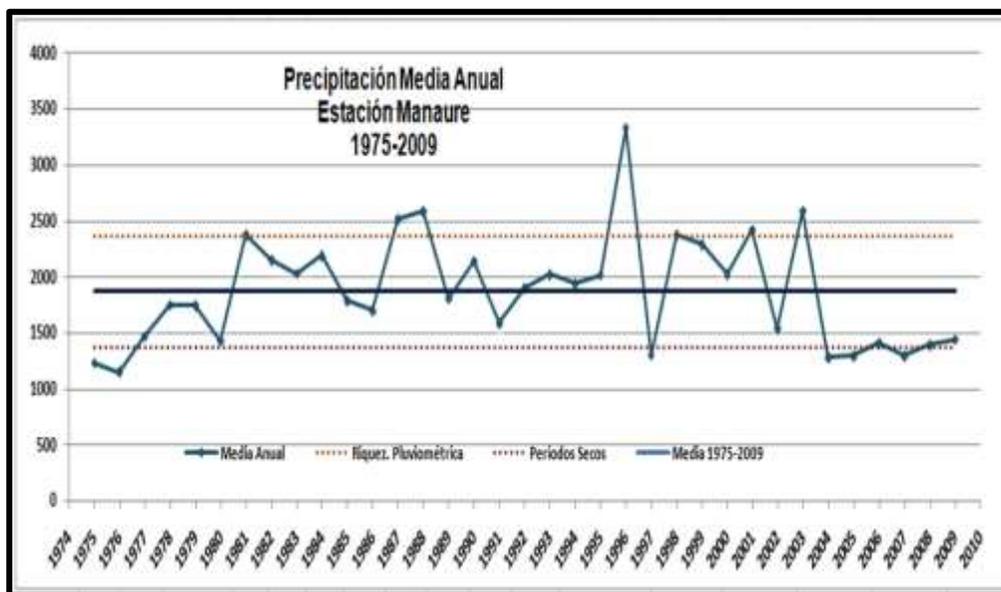


FIGURA 14: Distribución cronológica de la precipitación Media Anual, estación Manaure. Fuente: EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOTÉCNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE MUNICIPIO DE MANAURE BALCON DEL CESAR DEPARTAMENTO DEL CESAR. 2011.

Descripción:

9. MARCO GEOLOGICO “SERRANIA DEL PERIJA (SP)

La Serranía del Perijá es un sistema montañoso ubicado al noroccidente de Colombia. Hace parte de una configuración estructural formada a partir de la interacción entre la placa Caribe con los Bloques continentales de la placa Suramericana (Bayona *et al.*, 2011).

Estructuralmente se encuentra limitada por los sistemas de fallas de Oca al Norte, al oeste por la falla Cerrejón y al este por las fallas Perijá y Tigre. La falla de Oca es una falla rumbo dextral con buzamiento desconocido (Paris *et al.*, 2000, citado en Chicangana *et al.*, 2011). La falla Cerrejón es una falla de cabalgamiento de bajo ángulo con un buzamiento de 15° hacia el SE. Hacia el sur, el trazo de la falla Cerrejón se divide con la falla de Sardinita en la región de Manaure y con los trazos del sistema de fallas de Media Luna. La Falla de Perijá es una falla inversa de alto ángulo con dirección N18°E al sur y N26°E al norte.

La Evolución Geológica de esta parte de la Serranía del Perijá se puede dividir en tres partes muy marcadas según (Radelli *et al.*,).

- La primera parte corresponde con el Paleozoico; Durante el paleozoico inferior se produce una deposición de rocas de origen detríticas (areniscas cuarzosas y Cuarzo-feldespática), seguida a esta deposición se genera una importante sedimentación marina prevalentemente calcárea (Devónico medio-permocarbonífero) y contemporáneamente se desarrolla un volcanismo que da lugar a frecuentes e importantes intercalaciones Tobaceas (Devoniano Tobaceo). La Sedimentación Permo-carbonífera descansa sobre el Devoniano Tobaceo y se trata de calizas grises de origen Químico-organógenas, se hallan en bancos de un metro o más de espesor, muchas veces ricas en fósiles. Está constituida casi completamente por calcita: la mayoría de ésta se halla en granos diminutos, pero también hay algunos cristales mayores que presentan las típicas trazas de clivaje de este mineral. Además de las facies puramente calcáreas se hallan en la formación delgados niveles de margas escamosas. El Devoniano Tobaceo se trata de rocas ligeramente metamórficas de origen Tobaceo de grano fino, con superficies de esquistosidad brillantes debido a la presencia de

abundante sericita, de color variable entre el negruzco, el verde y el rojizo. Contienen una fauna bastante bien conservada, en la cual se reconocen braquiópodos y lamelibranquios.

La parte superior del Paleozoico se produce una orogénesis con metamorfismo más o menos intenso afectando a los depósitos de origen detríticos (Areniscas cuarzosas y cuarzo-feldespáticas) y los depósitos del Devónico medio-permocarbonífero. La secuencias del paleozoico superior están constituida al E de Manaure y San José de Oriente, por rocas de color oscuro y grano finos, ricamente fosilíferas, con faunas de crinoideos y corales.

- La segunda parte corresponde con el mesozoico; en el mesozoico se produce un cambio importante de las condiciones ambientales que demarca la transición del paleozoico al mesozoico. La sedimentación marina se sustituye durante mucho tiempo por una sedimentación subcontinental (Formación la Quinta), reapareciendo las facies francamente marinas solo con la transgresión cretácica. El establecimiento de estas nuevas condiciones depende de la erección de la cordillera herciniana, cuyos terrenos mesozoicos de origen continental son por lo tanto el producto de la erosión de la cordillera herciniana. Durante las primeras fases de la sedimentación subcontinental se verifican las últimas actividades del volcanismo que dan lugar a menores intercalaciones de tobas.

Durante la sedimentación de la Quinta se produce un nuevo volcanismo esta vez básico, dando lugar a intercalaciones tobaceas y sucesivas subidas de lavas hacia el final de la sedimentación continental. El carácter de la formación es prevaecientemente detrítico, pero además de las rocas de origen puramente detrítico, son muy abundantes las de origen volcánico y las rocas híbridas, que resultan de la mezcla íntima de una parte detrítica y de otra volcánica. Se pueden reconocer las siguientes facies: **a)** Conglomerados; con guijarros de lavas ácidas que son comunes en la base de las areniscas cerca del contacto con las riodacitas y tendrían que corresponder a la parte más antigua de la formación. Se trata por lo general de niveles de poco espesor, en los cuales, dentro de la matriz arenácea rojiza se destacan, por su color claro, los elementos redondeados de roca volcánica. **b)** Areniscas + rocas volcánicas acidas (Recristalizadas); se encuentran asociadas con las areniscas, rocas de origen volcánico, entre las cuales hay lugar a distinguir dos facies: tobas ácidas

recristalizadas y micropegmatitas filonianas que derivan de la desvitrificación de un antiguo vidrio. Las tobas Acidas recristalizadas se trata de rocas claras, de estructura porfídica debido a la presencia de fenocristales feldespáticos de color rosado en una mesostasis fina, que se confunden fácilmente con verdaderas lavas. Derivan de la deposición de una nube ardiente y presentan carácter ignimbrítico. La micropegmatitas presenta grano fino y color rojizo, Se componen esencialmente de cuarzo, ortosa y plagioclasa ácida (albita). **c)** Areniscas; se tratan de areniscas rojas, compactas, de grano fino, de fractura concoidea, que se pueden clasificar como red-beds, estratificadas en bancos de espesor variable. Su composición mineralógica es más bien uniforme. Cuarzo, en granos poco redondeados y feldespatos, especialmente sódico-cálcicos, constituyen la casi totalidad de la roca. El cemento puede ser ferruginoso, calcáreo-ferruginoso, calcáreo y arcilloso. El diámetro máximo de los granos no pasa en promedio de los 0.1mm. **d)** Tobas interestratificadas en las areniscas; Se tratan de intercalaciones tobaceas en diferentes niveles de la serie detrítica. Se componen de una mesostasis diminuta en la cual se hallan inmergidos pequeños cristales de cuarzo, feldespatos y minerales filíticos, principalmente biotita. **e)** Areniscas + tobas + lavas basálticas; Un importante magmatismo prevalecientemente efusivo ha interesado los terrenos clásticos de la Quinta. Se trata de lavas Basálticas y más básicas y de sus correspondientes hipoabisales, que se encuentran tanto en yacimiento concordante como discordante en los sedimentos descritos. La edad de este fenómeno efusivo es por lo tanto posterior a por lo menos una parte de la sedimentación de La Quinta y anterior a las calizas cretácicas, que nunca han sido interesadas por él.

Para el Mesozoico superior – Cretácico un importante cambio paleo geográfico de marca una nueva transición. El ambiente continental que había dirigido durante mucho tiempo la sedimentación de la Quinta es invadido por un mar Cretácico, que empieza con la deposición de conglomerados y areniscas parecidas a las de la Quinta y por ultimo con una importante sedimentación calcárea. Se trata de calizas gris-claras, ricamente fosilíferas. Entre las muchas formas fósiles que contienen, particularmente características son pelecípodos de ornamentación abundante, con lo cual ayuda a la diferenciación con las Calizas Paleozoicas. Localmente se pueden observas, como por ejemplo en los alrededores de Manaure,

particularidades sedimentarias como bloques redondeados (Calcáreos) en pequeños niveles margosos escamosos, que hacen pensar en una sedimentación bajo condiciones particulares (corrientes de turbidez).

-La tercera parte corresponde a las formaciones recientes, conformando las grandes terrazas (típica la de Manaure) compuestas por cantos de diferentes clases (riodacitas, areniscas de la Quinta, etc.) y niveles de areniscas cuarzosas cuya deposición indican movimientos tectónicos recientes.

10. ESTRATIGRAFIA

Las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio (Ilustración 1) contienen rocas desde el cretácico hasta el cuaternario, constituidas principalmente por rocas sedimentarias y depósitos Coluvio- aluviales y aluviales.

El cretácico está conformado por rocas sedimentarias carbonatadas aflorando hacia la parte occidental de área de estudio. En el cuaternario se encuentran depósitos Coluvio – aluviales y aluviales conformando una serie de terrazas de composiciones variables, aflorando al occidente y centro del área de estudio. A continuación se describen estas unidades de roca, de más antiguas a más jóvenes; basada en información encontrada en el proyecto GEOLOGÍA DE LA PLANCHAS 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 Y 40. PROYECTO: “EVOLUCIÓN GEOHISTÓRICA DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA” y de información obtenidas por visitas de campo por parte del autor de este proyecto.

Cretácico

10.1 Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi): Tschanz et al. (1969), mencionan que la unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas”, es una caliza con un nivel de shales intermedio, que consiste de rocas equivalentes a la parte superior del Grupo Cogollo y a la Formación La Luna que incluye todas las rocas del Aptiano al Coniaciano medio. Estos autores señalan además, que el Grupo Cogollo incluye a las Formaciones Lagunitas y Aguas

Blancas, las cuales son unidades informales denominadas por geólogos del petróleo en el Área de Ranchería.

Tschanz et al. (op. cit.), en el área de los Valles de Cesar y Ranchería, dividieron la considerada por ellos secuencia cretácica miogeosinclinal en dos unidades cartografiables, basados en un cambio abrupto topográfico natural en el tope de las rocas equivalentes a la Formación La Luna. A la unidad inferior la llamaron “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” -K1-, y a la unidad superior -K2- Shales (Formación) Molino (Colón) (Umir). Para la unidad inferior (Kcsi) estos autores dan un espesor de 1800 a 2150 pies (550 a 655 m) en el Valle del Ranchería a cerca de 2300 pies (700 m) en el Valle del Cesar.

La unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” (Kcsi) de unos 1800 pies a 2300 pies de espesor (Tschanz et al. 1969), es decir, de unos 550 m a 700 m de espesor, está compuesta por calizas (mudstones, wackestones y packstones) -algunas terrígenas-, lodolitas calcáreas (generalmente fósiles), arenitas calcáreas, limolitas calcáreas, limolitas silíceas, arenitas feldespáticas y sublíticas, chert negro, lodolitas limosas a arenosas calcáreas, limolitas a arenitas de grano muy fino calcáreas, ocasionalmente arenitas cuarzosas; en general de colores gris, gris oscuro, crema, y de alteración amarillo y ocre, con abundantes fósiles o fragmentos fósiles de bivalvos, gasterópodos, amonitas, ostreidos, foraminíferos, etc., y con concreciones calcáreas que varían en diámetro desde unos centímetros hasta varios decímetros.



