	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(122)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>MAIRA ALEJANDRA OLIVEROS RIVERA</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERIA AMBIENTAL</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>JUAN CARLOS RODRÍGUEZ OSORIO</b>		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>ANÁLISIS DE RIESGOS Y AMENAZAS POR REMOCIÓN EN MASA PARA LA COMUNA NO3 DE LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA</b>		
<b>RESUMEN</b>			
<b>(70 palabras aproximadamente)</b>			
<p>EN EL PRESENTE TRABAJO BAJO LA MODALIDAD DE PASANTIAS SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE UN ANALISIS DE RIESGO POR REMOCION EN MASA PARA LA COMUNA N3 EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER, DADA LA CARENCIA DE ESTUDIOS DETALLADOS QUE INDIQUEN LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA, USANDO COMO HERRAMIENTA SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA SIG, LA CUAL NECESARIA PARA LA ACCIÓN DE LAS AUTORIDADES Y PREVEER POSIBLES ESCENARIOS DE RIESGO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS: 122</b>	<b>PLANOS:</b>	<b>ILUSTRACIONES:</b>	<b>CD-ROM: 1</b>



**ANÁLISIS DE RIESGOS Y AMENAZAS POR REMOCIÓN EN MASA PARA  
LA COMUNA NO3 DE LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER SEGÚN  
LO ESTABLECIDO EN LA GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE  
AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA**

**Autor:**

**MAIRA ALEJANDRA OLIVEROS RIVERA**

**Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental**

**Director:**

**Esp. JUAN CARLOS RODRIGUEZ OSORIO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Ocaña, Colombia**

**Junio de 2017**

## Índice

<b>Capítulo 1. Análisis de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna no3 de la ciudad de Ocaña Norte de Santander según lo establecido en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la empresa.....	1
1.1.1 Misión. ....	2
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3 Objetivos de la empresa. ....	2
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional. ....	7
1.1.5 Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.....	8
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado.....	9
1.2.1. Planteamiento del problema. ....	10
1.3 Objetivos de la pasantía.....	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	13
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en las pasantías.....	13
 <b>Capítulo 2. Enfoques referenciales.....</b>	 <b>15</b>
2.1 Enfoque conceptual.....	15
2.2 Enfoque legal.....	21
 <b>Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo .....</b>	 <b>24</b>
3.1 Presentación de resultados .....	24
3.1.1 Delimitación de la zona de estudio.....	24
3.1.2 Levantamiento topográfico de la comuna tres (3) Sur oriental. ....	27
3.2 Cumplimiento del objetivo específico N2 cuantificación del riesgo de la comuna número 3 de la ciudad de Ocaña mediante una matriz de análisis .....	43
3.2.1 Aspectos físicos de la zona de estudio.....	55
3.2.2 Topografía. ....	61
3.2.3 Estudio de suelos. ....	64

3.3 La construcción social del riesgo en la zona de estudio.....	73
3.4 Hidrografía .....	75
3.5 Análisis de riesgo de desastre.....	79
3.5.1 Amenazas Identificadas.....	80
3.6 Cumplimiento del objetivoN3 Realizar la actualización de la cartografía de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna No 3 de la ciudad de Ocaña .....	80
3.6.1 Factores condicionantes de la amenaza. ....	82
3.6.2 Delimitación de las UGI preliminares en la cartografía básica. ....	82
3.6.3 Hidrogeología. ....	87
3.6.4 Drenaje y nivel freático. ....	95
3.6.5 Criterios de clasificación de la amenaza.....	96
3.6.6 Calculo de la población. ....	98
<b>Capítulo 4. Diagnostico final.....</b>	<b>100</b>
<b>Capítulo 5. Conclusiones .....</b>	<b>101</b>
<b>Capítulo 6. Recomendaciones .....</b>	<b>103</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>104</b>

## Lista de figuras

Figura 1. Política de Gestión Integral de CORPONOR.....	3
Figura 2. Organigrama del SINA (a) .....	4
Figura 3. Componentes del SINA (b) .....	5
Figura 4. Estructura organizacional. ....	8
Figura 5. División comunal de la ciudad de Ocaña Norte De Santander, según el PBOT de Ocaña. ....	25
Figura 6. Límite oficial de la comuna No3 con los barrios que la componen .....	26
Figura 7. Levantamiento topográfico de la comuna N3 .....	27
Figura 8. Localización de los puntos críticos que potencialmente puedan presentar procesos de remoción en masa, por sus características edafológicas, intervención antrópica y demás variables. ....	41
Figura 9. Mapa base del estudio. ....	42
Figura 10. Categorización del riesgo de bienes físicos. ....	46
Figura 11. Criterio para la clasificación de la amenaza en función de la probabilidad anual de falla .....	47
Figura 12. Clasificación de la vulnerabilidad para edificaciones y líneas vitales .....	51
Figura 13. Plano del barrio el carretero .....	56
Figura 14. Plano del barrio las mercedes. ....	57
Figura 15. Plano del barrio la ciudadela deportiva. ....	58
Figura 16. Mapa del sistema ambiental urbano que constituye la comuna 3 de la ciudad de Ocaña. ....	60