FOTOGRAFIA 1. Afloramiento Formación Calizas y Shales Cretácicas Indiferenciadas (Kcsi) Fuente: Tomada por el autor

La unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” (Kcsi) es discordante sobre unidades litológicas del Cámbrico-Ordovícico (Metasedimentos del Cámbrico y Ordovícico), del Devónico-Carbonífero (“Rocas sedimentarias del Devónico y del Carbonífero de la Cuchilla de Carbonal”).

La unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” (Kcsi), con base en el estudio de amonitas, tiene un rango de edad desde el Aptiano inferior hasta el Coniaciano y consiste en rocas equivalentes a la parte superior del Grupo Cogollo (que a su vez se divide en las Formaciones Lagunitas y Aguas Blancas) y a la Formación La Luna (con sus respectivos miembros Laja y Manaure) (Tschanz et al. 1969).

Referente a la génesis de la unidad de “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas”, resumiendo de Cáceres et al. (op. cit.), se puede concluir que fue depositada en una plataforma media en un mar abierto rico en carbonatos, en un mar tropical con relativamente buen contenido de material orgánico y bioclástico.



FOTOGRAFIA 2. Calizas pertenecientes a unidad de Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi). Fuente: Tomada por el autor

Cuaternario

10.2 Depósitos Coluvio-aluviales: Depósitos de poco transporte con cantos heterométricos embebidos en matriz arenosa arcillosa, con aportes aluviales y principalmente coluviales, su principal exponente es justamente el cono aluvio-coluvial si se quiere sobre el que se asienta la cabecera municipal de Manaure Balcón del Cesar, por supuesto reposa discordantemente sobre las demás unidades.



FOTOGRAFIA 3. Depósitos Coluvio-aluviales hacia el noroccidente del municipio de Manaure. Fuente: Tomada por el autor

10.3 Depósitos de llanura aluvial: Corresponde a los depósitos típicamente aluviales que se localizan en la vega baja del río Manaure, desarrolla algunos niveles de terraza y ocupa casi toda la parte baja de la cuenca. Los clastos que conforma estos depósitos presentan variaciones litológicas muy diversas, rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias, llamado la atención de frecuentes Skarn que dan cuenta de los procesos de metamorfismo que ha sufrido la cuenca alta.



FOTOGRAFIA 4. Fotografía Panorámica de afloramiento llanura aluvial. Fuente: Tomada por el autor



FOTOGRAFIA 5. Afloramiento Llanura aluvial presentando variaciones litológicas.

Fuente: Tomado por el autor

10.4 CLASIFICACION DE MACIZO ROCOSO

Para evaluar la formación presente en el área, se hace una clasificación de macizo rocoso; Basándose en la clasificación de macizos rocosos propuesta por Bieniwsky presentada en 1973 y modificada en 1989. El parámetro que define la clasificación es el denominado índice RMR (ROCK MASS RATING), que indica la calidad del macizo rocoso en cada dominio estructural a partir de los siguientes parámetros:

- 1.-Resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa.
- 2.-R.Q.D. Grado de fracturación del macizo rocoso.
- 3.-Espaciado de las discontinuidades.

4.-Condiciones de las discontinuidades, el cual consiste en considerar los siguientes parámetros:

- Abertura de las caras de la discontinuidad.
- Continuidad o persistencia de la discontinuidad.
- Rugosidad.
- Alteración de la discontinuidad.
- Relleno de las discontinuidades.

5.-Presencia del Agua, en un macizo rocoso, el agua tiene gran influencia sobre su comportamiento, la descripción utilizada para este criterio son: completamente seco, húmedo, agua a presión moderada y agua a presión fuerte.

6.-Orientación de las discontinuidades.

Con base a estos parámetros se logra obtener una aproximación del comportamiento geotécnico de la unidad de roca.

10.4.1 CLASIFICACIÓN DE MACIZO ROCOSO: Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi):

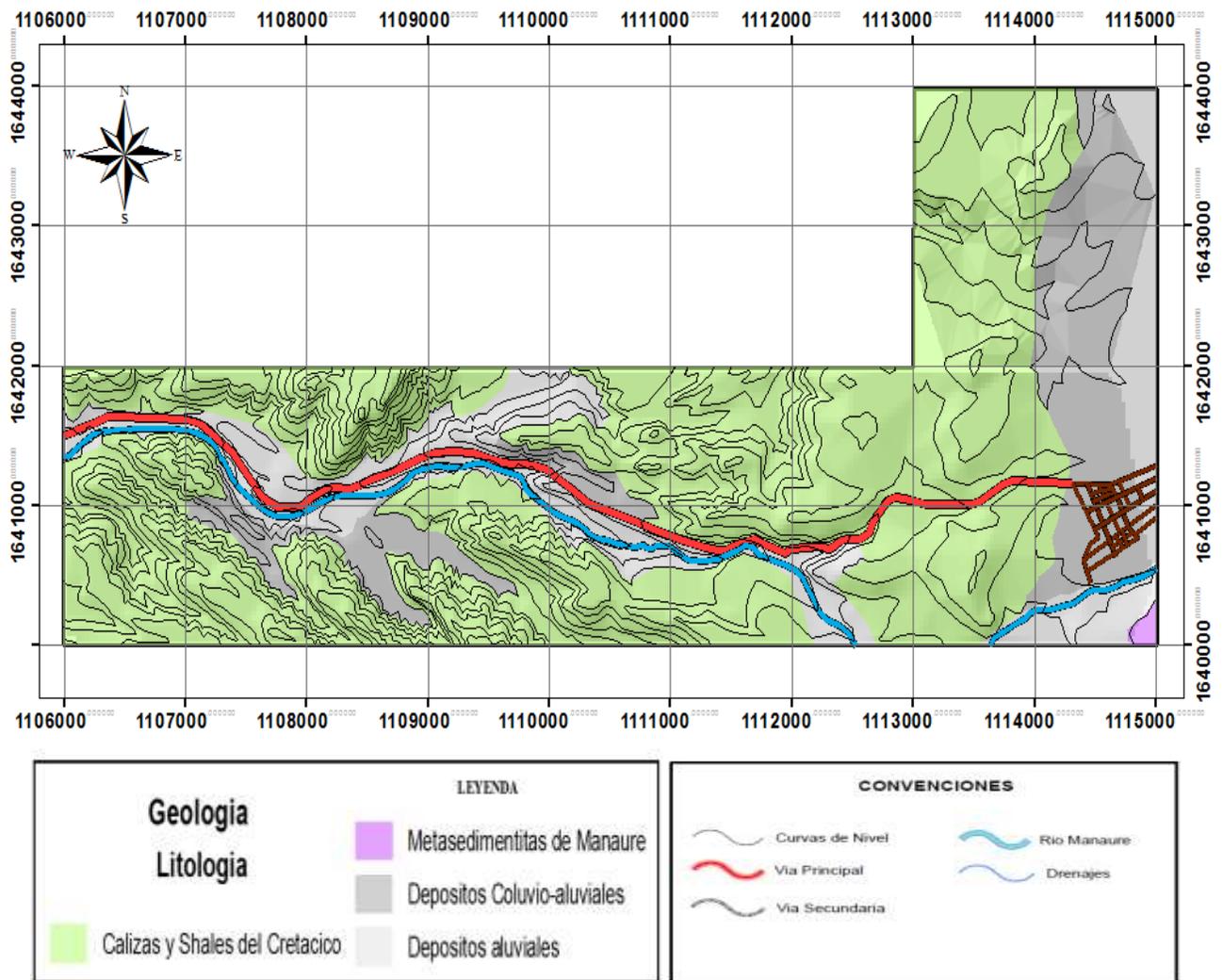
1	Resistencia de la matriz rocosa (Mpa)	Ensayo de carga puntual	Comp. Simple		
		Compresión Simple	250 - 100		
		Puntuación	12		
2	RQD		25% - 50%		
	Puntuación		6		
3	Separación entre diaclasas		0,06 – 0,2m		
	Puntuación		8		
4	Estado de las Discontinuidades				
	Longitud		>20m		
	Puntuación		0		
	Abertura		1 – 5mm		
	Puntuación		1		
	Rugosidad		Ligeramente rugosa		
	Puntuación		3		
	Relleno		Ninguno		
	Puntuación		6		
	Alteración		Ligeramente alterada		
Puntuación		5			
5	Agua Freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo		
		Relación: Presión de Agua/Tensión principal mayor	0		
		Estado General	Seco		
	Puntuación		15		
		Suma Total	56		
CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	Muy Buena	Buena	Media	Mala	Muy Mala
PUNTUACIÓN	100-81	80-61	60-41	40-21	<20

TABLA 6: Clasificación de macizo rocoso “Calizas y shales cretácicas indiferenciadas” (Calizas).

Fuente: Elaborada por el autor

Con base a la tabla 6, el Macizo rocoso presenta una calidad media, ubicándose en la clase III con un total de 56. El macizo rocoso clasificado se encuentra ubicado al margen izquierdo de la vía que conduce desde el corregimiento Manaure cesar al municipio de la Paz.

10.5 MAPA GEOLOGICO



ILUSTRACION 1: Mapa geológico de la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

11. GEOMORFOLOGIA

11.1 PENDIENTE

Para la elaboración del mapa de pendiente se tomó como base las descripciones y rangos estandarizados adoptados por el INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI (IGAC). En la tabla 4 se describe cada uno de los rangos tomados para la construcción del mapa, especificándose los valores en porcentajes agrupados, el símbolo, las descripciones, los procesos y condiciones que caracterizan los terrenos.

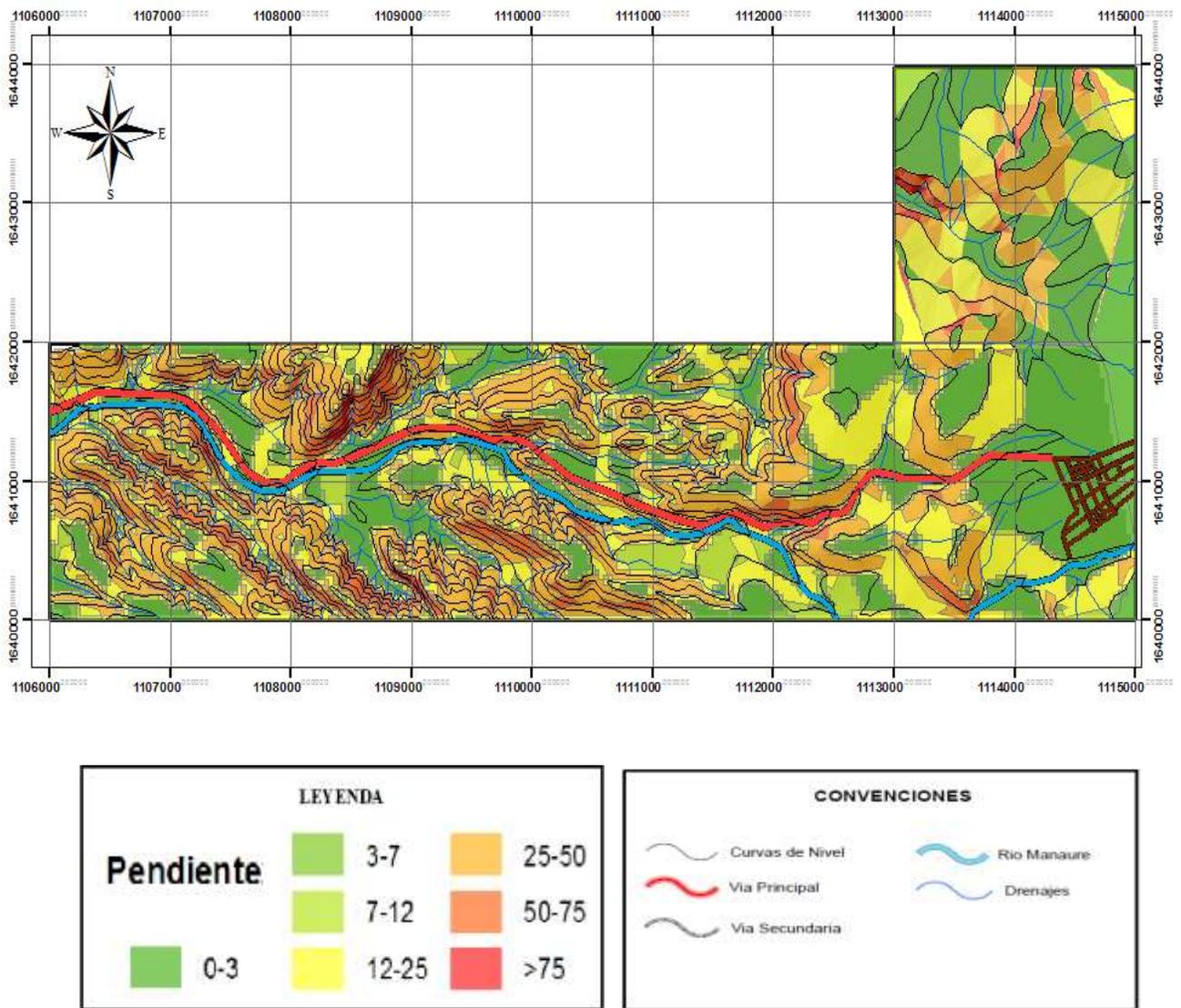
PENDIENTE	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	PROCESOS CARACTERISTICOS Y CONDICIONES DEL TERRENO
0-3 %	a	A nivel / casi a nivel	Denundación no apreciable; por su condición transitable y laborable, es objeto de uso agrícola, solamente se dificulta su uso bajo condiciones secas.
3- 7 %	b	Ligeramente inclinada / Ligeramente ondulada	Aunque escasos en las áreas con reemplazos forestales existen movimientos en masa de diferentes clases y baja velocidad, especialmente soliflucción y erosión laminar y surcos.
7- 12 %	c	Moderadamente inclinada / Moderadamente ondulada / Ligeramente quebrada	Condiciones similares al rango anterior con aumento de la concentración hídrica por efectos de la mayor pendiente.
12- 25 %	d	Fuertemente inclinada /	Movimientos en masa de todo tipo, especialmente soliflucción,