Figura 17. Resultados de análisis de suelos barrio el carretero. ....	70
Figura 18. Resultados de análisis de suelos barrio las mercedes. ....	71
Figura 19. Resultados de análisis de suelos barrio ciudadela deportiva. ....	72
Figura 20. Mapa del patrimonio arquitectónico de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.....	74
Figura 21. Mapa de hidrografía urbana en la ciudad de Ocaña Norte De Santander. ....	75
Figura 23. Plano geológico de la zona en estudio.....	77
Figura 24. Mapa de zonificación urbana de la ciudad de Ocaña. ....	78
Figura 25. Riesgo geológico para los barrios el carretero y las mercedes escala 1:700. ....	79
Figura 26. Imagen de satélite procedente de SENTINEL usada para el procesamiento de la cartografía de riesgos geológicos y de remoción en masa. ....	81
Figura 27. Barrios carreteros y las mercedes sobre un modelo digital de terreno construido a partir de las curvas de nivel de la comuna 3. ....	81
Figura 28. Diagrama de torta sobre la repartición de las unidades de suelos de la ciudad de Ocaña. ....	84
Figura 29. Mapa de la delimitación de las unidades de suelos en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.....	85
Figura 30. Unidades de suelo delimitadas y clasificadas para la comuna 3 .....	86
Figura 31. Unidades de suelos para los barrios las mercedes, el carretero y ciudadela deportiva. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 32. Registros de precipitación para la estación de Ocaña en los últimos 30 años.....	89
Figura 33. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1970 – 1987.....	92
Figura 34 Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1987 – 2005.....	92
Figura 35. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1970 – 1987.....	93

Figura 36. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1987 – 2005.....	94
Figura 37. Actualización cartográfica del nivel de amenaza a remoción en masa a partir del factor de seguridad y el valor del SRM. ....	97
Figura 38 Mapa de amenaza para la comuna 3 de la ciudad de Ocaña según el PBOT 2015 ..	98

## Lista de tablas

Tabla 1 <i>Matriz DOFA</i> .....	9
Tabla 2 <i>Descripción de actividades a desarrollar para lograr los objetivos específicos de la pasantía</i> .....	13
Tabla 3 <i>División político administrativa de la ciudad de Ocaña norte de Santander</i> .....	24
Tabla 4 <i>Tipos de amenaza</i> .....	44
Tabla 5 <i>Tipos de vulnerabilidad</i> .....	45
Tabla 6 <i>Identificación de amenazas en los barrios el carretero</i> .....	48
Tabla 7 <i>Identificación de amenazas en el barrio las mercedes</i> .....	48
Tabla 8 <i>Identificación de amenazas en el barrio ciudadela deportiva</i> .....	49
Tabla 9 <i>Total amenazas del barrio el carretero</i> .....	50
Tabla 10 <i>Total amenazas del barrio las mercedes</i> .....	50
Tabla 11 <i>Total amenazas del barrio ciudadela deportiva</i> .....	50
Tabla 12 <i>Identificación de la vulnerabilidad en el barrio el carretero</i> .....	51
Tabla 13 <i>Identificación de la vulnerabilidad en el barrio las mercedes</i> .....	52
Tabla 14 <i>Identificación de la vulnerabilidad en el barrio ciudadela deportiva</i> .....	53
Tabla 15 <i>Total vulnerabilidad del barrio el carretero</i> .....	53
Tabla 16 <i>Total vulnerabilidad del barrio las mercedes</i> .....	54
Tabla 17 <i>Total vulnerabilidad del barrio ciudadela deportiva</i> .....	54
Tabla 18 <i>Calificación de la amenaza y vulnerabilidad para los barrios de estudio</i> .....	54
Tabla 19 <i>Barrios en estudio</i> .....	55
Tabla 20 <i>Levantamiento topográfico del barrio el carretero</i> .....	61



Tabla 21 <i>Levantamiento Topográfico del barrio las mercedes</i> .....	62
Tabla 22 <i>Levantamiento topográfico del barrio ciudadela deportiva</i> .....	63
Tabla 23 <i>Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio el carretero</i>	65
Tabla 24 <i>Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio las mercedes</i>	
Tabla 25 <i>Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio Ciudadela Deportiva</i> .....	67
Tabla 26 <i>Unidades de suelos en la ciudad de Ocaña Norte de Santander</i> .....	83
Tabla 27 <i>Coeficiente de escorrentía para la ciudad de Ocaña Norte de Santander</i> .....	88
Tabla 28 <i>Umbral de escorrentía</i> .....	90
Tabla 29 <i>Intensidad de aguas lluvias</i> .....	95
Tabla 30 <i>Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento</i> .....	96
Tabla 31 <i>Calculo de la población</i> .....	99

## Lista de fotografías

Fotografía 1. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero. ....	29
Fotografía 2. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero. ....	30
Fotografía 3. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero. ....	31
Fotografía 4. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes. ....	32
Fotografía 5. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes. ....	33
Fotografía 6. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes. ....	34
Fotografía 7. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva. ....	35
Fotografía 8. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva. ....	36
Fotografía 9. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva. ....	37
Fotografía 10. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva. ....	38
Fotografía 11. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva. ....	39
Fotografía 12. Punto susceptible a remoción en masa barrio ciudadela deportiva. ....	40

## **Dedicatoria**

Le dedico este triunfo a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este proceso.

A mis padres José Luis Oliveros, luz Diana Rivera e igualmente a mi hermana María José Oliveros y demás familiares quienes pusieron todo su empeño y apoyo incondicional en mí, gracias por su confianza y siempre tener una palabra de aliento para mí.

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa en mi vida, por darme la sabiduría y ser mi guía en este camino.

A mi director ingeniero Juan Carlos Rodríguez Osorio por su colaboración, confianza y apoyo, de igual manera a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR por brindarme su apoyo y recursos necesarios para tal fin.

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por mi formación académica, a mis profesores, amigas y compañeros por brindarme sus consejos y conocimientos.

## Resumen

En el presente trabajo bajo la modalidad de pasantía, se presentan los resultados de un análisis de riesgo por remoción en masa para la comuna número tres de la ciudad de Ocaña Norte de Santander, debido a que esta se encuentra con una infinidad de factores de riesgos, lo cual convierte a esta zona en un terreno vulnerable a procesos de remoción en masa, poniendo en peligro la vida y los bienes de la población que habitan en dicha área. En la realización de este trabajo se pudo demostrar que una de las soluciones a la problemática es la implementación de información geográfica, ya que por medio de esta podemos determinar con mayor facilidad todas aquellas áreas que se encuentran más vulnerables a cualquier tipo de amenazas que se puedan presentar, o de igual forma se puedan prevenir o corregir dichas afectaciones a las que se encuentran expuestas estas zonas, por otro lado se aporta información actualizada y detallada de las áreas de alto riesgo que se presentan dentro de la comuna. El análisis para este territorio se llevó a cabo mediante la visitas a campo, donde se colecto información concisa y se logró obtener un diagnóstico inicial, el cual se tomó como base para seguidamente poder detectar cada una de las problemáticas que se encuentran en el área de estudio, todos estos enfocados hacia la gestión del riesgo para poder obtener las condiciones en las cuales se encuentra realmente cada uno de los sectores, y poder dictar medidas para la prevención y protección de la población como también de cada área. De tal manera se determina que este trabajo es necesario para dar a conocer las condiciones en las cuales se encuentra la comuna, dando posibles soluciones a las problemáticas que se hallaron durante la realización de esta pasantía, todo esto enfocado a la gestión del riesgo, dando respuestas y de igual manera dotando de mapas los cuales podrán ser

útiles ante proceso de desastres que se puedan presentar en cada uno de los sectores que se encuentran más vulnerables.

## Introducción

El riesgo de amenaza por remoción en masa es una problemática latente que se ha ido intensificando gracias a diversos problemas y actividades, ya sea por los repentinos cambios o fenómenos que se presentan diario en el ambiente, como también lo es a su vez el crecimiento demográfico el cual aumenta la necesidad de uso del territorio, generando el desconocimiento de este y desencadenando la baja calidad de vida de los habitantes, haciendo que se produzcan asentamientos humanos sin el cumplimiento mínimo de las normas técnicas sobre el uso adecuado del suelo, convirtiendo a estos lugares en puntos vulnerables a procesos de remoción en masa, poniendo en riesgo la vida y bienes materiales de los pobladores que habitan en estas zonas.

Por tanto en el presente trabajo, se dictan posibles soluciones a las problemática que se puedan generar, y de igual forma proporcionar información la cual se pueda utilizar para lograr un mejoramiento o servir como aporte en la zona de estudio, cuando se presente algún tipo de amenaza. Durante el desarrollo del estudio fue fundamental la implementación de información geográfica ya que actualmente no se cuenta con información actualizada sobre las zonas más vulnerables que se encuentran dentro de la comuna número 3 de Ocaña Norte de Santander, lo cual dificulta a las autoridades competentes poder prever las posibles amenazas que se puedan presentar.