		Fuertemente ondulada / Moderadamente quebrada	reptación erosión en surcos, ocasionalmente deslizamientos. Ante cambios en el uso del suelo existen peligros de erosión del suelo y deslizamientos.
25- 50 %	e	Fuertemente quebrada / Ligeramente escarpada	Procesos denudacionales intensivos de diferentes clases zonas con reemplazos forestales evidencias claras de erosión del suelo.
50- 75 %	f	Moderadamente escarpada	Desprendimiento de rocas, coluviación.
75- 100 %	g	Fuertemente escarpada (incluye escarpes sub verticales y verticales)	Caída de rocas, por efectos de tectonismo y bioclastia.

TABLA 7: Descripción de pendientes; tomada del proyecto ELABORACION DEL MAPA DE RIESGO POR EVENTOS GEOTECNICOS EN LA PARTE MEDIA DE LA CUENCA DE LA CORRIENTE HIDROGRAFICA DEL RIO GUATAPURI 2010.

11.2 MAPA DE PENDIENTES

Como resultado de la digitalización de la parte inferior izquierda de la plancha topográfica 27IVD a escala 1:25000, la implementación de los rangos de pendientes antes descritos y la fotointerpretación del área, se obtuvo el mapa de pendiente de la zona que representa la distribución espacial de estas expresiones morfológicas. Ilustración 2.



ILUSTRACION 2. Mapa de Pendiente a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

11.3 PAISAJE DISOLUCIONAL

En este paisaje las geoformas ocurren en áreas calcáreas que poseen una morfología particular, resultándose de la disolución superficial y subsuperficial de carbonatos de calcio o también llamadas rocas carbonatadas. Se pueden diferenciar varios tipos de relieves tales como: lomas carsticas, valles ciegos, dolinas entre otros.

11.3.1 RELIEVE DISOLUCIONAL

Esta geomorfa en la zona de estudio es poco visible en la superficie, se pueden observar procesos de disolución en algunos afloramientos de roca (calizas) en pequeñas cantidades y estos a su vez forman pequeños drenajes internos. Algunas informaciones de los hacendados cercanos de la zona afirman la existencia de algunas cavernas dentro del área de estudio.

11.4 PAISAJE FLUVIAL

Este ambiente está sujeto a la acción del transporte de sedimentos y de las corrientes de agua sobre el relieve terrestre. Los ríos son los encargados del transporte líquido y sólido a lo largo del sistema fluvial produciendo acumulación del material y procesos erosivos los cuales conducen a la formación de diferentes geoformas pertenecientes al sistema fluvial tales como: las llanuras aluviales, las terrazas aluviales, conos torrenciales, abanicos de piedemonte entre otros.

11.4.1 VALLECITOS

Los vallecitos son geoformas alargadas que muestran variaciones en su amplitud, estos pertenecen a los paisajes de montaña y lomerío, de donde reciben varios aportes laterales; formados por corrientes menores (quebradas y ríos) produciendo en pequeñas proporciones terrazas o conos. En la zona de estudio se pueden observar terrazas de poca elevación hacia la parte noroccidental del río Manaure-Cesar.



FOTOGRAFIA 6. Paisajes Geomorfológicos Parte Noroccidental del Municipio de Manaure-Cesar. 1) Paisaje Disolucional del área de estudio 2) Vallecitos del área de estudio. Fuente: Tomada por el autor

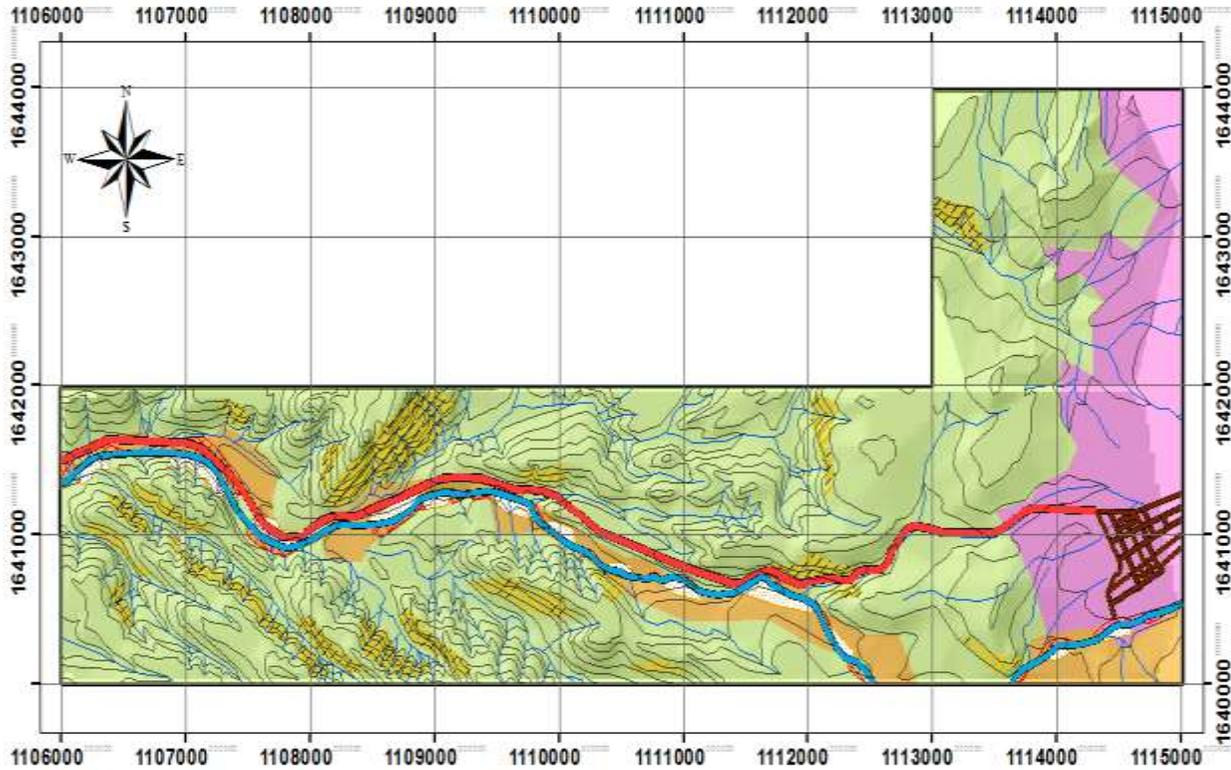
11.4.2 CONO ALUVIAL

Esta geofomas está constituida principalmente por los materiales transportados por el rio de Manaure, por el cambio de pendiente se deposita los materiales de forma encañonada debido a sus pendientes bajas, En la zona de estudio esta geofomas se asienta desde la cabecera municipal hacia la parte Noroccidental del municipio de Manaure.



FOTOGRAFIA 7. Cono Aluvial de la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

11.5 MAPA GEOMORFOLOGICO



ILUSTRACION 3. Mapa Geomorfológico de la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

12 COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO

La cobertura integra todo lo que habita en un espacio determinado dentro de un ecosistema y su entendimiento es de gran importancia al momento de definir, determinar y cartografiar las unidades que se presenten en esta. El conocimiento de la cobertura y uso de la tierra constituye uno de los aspectos principales dentro del análisis físico no solo en la caracterización y en la espacialización de las unidades de paisaje sino en la formación de los suelos manifestando en los últimos tiempos un resultado positivo de la vegetación evitando procesos erosivos como es el caso de los deslizamientos en una ladera.

La vegetación contribuye notablemente en la resistencia del suelo gracias al soporte mecánico que las raíces producen en el mismo, ayudando a determinar el contenido de agua en la superficie; algunas de las funciones que la vegetación desempeña sobre el suelo caben resaltar el anclaje de los suelos superficiales a los mantos más profundos, la retención de partículas del suelo, el incremento en la capacidad de infiltración entre otros. Cuando el suelo se encuentra sin lo que se denomina cobertura vegetal pueden ocurrir con más frecuencia procesos erosivos y la capacidad de absorber el agua se disminuirá alterando la infiltración del agua al material de la ladera y este a su vez presentará el riesgo de deslizarse. Es de gran importancia tener en cuenta que entre mayor densidad de follaje tenga un determinado suelo más se disminuye la erosión ya que este actúa como patrón ante los efectos erosivos a causa del agua de escorrentía.

En base a lo anterior descrito la vegetación actúa sobre el suelo de manera significativa ante la erosión; es decir, se deduce que donde se presentan más cantidad de bosques y árboles se presenta en menor cantidad los procesos erosivos mientras que donde la vegetación disminuya o sea más escasa aumentarán los procesos erosivos.

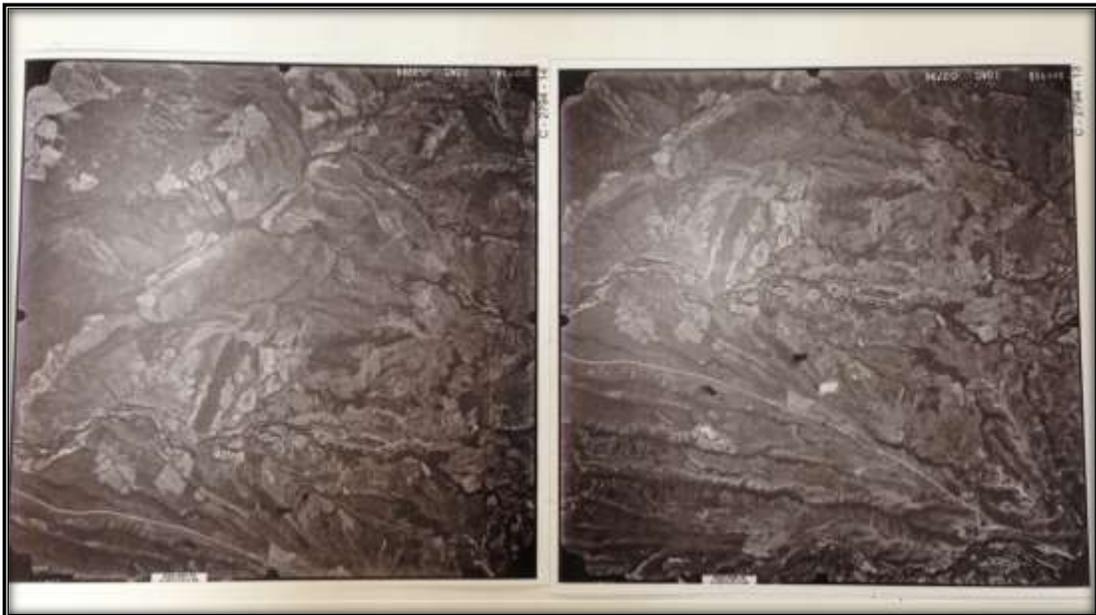
En la zona de estudio se identificaron tres tipos de cobertura vegetal que son:

- ❖ Bosques
- ❖ Rastrojos

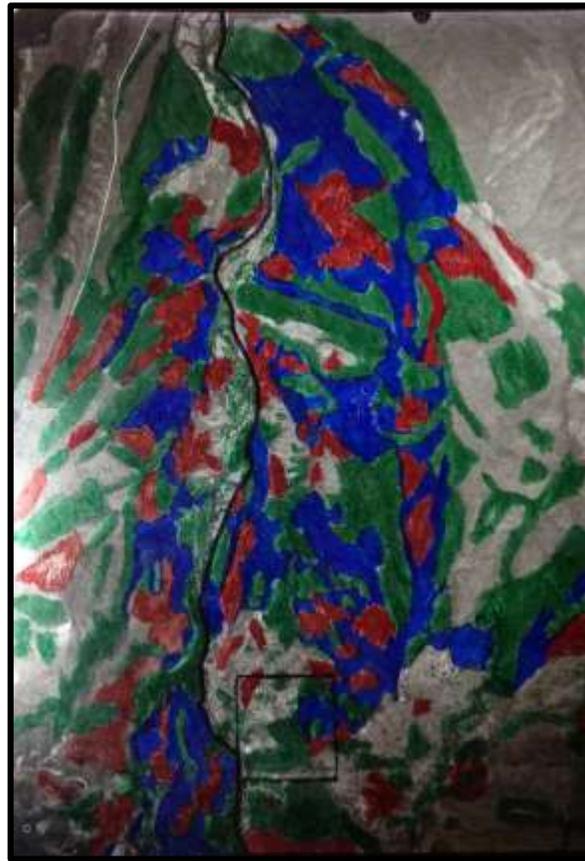
❖ Pastos

12.1 DISEÑO DE PROCESOS DE COBERTURA VEGETAL

Para la elaboración del mapa de cobertura vegetal se procedió con la adquisición de fotografías aéreas de la zona de estudio, obtenidas por medio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Una vez obtenidas se procedió con la fotointerpretación de ellas que se llevó a cabo en el laboratorio de la Fundación Universitaria del Área Andina.



FOTOGRAFIA 8. Fotografías aéreas interpretadas posteriormente



LEYENDA	
	Bosques
	Rastrojos
	Pastos

FOTOGRAFIA 9. Procesos de interpretación de fotografías aéreas

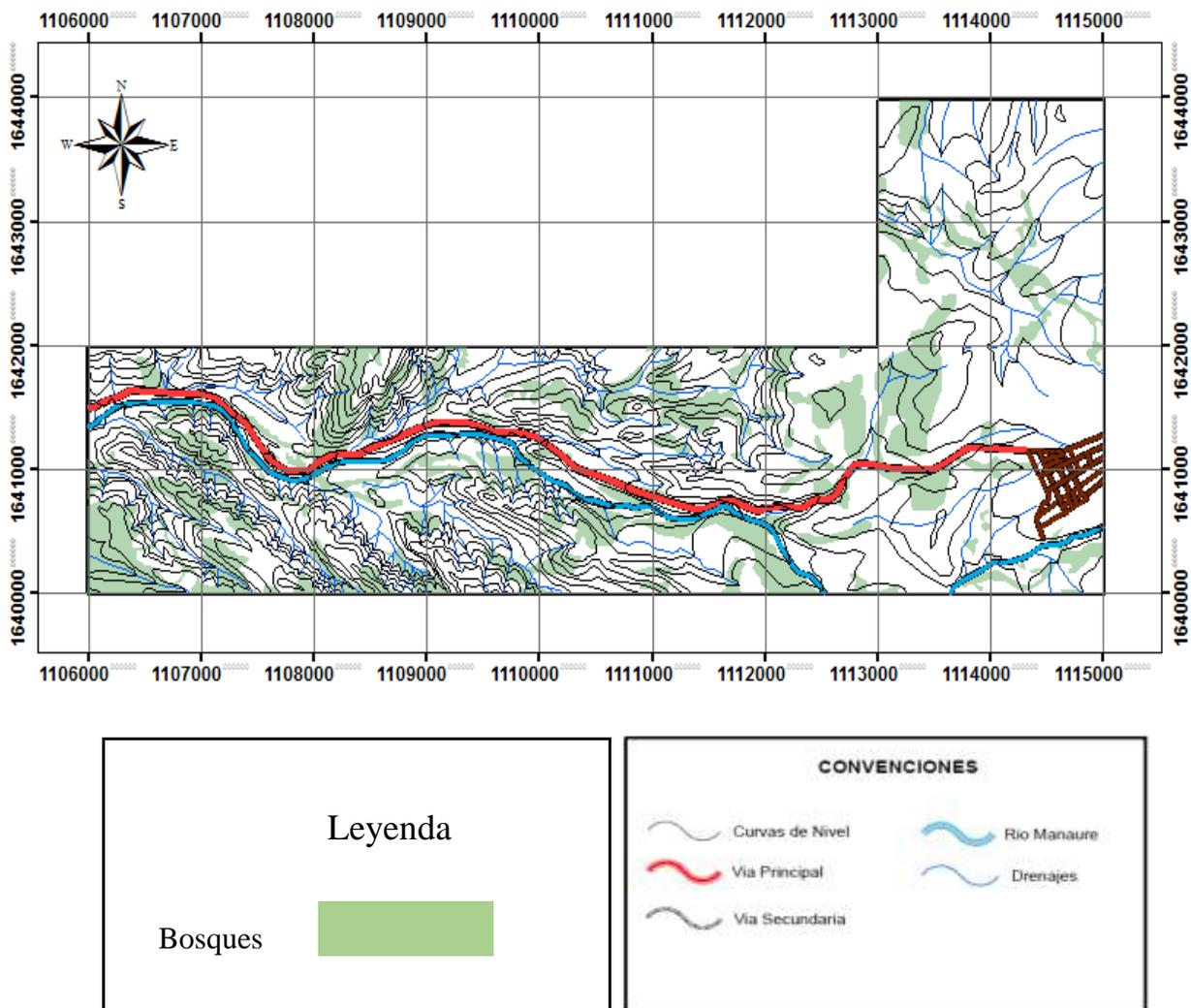
Como resultado de la fotointerpretación se identificaron las áreas con los distintos tipos de cobertura vegetal como se muestra en la fotografía 7. Como se puede observar la mayor parte del área está formada por vegetación de pasto y bosques, seguidos por rastrojos.

12.2 DEFINICIÓN DE UNIDADES

Las siguientes definiciones de las unidades de cobertura vegetal se realizaron con base a las definiciones planteadas en el proyecto **EVALUACION DEL RIESGO GEOTECNICO EN LA CUENCA DEL RIO MANAURE**.

12.2.1 BOSQUES

Se define de esta forma la cobertura de vegetación arbórea, que presenta intervención, con una alta actividad clorofílica, este tipo de vegetación corresponde a las zonas Boscosas donde la vegetación es muy abundante y los arboles generalmente poseen tamaños superiores a los 8 metros. En la zona de estudio este tipo de vegetación es la segunda con mayor área ocupada.



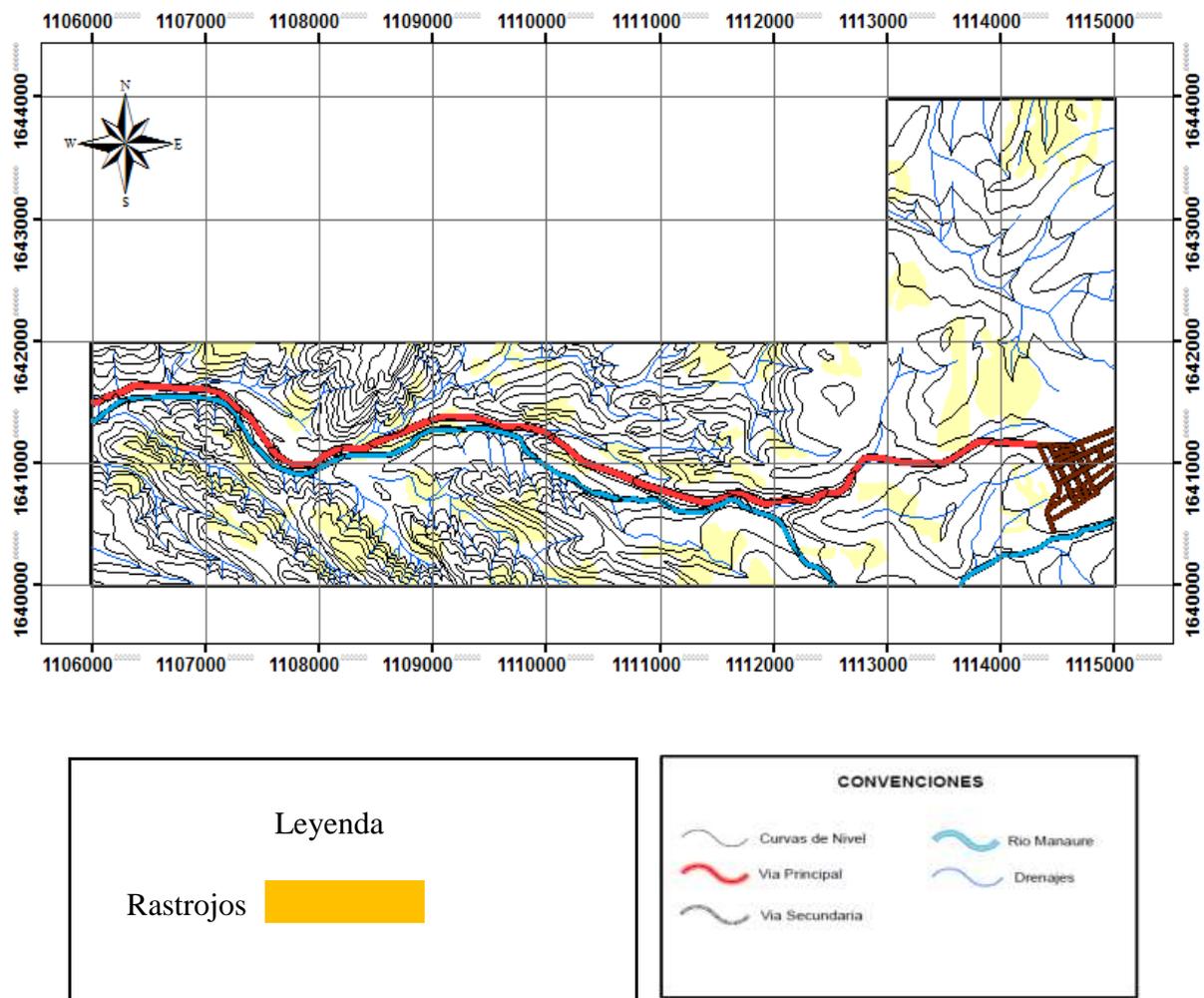
ILUSTRACION 4. Mapa de Bosques en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor



**FOTOGRAFIA 10. Cobertura Vegetal de Bosques en la zona de estudio. Fuente:
Tomada por el autor**

12.2.2 RASTROJOS

Las áreas con arbustales o herbazales leñosos que se registran espectralmente con más actividad clorofílica que el pasto pero menos que los bosques se clasificaron como rastrojo. En la zona de estudio los rastrojos son el tercer tipo de vegetación con mayor área ocupada.