Para la realización del estudio, se efectuaron visitas campo con el objeto de coleccionar información, y así mismo tener un diagnóstico inicial de la zona, para luego proceder a generar la

cartografía como material técnico del estudio, la cual permitió evaluar y analizar cada uno de los puntos que se encuentran bajo riesgo de amenazas dentro del área.



# **Capítulo 1. Análisis de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna no3 de la ciudad de Ocaña Norte de Santander según lo establecido en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa.**

## **1.1 Descripción de la empresa**

CORPONOR fue creada mediante decreto 3450 del 17 de Diciembre del año 1983, durante el gobierno de Belisario Betancourt, como corporación de desarrollo cuyo objetivo principal era encausar, fomentar, coordinar, ejecutar y consolidar el desarrollo económico y social de la región comprendida dentro de su jurisdicción y con algunas funciones de administración de los recursos naturales y del Medio Ambiente.

Diez (10) años después, con la expedición de la Ley 99 de 1993, la Corporación transforma sus funciones, pasando a ser una Corporación Autónoma Regional, teniendo como jurisdicción el Departamento Norte de Santander y cuya función principal es la de ejercer como máxima autoridad ambiental del Departamento, de acuerdo con las normas y directrices trazadas por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La jurisdicción de CORPONOR es el Departamento Norte de Santander que comprende una extensión de 21.658 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.9% del total del País. Su área de trabajo abarca cuarenta (40) municipios en donde desarrollan sus actividades cerca de 1'140.000

Habitantes, distribuidos en tres (3) cuencas hidrográficas: La Cuenca del río Catatumbo, la Cuenca del río Arauca y la Cuenca del río Magdalena.

La Corporación para la administración de su territorio está dividida en cuatro regiones: Cúcuta, sede principal; Ocaña, Pamplona y Tibu, denominadas Direcciones Territoriales, dentro de la estructura orgánica de la Corporación.

### **1.1.1 Misión.**

Ejercer la autoridad ambiental propendiendo por el desarrollo humano sostenible, promoviendo la gestión ambiental colectiva y participativa en el Departamento Norte de Santander.

### **1.1.2 Visión.**

Ser una entidad reconocida, respetada y de referencia obligatoria para la toma de decisiones que orienten el desarrollo humano sostenible en el Departamento Norte de Santander.

### **1.1.3 Objetivos de la empresa.**

CORPONOR tiene por objeto ejercer la máxima autoridad ambiental en la zona de su jurisdicción a través de la administración del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, con el fin de propender al desarrollo sostenible de los mismos.

### 1.1.3.1 Política de Gestión Integral HSEQ.

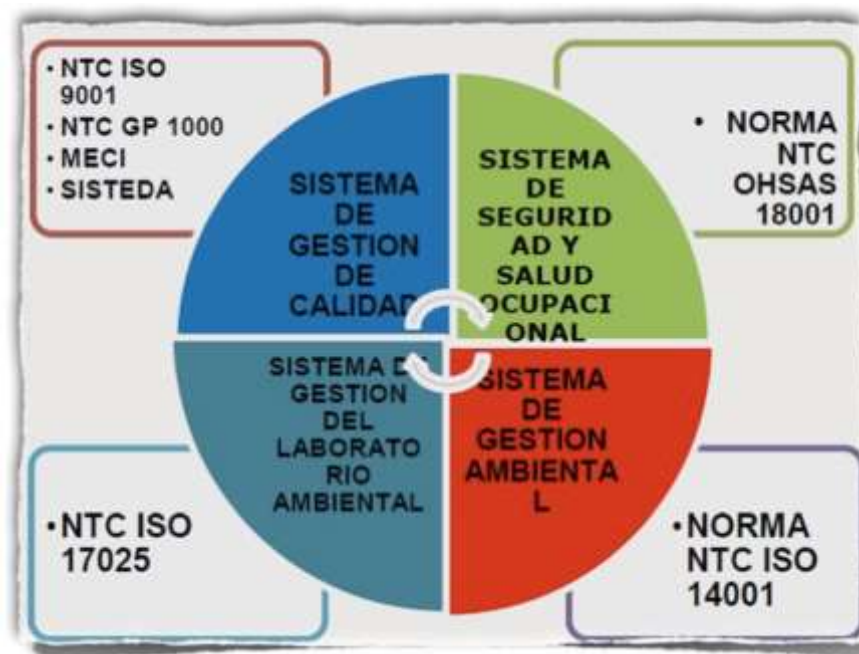


Figura 1. Política de Gestión Integral de CORPONOR.