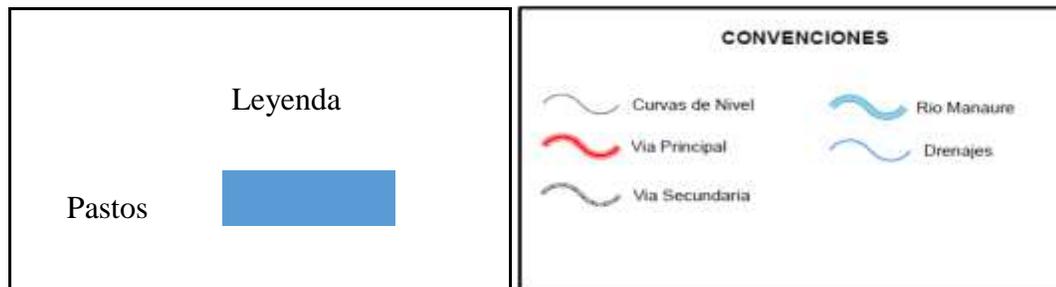
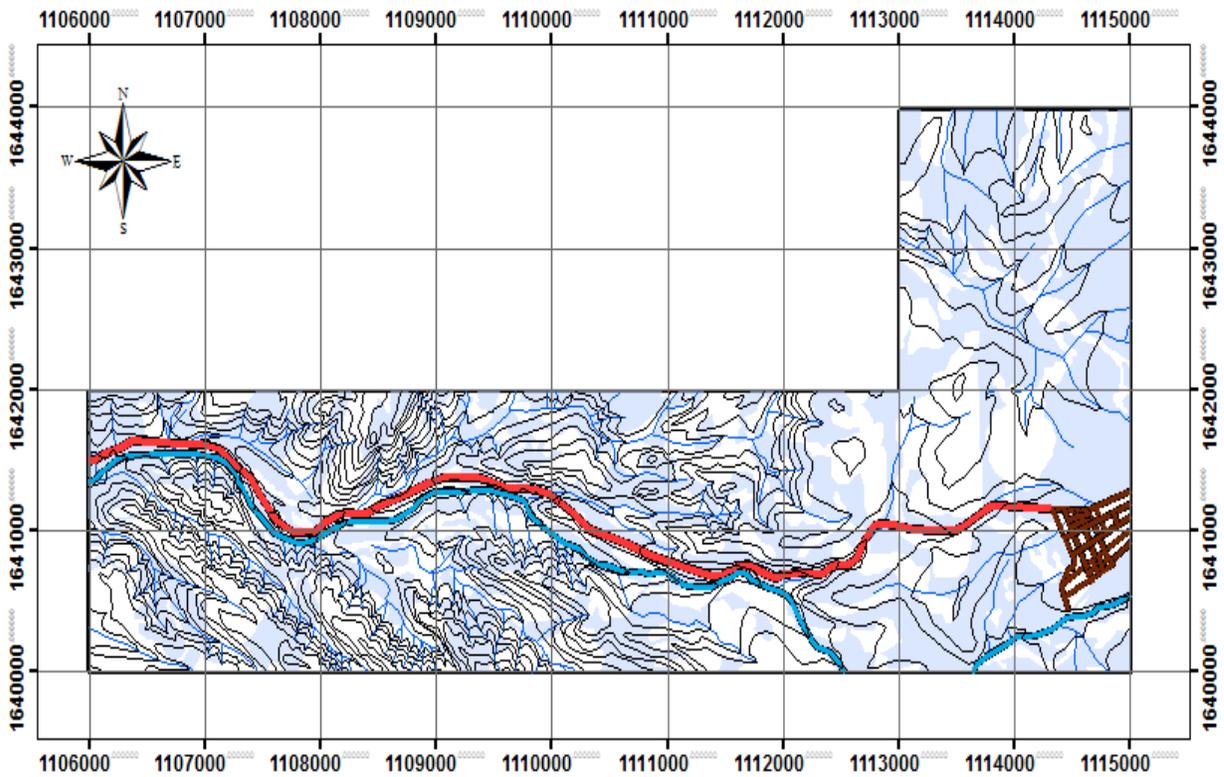
ILUSTRACION 5. Mapa de Rastrojos en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor



FOTOGRAFIA 11. Cobertura vegetal de Rastrojos en el área de estudio. Fuente: Foto Tomada por el autor

12.2.3 PASTOS

Las marcas espectrales para los polígonos de pastos, herbazales o terrenos en descanso empleados normalmente en ganadería extensiva, es importante resaltar que dentro de esta unidad se incluyen algunos tipos de herbazales , Dentro de la zona de estudio esta es la categoría más ampliamente difundida sobre el área.



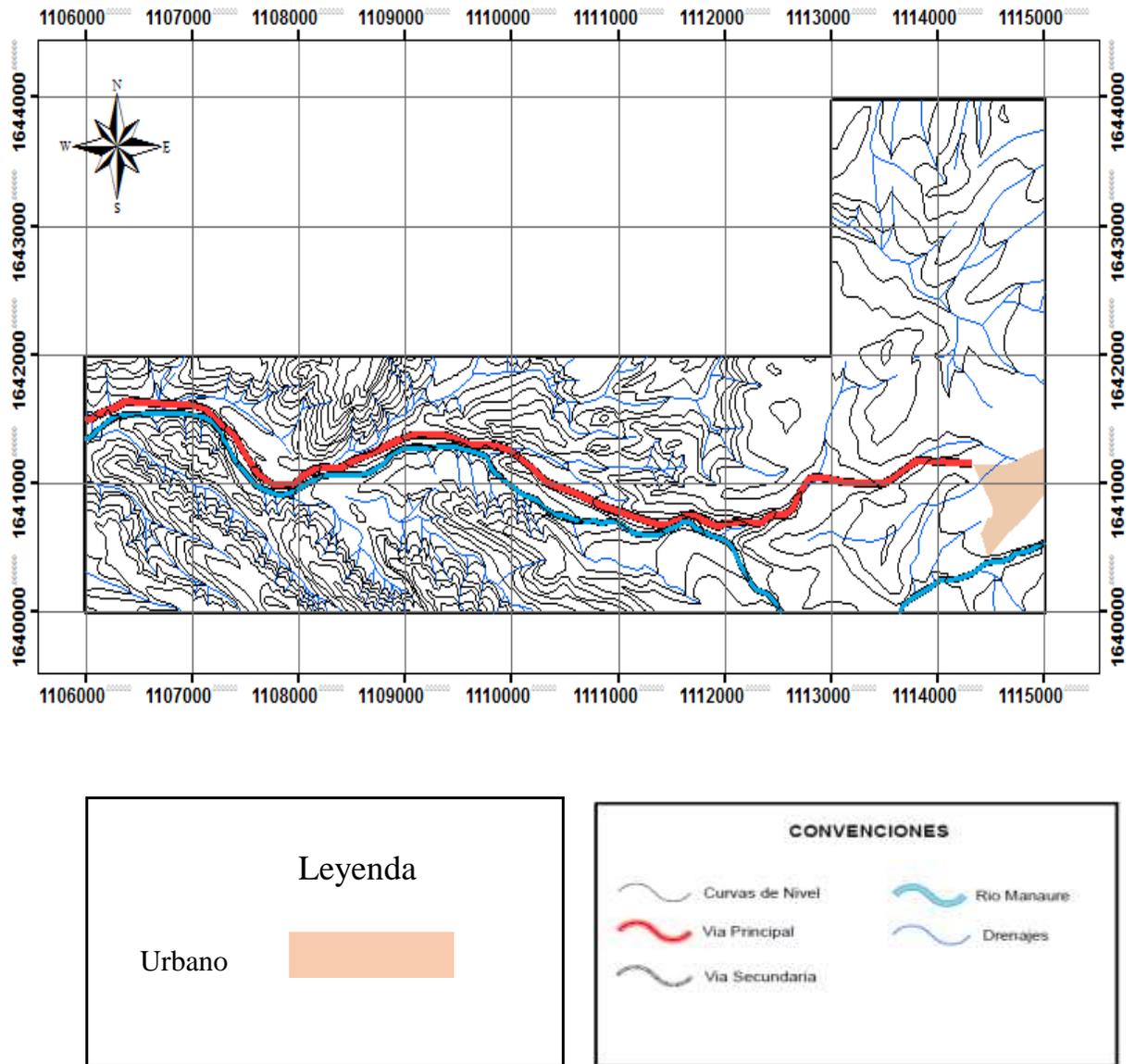
ILUSTRACION 6. Mapa de Pastos en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado Por el autor



OTOGRAFIA 12. Cobertura Vegetal de Pastos en la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

12.2.4 URBANO

Esta unidad corresponde al área limitada por el perímetro urbano que se conforma por el municipio de Manaure Balcón del Cesar. Este tipo de cobertura es menos susceptible que los pastos y suelos desnudos a los deslizamientos.



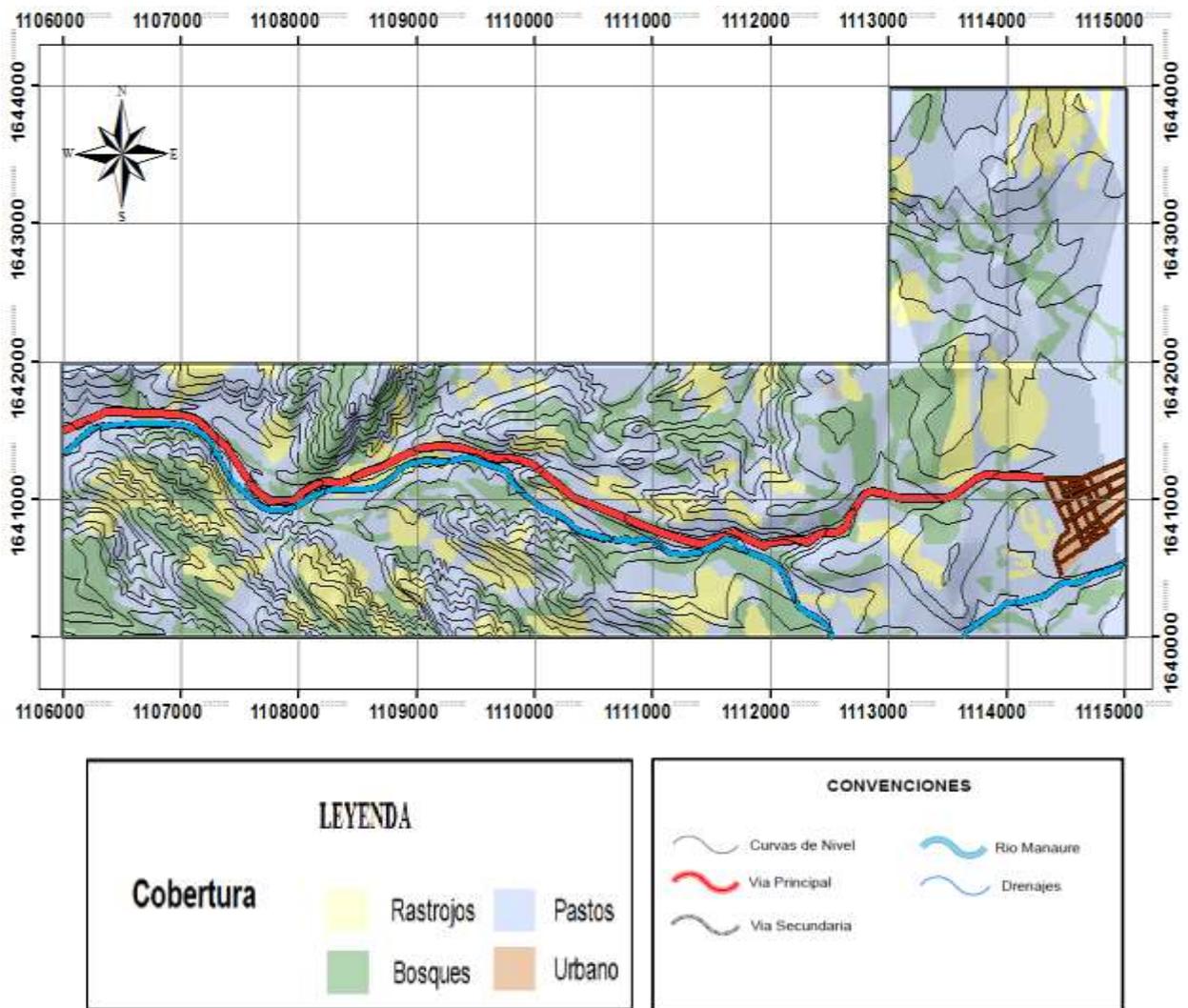
ILUSTRACION 7. Mapa Urbano en la zona de estudio a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor



FOTOGRAFIA 13. Cobertura Vegetal Urbana en la zona de estudio. Fuente: Tomada por el autor

12.3 MAPA DE COBERTURA SUELO

Luego de definir los diferentes tipos de vegetación que se encontraron en la zona de estudio, se obtiene el mapa general de cobertura vegetal y uso del suelo por medio de la unión de las aéreas de cada cobertura.