**Fuente.** CORPONOR

**1.1.3.2 Política de gestión integral HSEQ.** En la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL CORPONOR, promovemos la gestión ambiental colectiva y participativa, contando con un equipo humano competente y comprometido a:

- Ejercer la Autoridad Ambiental, con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de las partes interesadas, enmarcado en la eficiencia, eficacia y efectividad.
- Prevenir y mitigar el impacto ambiental negativo generado en el desarrollo de nuestras actividades.

- Implementar actividades de promoción y prevención en salud dirigidas a nuestros funcionarios y de Seguridad para nuestros colaboradores y visitantes.
- Prestar servicios de caracterización de aguas, con resultados confiables, oportunos, imparciales e independientes.
- Cumplir con la legislación aplicable y los acuerdos suscritos por la Entidad.
- Mejorar continuamente el Sistema de Gestión Integral HSEQ, siguiendo los parámetros y documentación establecida.

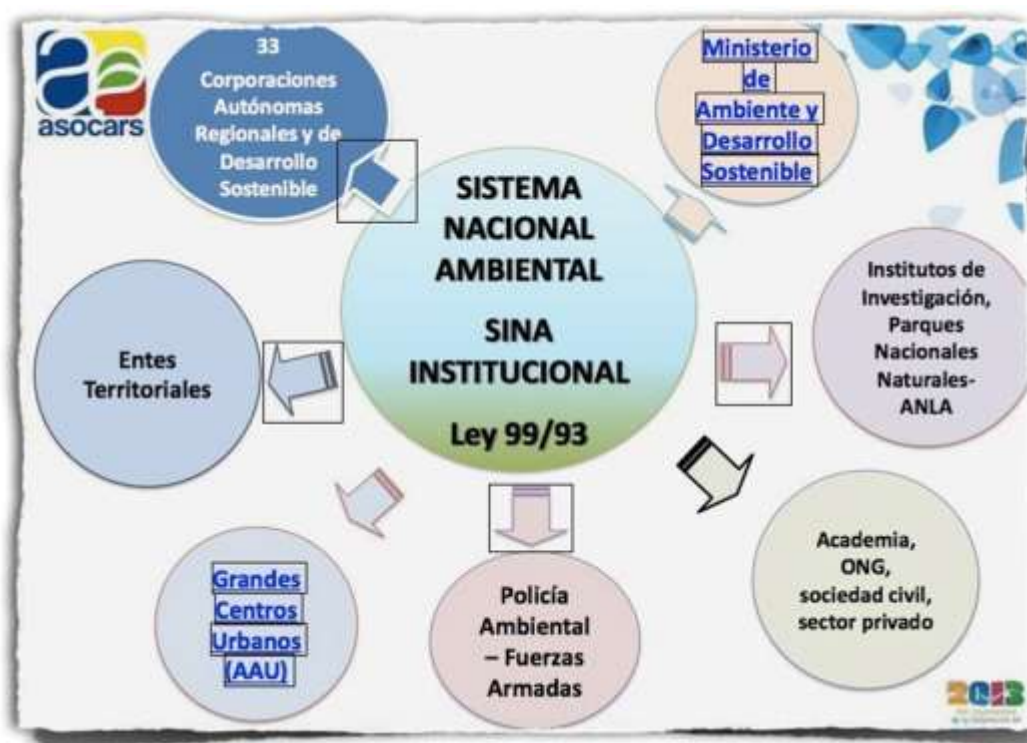


Figura 2. Organigrama del SINA (a)

**Fuente.** ASOCARS



Figura 3. Componentes del SINA (b)

**Fuente.** SINA

**1.1.3.3 Funciones Generales de la Corporación.** Ley 99 de 1993, Artículo 31. Funciones.

Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones:

Ejecutar las políticas, planes y programas nacionales en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente, así como los del orden regional que le hayan sido confiados conforme a la ley, dentro del ámbito de su jurisdicción;

Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente;

Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables;

Coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo medioambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el área de su jurisdicción y en especial, asesorar a los Departamentos, Distritos y Municipios de su comprensión territorial en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por las distintas entidades territoriales;

Participar con los demás organismos y entes competentes en el ámbito de su jurisdicción, en los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten;

Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de ejecutar de mejor manera

alguna o algunas de sus funciones, cuando no correspondan al ejercicio de funciones administrativas;

Promover y realizar conjuntamente con los organismos nacionales adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, y con las entidades de apoyo técnico y científico del Sistema Nacional Ambiental (SINA), estudios e investigaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales renovables.

#### **1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.**

El Organigrama funcional de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental está conformado por la Asamblea Corporativa, como primer órgano de Dirección de la Corporación, seguida de un Consejo Directivo como órgano de administración, La Dirección General articulada con una Secretaría General, cuatro Subdirecciones de Apoyo, cuatro Oficinas y tres Direcciones Territoriales con sedes en Ocaña, Pamplona y Tibu.



Figura 4. Estructura organizacional.

**Fuente.** CORPONOR

### 1.1.5 Descripción de la dependencia en la cual fui asignado.

La pasantía se realiza en la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR Territorial Ocaña. Fui asignado a la Oficina de coordinación de la Gestión del Riesgo, esta dependencia es la encargada de llevar a cabo el acompañamiento a los municipios que se encuentran bajo su dirección en el proceso para la formulación del plan de la gestión del riesgo en los ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL o cualquiera de sus modalidades.



## 1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia en la cual fui asignado

Con el fin de evidenciar las debilidades, oportunidades, fortalezas, y amenazas se realizó la siguiente matriz DOFA.

**Tabla 1**

*Matriz DOFA*

	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<b>SECTOR EXTERNO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada municipio cuenta con un plan municipal para la gestión del riesgo</li> <li>- Adquirir experiencia al conocer e interactuar con el sistema integral de la corporación (SIGESCOR) “calidad por naturaleza”</li> <li>- Contar con una reciente normatividad en la gestión del riesgo ley 1523 del 2012.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos naturales intensos en especial el fenómeno del niño y la niña.</li> <li>- Falta de apoyo por las comunidades en las posibles soluciones para la gestión del riesgo.</li> <li>- El orden público de algunas zonas de la ciudad imposibilitan la realización de visitas técnicas.</li> <li>- El municipio no cuentan con un gran número de profesional idóneo en el tema de gestión del riesgo.</li> </ul>
<b>SECTOR INTERNO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actualizar la cartografía temática de Riesgos y Amenazas por remoción en masa para la Comuna N03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El municipio no cuentan con un gran número de profesional idóneo en el tema de gestión del riesgo.</li> </ul>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>ESTRATEGIA F.O.</b>	<b>ESTRATEGIA F.A.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máxima autoridad ambiental del departamento con 30 años al frente de la gestión ambiental.</li> <li>- La corporación cuenta con un sistema de gestión integral (SIGESCOR) “calidad por naturaleza”</li> <li>- CORPONOR cuenta con un grupo departamental para la gestión del riesgo.</li> <li>- Se está estableciendo el comité de alertas tempranas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar los planes de gestión del riesgo en los municipios con los grupos departamentales del riesgo existentes (F3,O1)</li> <li>- Conocimiento del sistema integrado de gestión para el beneficio del ambiente y mejora de la corporación (f2,O2)</li> <li>- Como máxima autoridad en el tema ambiental en el departamento está a la vanguardia en la normatividad vigente del riesgo.(F1,O3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generar beneficios estableciendo el sistema de alertas tempranas para reducir fenómenos naturales. (F4,A1)</li> <li>- Mejorar el conocimiento buscando relación mancomunada entre el municipio y la corporación. (F!,A4)</li> <li>- Mejorar la comunicación y apoyar las comunidades para solucionar los problemas en la gestión del riesgo. (F3, A2).</li> </ul>

<b>DEBILIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA D.O.</b>	<b>ESTRATEGIA D.A.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se ha implementado el sistema de alertas tempranas en la Dirección Territorial.</li> <li>- Los municipios no cuentan con un presupuesto amplio para la gestión del riesgo, y una respuesta rápida a la atención del riesgo y desastres.</li> <li>- Falta de personal para cubrir el área de jurisdicción de la Territorial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La no implementación de las alertas tempranas puede complementarse con la puesta en marcha de la nueva normatividad (D1,O3)</li> <li>- Servir de apoyo en la corporación para cubrir la falta de personal en la jurisdicción de la territorial. (D3,O1)</li> <li>- Desarrollar programas de capacitación para fortalecer el conocimiento del personal a cargo y mejorar los planes municipales en la gestión del riesgo con ayuda de SIGESCOR) con el fin de mitigar las fallas en los planes de acción (D3,O1,O2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecer el sistema de alertas tempranas para evitar los desastres naturales (D1,A1)</li> <li>- Crear alianzas entre los municipios con el fin de fortalecer el recurso humano y financiero para el apoyo en la gestión del riesgo (D2,A3)</li> <li>- Crear una alianza entre la corporación y la comunidad para suplir en su totalidad las amenazas en la gestión del riesgo (D3,A2)</li> </ul>

**Fuente.** Pasante del proyecto

### **1.2.1. Planteamiento del problema.**

Según el plan municipal de la gestión del riesgo la ciudad de Ocaña se encuentra localizada bajo las siguientes coordenadas planas :

Sur (1.080.681, 1.406.852)

Norte (1.078.203, 1.406.856)

Este (1.080.682, 1.406.852)

Oeste (1.080.644, 1.406.900).