ILUSTRACION 8. Mapa de Cobertura y uso suelo en la zona de estudio a Esc: 1:25000.
Fuente: Elaborado por el autor

13. GEOTECNIA

Los suelos cumplen un papel muy importante en la obtención de los niveles de amenaza por procesos de remoción en masa; a continuación se presentan estudios aplicados a suelos presentes dentro del área de estudio analizándose así sus características y comportamiento físicas mecánicas, de igual manera se clasifican según la USCS y AASHTO.

13.1 TOMA DE MUESTRAS

Los puntos de la extracción de muestras se definieron con base a los lugares donde se apreciaron deslizamientos al momento que se realizaba la cartografía geológica. Con base a esto se tomó 1 muestra de suelos.

- ❖ La muestra se obtuvo de la margen izquierda de la vía que conduce de la cabecera municipal del casco Urbano de Manauare con el municipio de la Paz. En esta Zona no se apreció fenómenos de remoción en masa, Pero se decidió extraer la muestra de suelo para obtener información sobre el tipo de suelo que compone esta zona.

13.2 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Para el proceso de extracción de la muestra se procede con la siguiente serie de pasos con el fin de conservar la misma en su estado natural:

- 1- Retiro de materia orgánica
- 2- Se excava alrededor de un metro y medio para obtener una muestra de suelo fresca.
- 3- Se moldea un cubo con dimensiones de alrededor de unos 30 cm X 30 cm X 30 cm.
- 4- Se extrae la muestra y se envuelve en papel película.
- 5- La muestra extraída se introduce en una caja para su posterior transporte.
- 6- Se procede a marcar la muestra con el punto de extracción.

- 7- Se finaliza con el guardado de la muestra en un lugar seguro donde se evite algún movimiento o golpe brusco para su movilización al laboratorio.

13.3 ENSAYO Y ANALISIS DE RESULTADOS

Obtenida la muestra de suelo, se procede con el transporte hacia el laboratorio ubicado en la sede de la Fundación Universitaria del Área Andina de Valledupar. En ella el suelo es sometido a ensayos de granulometría y límites de Atterberg, para obtener su clasificación por medio del método de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el método del sistema unificado de clasificación.

MUESTRA

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2 1/2	0	0	100
2"	171,8	5	95
1 1/2	0	0	95
1	330,8	9,6	85,4
3/4.	108,9	3,2	82,2
1/2.	290,1	8,4	73,8
3/8.	179,7	5,2	68,6
#4	464,2	13,5	55,1
#10	620,4	18	37,1
#40	748,7	21,8	15,3
#200	431,6	12,6	2,7
FONDO	87,3	2,5	0,2

TABLA 8. Clasificación de suelo por medio del método de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el método del sistema unificado de clasificación. Fuente: Elaborado por el autor

METODO USCS:

- El % de suelo que pasa por el tamiz #200 no es mayor al 50%, por lo tanto es un suelo grueso.
- El % de suelo grueso que pasa por el tamiz #4 supera el 50%, esto indica que se trata de una arena (S).
- Como el % de suelo que pasa por el tamiz #200 es inferior al 5%, se obtiene el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc). Si se cumple la condición de que el Cu sea mayor o igual a 6 y el Cc este entre 1 y 3, el suelo es una arena bien graduada (SW), Si esta no se cumple entonces el suelo es una arena mal graduada (SP). El Cu y el Cc cumplen la condición (Cu=332 y Cc=1,50), por lo tanto el suelo es una ARENA BIEN GRADUADA, arena con grava con poco finos y sin ellos (SW).

METODO AASHTO

- Con base a la tabla AASHTO se conoce que se trata de un suelo granular ya que menos del 35% pasa por el tamiz #200.
- Con el índice de plasticidad y limite liquido se obtiene que se trata de un suelo A-2-4 gravas y arenas limosas y arcillosas, debido a que el limite liquido es menor a 40 y el índice de plasticidad menor a 10.

De manera general se observar que este tipo de suelo presenta características buenas con comportamientos en un rango de un macizo bueno a muy competente y su capacidad de drenaje es alta es decir en estado compactado es permeable; también su resistencia al cortante es buena clasificándolo como SW (arena bien graduada).

14. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

Para evaluar la amenaza se debe tener en cuenta una serie de factores tanto internos como externos; Dentro de los factores internos, se hace referencia a aquellas características propias del medio físico del área como lo son:

- ❖ El grado de fracturamiento.
- ❖ El grado de meteorización y alteración de las rocas o suelos.
- ❖ Mineralogía y propiedades físicas de los materiales
- ❖ Las propiedades Geomecánicas de los materiales.

Dentro de los factores externos encontramos:

- ❖ Aumentos en el régimen hídrico.
- ❖ Cortes de suelos o rocas.
- ❖ Sobrecargas en el terreno.
- ❖ Vibraciones inducidas por el hombre como explosiones o por agentes externos como el impacto de meteoritos.

14.1 IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS EN EL ANALISIS DE AMENAZA

Para llevar a cabo la zonificación de amenazas por procesos de remoción en masa en la parte Noroccidental del Municipio de Manaure-Cesar, se tomaron en cuenta una serie de parámetros que se relacionan entre sí, teniendo en cuenta esta interacción, es probable que se dé la ocurrencia o no de los movimientos en masa, debido a que cada una actúa directamente en la generación de estos fenómenos. Entre los parámetros tenemos la geomorfología, la geología, la hidrología e climatología, cobertura y uso de suelo, la geotécnica entre otros. Con la Geomorfología se busca caracterizar las génesis de las geoformas presentes en la zona de estudio con el propósito de identificar y caracterizar los procesos morfodinámicos teniendo en cuenta los tipos de procesos erosivos que influyen en el área. Con la Geología se busca principalmente caracterizar las diferentes unidades geológicas para definir la

resistencia de los materiales antes los procesos de remoción en masa. En la hidrología e climatología se pretende adquirir la clasificación climatológica a partir de información secundaria facilitada por los histogramas de las precipitaciones para el análisis de lluvias y así determinar los periodos en donde se presentan con más frecuencia en la zona de estudio. Con la cobertura y uso de suelo el objetivo principal es definir los tipos de vegetación presenten en la zona de estudio en donde se diferencian los bosques, pastos y rastrojos. Para finalizar en la Geotecnia se obtiene la caracterización y clasificación Geomecánica de las rocas y el suelo para determinar las zonas con comportamientos geotécnicamente iguales.

Cabe resaltar que cada uno de los parámetros antes mencionados no son tomados con el mismo valor, ya que unos influyen más que otros a que desencadenen la ocurrencia de los procesos de remoción en masa. En ese orden de ideas los de mayor valor ante el concepto de susceptibilidad de las áreas para presentar movimientos en masa son en este caso el geomorfológico y el geológico.

14.2 PONDERACION DE LOS PARAMETROS

Después de analizar y definir las variables que influyen en la ocurrencia de estos fenómenos erosivos, se lleva a cabo la asignación de valores teniendo en cuenta cuál de ellos repercute más en la generación de estos fenómenos. Existen varios métodos que permiten aplicar un conjunto de procedimientos para la obtención de resultados que se tomaron en cuenta a la hora de asignar los valores de cada una de las variables descritas anteriormente. Entre los métodos tenemos: El método estadístico, el método empírico, el método determinístico y el método heurístico.

El método seleccionado para obtener el objetivo general de este proyecto y determinar cada uno de los niveles de amenazas en la zona de estudio fue el método Heurístico, que consiste en la adquisición de conocimientos de la zona de estudio mediante revisiones de información secundaria y diferentes levantamientos en el terreno, por esto se consideró el método más oportuno conociendo las características del estudio. Con toda esta información

obtenida durante el estudio, se le asignaron valores numéricos a las variables en cada uno de los mapas (Geológico, geomorfológico, cobertura y uso de suelo, pendiente) para realizar los cruce entre ellos, mostrando resultados acordes con la realidad del terreno.

14.3 NIVELES DE AMENAZA

Para las amenaza se decidieron escoger 5 niveles, debido a que no existe un estándar Nacional y existen una amplia gama de Variables que van desde los niveles de amenaza muy baja a muy altas. Los Niveles de amenazas empleados para la clasificación en este estudio son:

- Nivel de amenaza muy alta → En este nivel la remoción en masa es inminente, es decir que un deslizamiento tendrá lugar prontamente en un área determinada.
- Nivel de amenaza alta → Este nivel indica que es altamente probable la remoción en masa, es decir que en cualquier puede darse lugar a un deslizamiento en un área determinada.
- Nivel de amenaza media → En este nivel es factible la remoción en masa, el nivel de probabilidad de que aparezca un deslizamiento es mucho menor que en los niveles anteriores.
- Nivel de amenaza baja → Este nivel indica que es muy poco probable la remoción en masa, es decir que la eventualidad de que se dé lugar a un deslizamiento es casi nula.
- Nivel de amenaza muy baja → En este nivel la remoción en masa no tendrá lugar de ningún modo.

14.4 GENERACION DEL MAPA DE AMENAZAS

La generación del mapa de amenaza se desarrolla en el programa arcGIS 10.1. El primer paso es asignarle la ponderación a cada una de las variables en los mapas.

Esta ponderación se realiza con base a un rango numérico que va desde uno (1) a cinco (5), siendo cinco (5) el valor con mayor susceptibilidad y uno (1) con menor susceptibilidad a generar procesos de remoción en masa.

Los valores asignados por cada variable en los mapas son los siguientes:

1. MAPA GEOLOGICO

- Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi) → 1
- Depósitos de llanura aluvial (Qal) → 4
- Depósitos Coluvio-aluviales (Qcal) → 2
- Metasedimentitas Cámbricas y ordovícicas (εOms) → 3 (esta unidad esta interpolada con ayuda de otras fuentes)

2. MAPA DE PENDIENTE

- 0 - 3% → 1
- 3 – 7% → 1
- 7 – 12% → 2
- 12 – 25% → 2
- 25 – 50% → 3
- 50 – 75% → 4
- > 75% → 5

3. MAPA GEOMORFOLOGICO

- Relieve Disolucional → 1
- Cono Aluvial → 2
- Vallecito → 4

4. MAPA DE COBERTURA Y USO DE SUELO

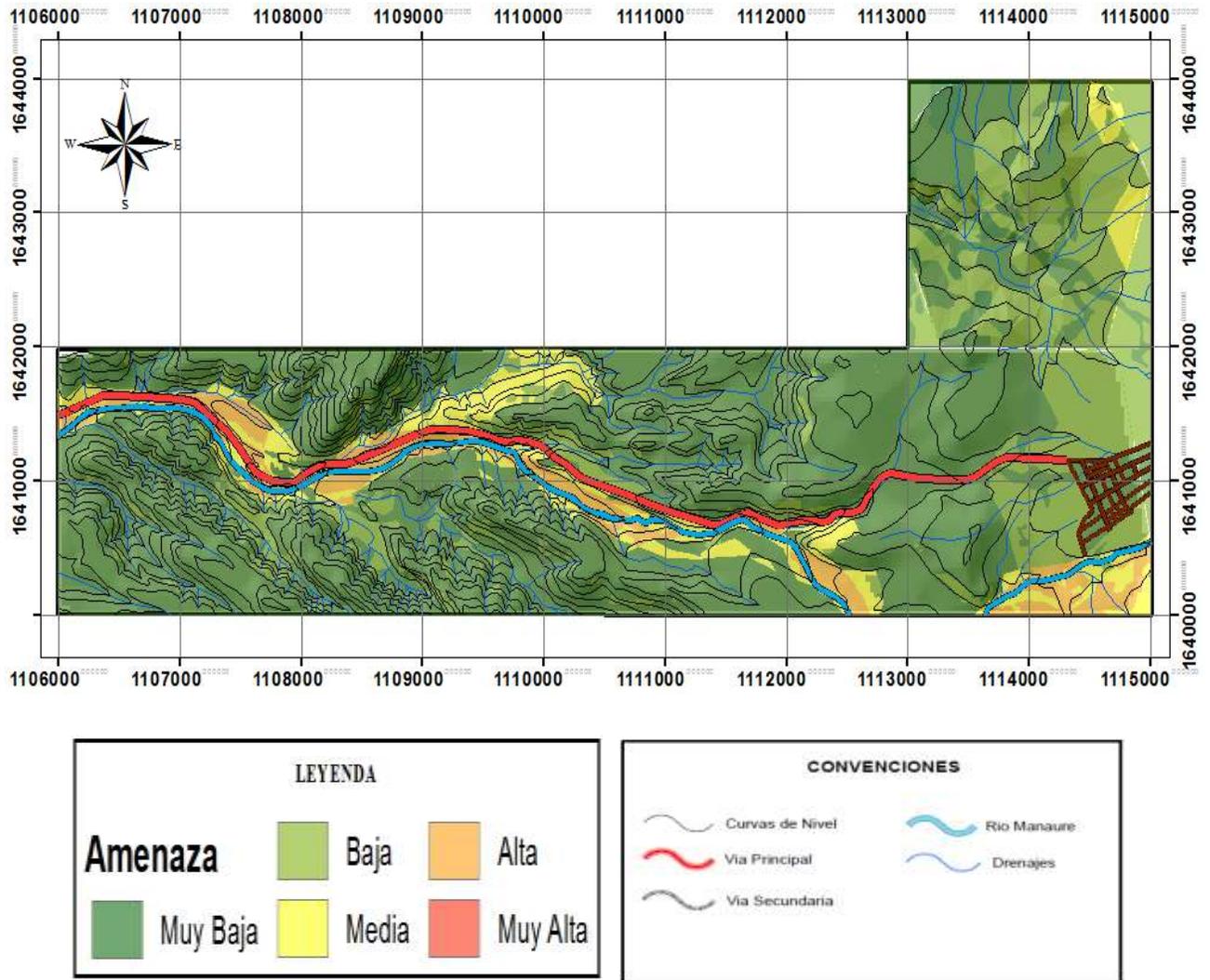
- Bosques → 1
- Urbano → 2
- Rastrojos → 3
- Pastos → 4

El último paso es la asignación de los pesos a cada uno de los mapas, estos pesos son en porcentajes distribuyendo el 100 % en cada uno de los mapas (Geología, Geomorfología, pendiente y cobertura y uso de suelo).