**Fuente. Plan Municipal de La Gestión Del Riesgo Ocaña Norte de Santander.**

Esta ciudad cuenta con una extensión superficial de 8,17km<sup>2</sup>, lo cual esquivale al 1,30% de la extensión superficial total del municipio Ocañero, el casco urbano de la ciudad se divide políticamente en 6 comunas.

Comuna 1. Central José Eusebio Caro.

Comuna 2. Nororiental Cristo Rey.

Comuna 3. Sur-Oriental Olaya Herrera.

Comuna 4. Sur-Occidental Adolfo Milanés.

Comuna 5. Francisco Fernández de Contreras.

Comuna 6. Ciudadela Norte.

**Fuente. Plan Municipal de La Gestión Del Riesgo Ocaña Norte de Santander.**

La comuna N 3 llamada Sur Oriental Olaya Herrera está compuesta por los barrios Camino Real, Santa Lucía, La Piñuela-San Antonio, Gustavo Alayón, La Palmita, Las Mercedes, El Carretero, La Costa, La Favorita, Villa Nueva, La Quinta, San Fermín, El Llanito, La Esperanza, Doce de Octubre, El Bosque, Los Almendros, El Bambo, 26 de Julio, Carbón-Ramal, Cuesta Blanca, Promesa de Dios, Nueva Madrid, La Paz, Belén, Quebrada El Tejar, Las Alcantarillas, Olaya Herrera, Jorge Eliécer Gaitán, la quinta E igualmente los sectores: Los Alpes-vía Circunvalar, Carretera Central, Milanés, Urbanización El Molino, El Espinazo, La Luz Polar, Jesús Cautivo, Villa Sur, El Camino, Urbanización Tabachines, Asentamiento humano Tres de Abril, Prado Sur, las Crucecitas, Libardo Alonso, los proyectos urbanísticos Ciudadela Deportiva, Urbanización los Olivos, urbanización los Álamos. Para el plan municipal de la gestión del riesgo la situación actual de la ciudad de Ocaña, se presenta como resultado de la modificación irracional de los usos aptos en cada una de las comunas lo cual ha causado que se presente asentamientos humanos en lugares que se encuentran bajo alto riesgo de procesos de remoción en masa.

Otro de los factores que incide sobre el uso de zonas no aptas para la construcción de unidades residenciales en la ciudad es el de la topografía con la que esta cuenta, motivo por el cual hace más complicado que la ciudad tenga un crecimiento mucho más acelerado.

Se carece en Ocaña de un estudio técnico al detalle bajo los parámetros establecidos por la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en Masa. El cual permita actualizar la cartografía de riesgos y amenazas la cual se encuentra a una escala de 1:7500, esta actualización podrá servir de insumo a la oficina de la gestión del riesgo del municipio para la toma de decisiones y elaboración de programas de mitigación en la comuna No 3.

De acuerdo con la ley 1523 del 2012, para poder realizar el análisis de riesgos se deben considerar las causas y las fuentes de esos riesgos, las consecuencias y las probabilidades de que estas consecuencias puedan llegar a ocurrir, desarrollando una relación cualitativa, semicuantitativa o cuantitativa de la amenaza y de la vulnerabilidad, con el fin de determinar cada uno de los efectos de carácter social, económicos, ambientales y sus probabilidades.

### **1.3 Objetivos de la pasantía**

#### **1.3.1 Objetivo General.**

Realizar Análisis de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna No3 de la ciudad de Ocaña Norte de Santander según lo establecido en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en Masa.

### 1.3.2 Objetivos Específicos.

Realizar el levantamiento de la línea base de las zonas que se encuentran bajo amenaza por remoción en masa dentro de la comuna

Realizar la cuantificación del riesgo de la comuna número 3 de la ciudad de Ocaña mediante una matriz de análisis

Realizar la actualización de la cartografía de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna No 3 de la ciudad de Ocaña

### 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en las pasantías

**Tabla 2**

*Descripción de actividades a desarrollar para lograr los objetivos específicos de la pasantía*

<b>Actividad Propuesta</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
Gestión y revisión de la información secundaria	Se revisaran los trabajos previos elaborados por la administración municipal, la oficina de gestión del riesgo y CORPONOR
Descarga de los modelos digitales de elevación a 30 y a 12mtrs procedentes del departamento de conservación de suelos de los estados unidos	Una vez realizada la descarga se procesará en el software SIG de código libre QGIS 14.3. para la reproyección y la extracción de la información geofísica de alturas y curvas de nivel para la generación de los mapas de pendientes
Gestión de las planchas geológicas las cuales se encuentren disponibles de forma gratuita en el IGAC y las cuales pertenezcan a la ciudad de Ocaña	Estas planchas geológicas serán re proyectaran, al sistema magna sirgas Colombia Bogotá para realizar el traslape, de los archivos vectoriales lo cual permitirá observar y describir el riesgo geológico en el que se localizan los barrios de la comuna N03

Visita a campo para la validación de datos entregados por el SIG

Se realizar dos visitas a cada barrio buscando georreferenciar los lugares que presentan fenómeno de remoción en masa en cualquiera de sus clasificaciones, y coleccionar la información para la elaboración de una línea base de la población de la zona objeto de estudio.