Los porcentajes asignados por cada mapa son los siguientes:

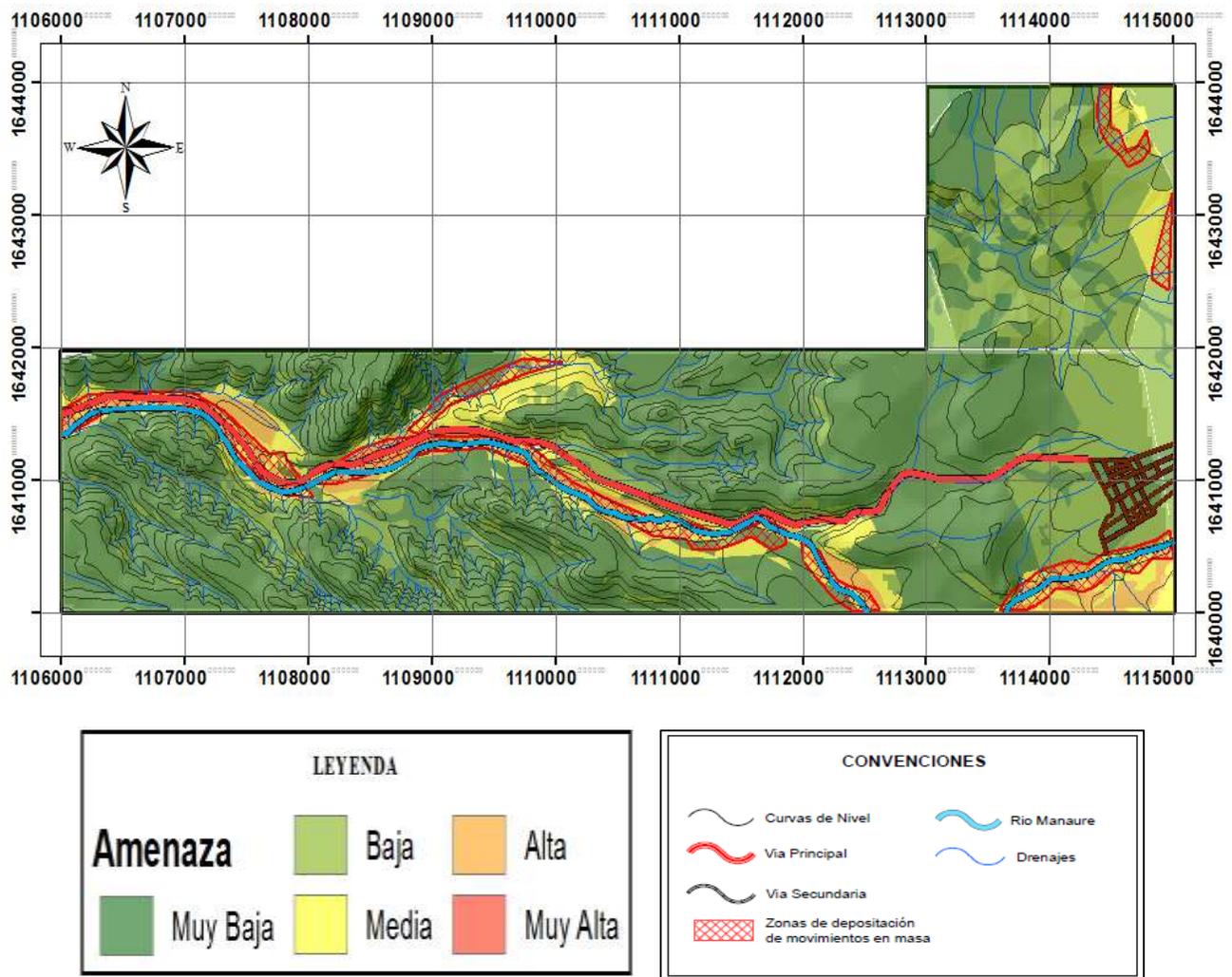
- GEOLOGICO 30%
- GEOMORFOLOGICO 30%
- COBERTURA 25%
- PENDIENTE 15%

14.5 MAPA DE AMENAZAS



ILUSTRACION 9. Mapa de Amenazas por movimientos en Masa a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

14. 6 ANALISIS DEL MAPA DE AMENAZAS A PROCESOS DE REMOCION EN MASA AL NOROCCIDENTE DEL MUNICIPIO DE MANAURE- CESAR



ILUSTRACION 10. Mapa de análisis de los procesos de remoción en masa en el Noroccidente del municipio de Manaure- Cesar a Esc: 1:25000. Fuente: Elaborado por el autor

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Conocimiento de la metodología de trabajo de la oficina Departamental de Gestión del riesgo												
Asignación del proyecto y de actividades a realizar dentro de la oficina departamental												
Búsqueda y selección de la información bibliográfica acorde con el proyecto												
Elaboración y entrega de la propuesta de opción de grado a la oficina y a la Universidad areandina												
ACTIVIDADES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desarrollo del contenido de la investigación de la propuesta planteada												
Salidas a campo para la toma de datos físicos necesarios												
Salidas a campo para la toma de datos físicos y reuniones con el asesor temático												
Análisis de datos obtenidos en las salidas de campo												
ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Correcciones con base a los requerimientos del asesor temático de la universidad areandina												
Elaboración de mapas y del informe final												
Presentación del informe al asesor temático												
Entrega Final de la investigación												

TABLA 9: Cronograma de actividades. Fuente: Elaborado por el autor

LOGROS ALCANZADOS

OBJETIVOS	
Objetivos Alcanzados	Cumplimiento (%)
Analizar los sistemas hidrológicos y geomorfológicos presentes en el área de estudio	100%
Identificar las zonas vulnerables a procesos geológicos de remoción en masa del área	100%
Elaborar el mapa de la zonificación de Amenazas por movimientos en masa a partir de mapas cartográficos de las variables influyentes en el Noroccidente de Manaure	100%
Determinar las amenazas por procesos de remoción en masa en el Noroccidente del Municipio de Manaure Cesar	100%

TABLA 10: Porcentaje de cumplimiento de los objetivos alcanzados. Fuente: Elaborado por el autor

CONCLUSIONES

- En la zona de estudio la unidad de roca que se percibe y en su mayoría se encuentra compactada, está conformado por rocas sedimentarias carbonatadas (Calizas y shales cretácicas indiferenciadas (Kcsi)) aflorando hacia la parte Noroccidental de área de estudio.
- En la zona la cobertura de vegetación y uso de suelo es abundante, obstaculizando un poco la determinación de algunos sectores donde sus características se encuentran muy mal calificadas.
- En la parte Noroccidental en general se pueden estimar dos zonas con respecto a la amenaza. Se presenta una amenaza en el rango de muy baja a baja ubicada desde el municipio de Manaure hasta la parte noroccidental del mismo, y una zona donde la amenaza se encuentra en el rango de Media a alta por todo el trayecto de la vía Manaure- la paz y los costados del rio Manaure.
- En el Noroccidente del municipio de Manaure son mucho más frecuentes los periodos de lluvias para el segundo semestre del año entre los meses de septiembre y octubre, trayendo consigo las amenazas de procesos de remoción en masa más que todo por el trayecto de la vía y por los costados del rio Manaure.
- La zona de estudio conformada por la parte Noroccidental de Manaure es poco propensa a generar movimientos en masa que puedan repercutir a la comunidad que habite a sus alrededores.

RECOMENDACIONES

- Realizar diferentes participaciones con las comunidades de los Municipios cercanos informándoles acerca de los conceptos básicos, los pros y los contras que traen consigo los procesos de remoción en masa y como reducir esta amenaza.
- Construir planes de contingencia y emergencias para atender los efectos cuando se presente la ola invernal en el municipio y de esta manera mitigar y reducir futuras emergencias asociadas a riesgos ya sea por inundaciones, deslizamientos entre otros.
- Fomentar prácticas agrícolas que ayuden a controlar la erosión y la sedimentación en el área de estudio, declarando a su vez zonas de actividad de protección por amenaza o por riesgo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ARISTIZABAL, Edier; MARTINEZ, Hernán; VELEZ, Jaime. Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. Junio de 2010.

CHINCHILLA, Rolando. Fundamentos sobre Deslizamientos.

CONTRATO INTERADMINISTRATIVO No. 19-6-0061-0-2010 SUSCRITO ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR “CORPOCESAR” Y LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA. Formulación del plan de ordenamiento y manejo ambiental de la subcuenta hidrográfica del río Manaure, municipio de Manaure, 2010.

BIENIAWSKI, 1989. Clasificación Geomecánica RMR.

GIGA, Grupo de investigación en geología aplicada. Clasificaciones Geomecánica de los macizos rocosos según: BIENIAWSKI, BARTON, HOEK Y BROWN, ROMANA. Universidad de los Andes, 2012.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y CONSULTORÍA EN MEDIO AMBIENTE, HIDRÁULICA Y FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE. Evaluación del riesgo geotécnico en la cuenca del río Manaure municipio de Manaure balcón del cesar departamento del cesar. Agosto, 2011.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escalas 1:100000. Bogotá, D.C., Diciembre de 2013.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM. Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. Bogotá, D.C., 2012.

INVEMAR-INGEOMINAS-ICPECOPETROLGEOSEARCHLTDA. Geología de la planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. Proyecto: “evolución geohistórica de la sierra nevada de santa marta”, Bogotá D.C., octubre de 2007.

MUJICA, Scarleth; PACHECO, Henry. Metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del río Camurí Grande, estado Vargas, Venezuela. Mayo de 2013.

OTERO, Orlando; VIDES, Ricardo. Elaboración del mapa de riesgo por eventos geotécnicos en la parte media de la cuenca de la corriente hidrográfica del río guatapuri. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2010.

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO-SGC. Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masas. Bogotá, D.C., Colombia, Mayo, 2015.

SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CONTROL DE EROSIÓN. Modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos en tiempo real, 2002.

SUAREZ, Jaime. Zonificación de Susceptibilidad Amenaza y Riesgo. Deslizamientos: análisis geotécnico, Capítulo 13.

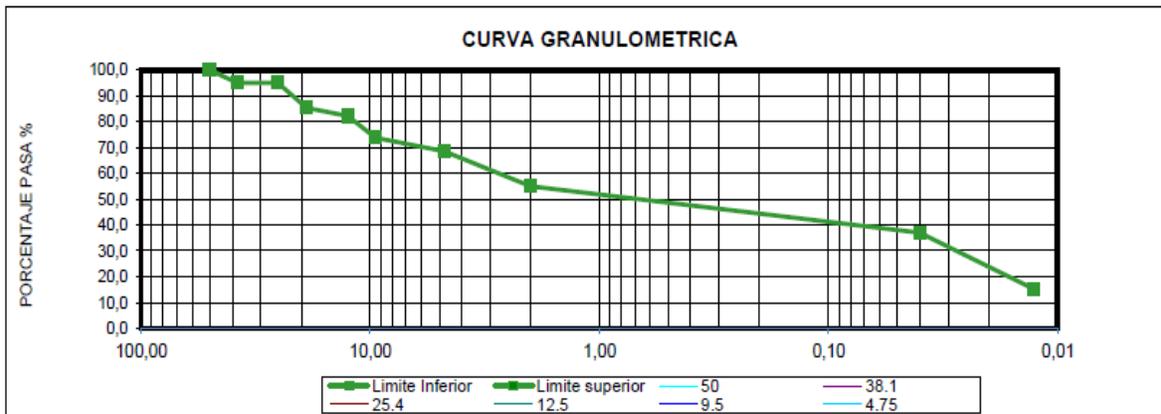
UNIDAD NACIONAL PARA LE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES. Formulación del plan municipal de gestión del riesgo, versión 1. Bogotá, D.C., Julio de 2012.

RADELLI, LUIGI. Acerca de la geología de la Serranía de Perijá entre Codazzi y Villanueva: Geología colombiana No.1.

ANEXOS

ANEXOS 1: ENSAYO DE LABORATORIOS: “GRANULOMETRIA”

Muestra #1



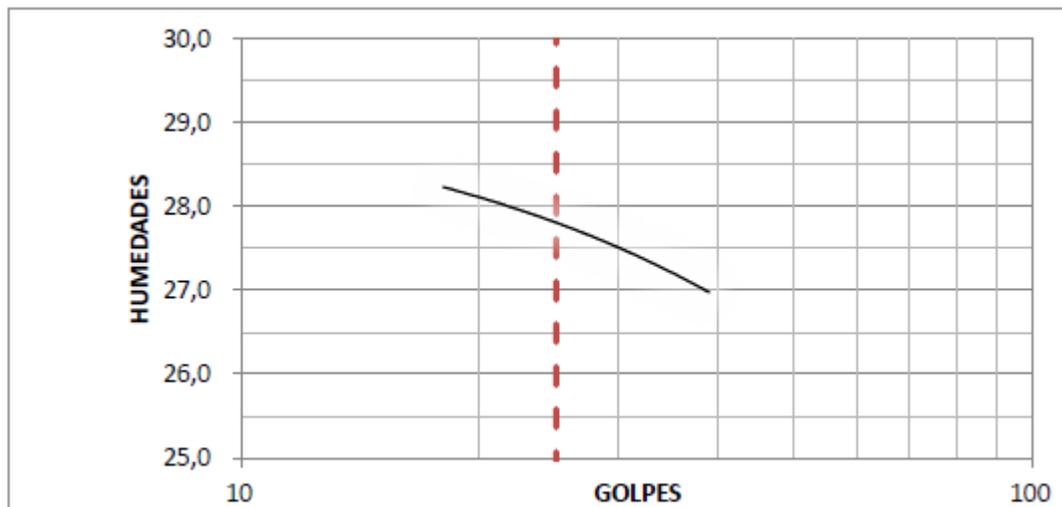
ANEXO 2: ENSAYO DE LABORATORIO “LIMITES DE ATTERBERG”

Muestra #1

Limite líquido y Limite Plástico

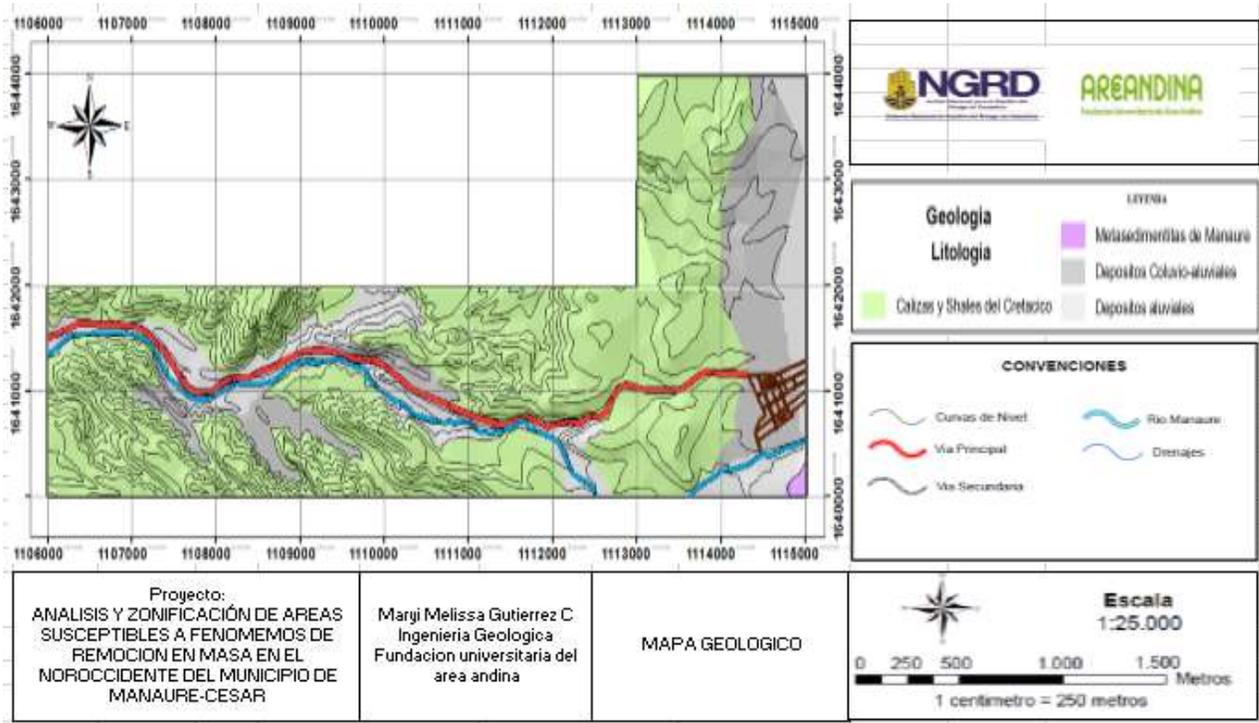
LIMITE LIQUIDO				
No. DE GOLPES	18	27	37	
RECIPIENTE No.				
PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	37,4	35,2	32,9	
PESO RECIP.+ MAT. SECO (g)	33,3	32,0	30,0	
PESO DEL AGUA (g)	4,1	3,3	2,9	
PESO DEL RECIPIENTE (g)	18,6	20,2	19,3	
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	14,7	11,8	10,7	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28,2	27,7	27,1	

LIMITE PLASTICO				
RECIPIENTE No.				
PESO RECIP.+ MAT. HUMEDO (g)	25,3	23,0	24,9	
PESO RECIP. + MAT. SECO (g)	25,0	22,8	24,5	
PESO DEL AGUA (g)	0,3	0,2	0,4	
PESO DEL RECIPIENTE (g)	23,4	21,7	22,4	
PESO DEL MATERIAL SECO (g)	1,6	1,1	2,1	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18,8	18,2	19,0	

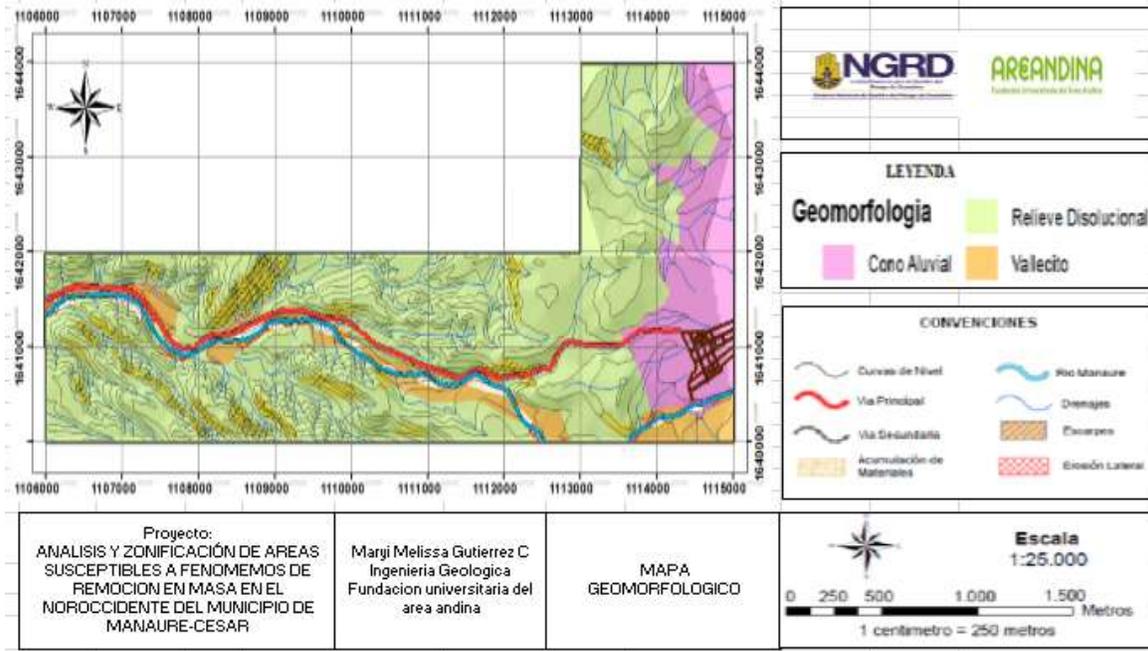


LIMITE LIQUIDO	27,8
LIMITE PLASTICO	18,7
IND. PLASTICIDAD	9,1

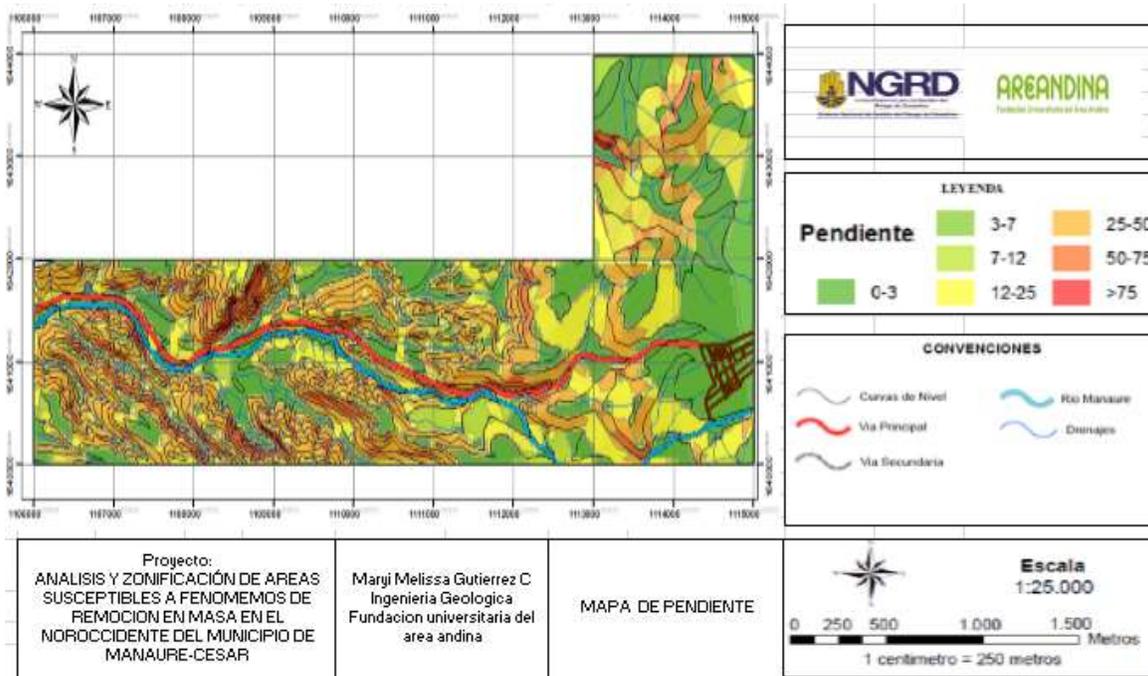
ANEXO 3: MAPA GEOLOGICO



ANEXO 4: MAPA GEOMORFOLOGICO



ANEXO 5: MAPA DE PENDIENTE



ANEXO 6: MAPA DE COBERTURA DE SUELO