Elaboración de las Matrices de evaluación de riesgo (alto, medio y bajo) según los criterios de la guía metodológica de INGEOMINAS

De acuerdo a lo estipulado por el INGEOMINAS como protocolo técnico para la elaboración de este tipo de estudio se construirán las matrices de análisis del riesgo y su caracterización

---

**Fuente.** Pasante del proyecto

## Capítulo 2. Enfoques referenciales

### 2.1 Enfoque conceptual

**Análisis de riesgo.** Este análisis se lleva a cabo a partir de la consideración de las causas y fuentes del riesgo, las consecuencias y la probabilidad de que estas consecuencias se presenten, bajo una relación de carácter cualitativo, semicuantitativa o cuantitativa de la amenaza de la vulnerabilidad, esto bajo la intención de predecir el posible impacto a nivel social, económico, ambiental y las probabilidades estadísticas de que esto ocurra ( Ley 1523 del 2012).

El resultado de un análisis de riesgo es la obtención de una estimación de los daños costos vinculados a estos daños y una matriz de daños potenciales ( GUIA METODOLOGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA ; 2015).

**Análisis de la vulnerabilidad.** (INGEOMINAS, 2015), divide el análisis de la vulnerabilidad en dos ejes fundamentales:

- Escenarios de vulnerabilidad.
- Zonificación.

Los escenarios de vulnerabilidad deben ser contruidos con base a los escenarios de amenazas y su objetivo es realizar la identificación de los tipos de daños que se esperan,

para esto deben ser consideradas las variables de elementos expuestos, (bienes materiales y seres humanos), el análisis de la fragilidad de dichos elementos ante la ocurrencia de este tipo de fenómeno; la fragilidad en cuestión va depender de la topología de la edificación evaluada, de la manera en que esta se encuentre expuesta y de sus resistencia ante las situaciones impuestas, una vez están claros los escenarios de vulnerabilidad, se realiza la zonificación de esta vulnerabilidad, mediante la digitalización de mapas en los cuales se debe espacializar las zonas de alta media y baja vulnerabilidad (INGEOMINAS, 2015)

**Amenaza.** Se considera que la amenaza es la “probabilidad de que en un tiempo determinado suceda un evento adverso, capaz de ocasionar pérdidas humanas y materiales en un espacio determinado, también la amenaza natural es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo. (Varnes, 1984)

**Clasificación de los movimientos o remociones en masa.** De acuerdo a Cruden & Varnes(1996), las remociones en masa se clasifican de acuerdo al tipo de Movimiento y al material que se involucra en este Varnes (1978). Tomando como base esta clasificación los tipos de materiales en los cuales se pueden generar los distintos eventos son correspondientes a Roca y Suelo, en lo referente a los tipos de movimientos que se pueden llegar a presentar son: Desprendimientos o caídas, Toppling o volcamientos, deslizamientos, extensiones laterales, flujos, de forma sencilla la combinación de estos términos da origen a lo que denominamos remoción o movimiento en masa. (Laboratorio de Mapeo, s.f.)



Tipo de movimiento		Tipo de material	
		Roca	Suelo
Deslizamiento	Rotacional		Grano fino (barro, >80% partículas <2mm)
	Traslacional		
Extensiones laterales			Grano grueso (detritos, <80% partículas <2mm)
Flujos			
Complejos			

Figura 6. Clasificación de remociones en masa según (Varnes 1978)

**Fuente.** Remociones en masa apuntes del curso. 2008

**Elementos Expuestos.** Se refiere a las personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza. (Ministerio de Minas)

**Geomorfología.** Popescu (2002), argumento que los factores que condicionan la ocurrencia de remoción en masa son principalmente: la topografía del terreno, las pendientes del terreno junto con su extensión y altura estas características del terreno llevan consigo una incidencia directa en la velocidad, energía del evento y el volumen de suelo y material rocoso que se mueva, de la misma manera cualquiera de las variables anteriores que se modifique puede transformar las laderas de estables a inestables y causar la remoción en masa.

Jacoby (2001), señala que una topografía escarpada y los ángulos altos de las pendientes del terreno se convierten en el primer factor de carácter geomorfológico a tener presente, dado que estos son propicios de manera principal a la generación de los flujos, deslizamientos y derrumbes, según Hausser (1993) las pendientes superiores al 25% en las partes altas de las cuencas hidrográficas son potenciales productoras de flujos o aluviones de suelo y material rocoso.

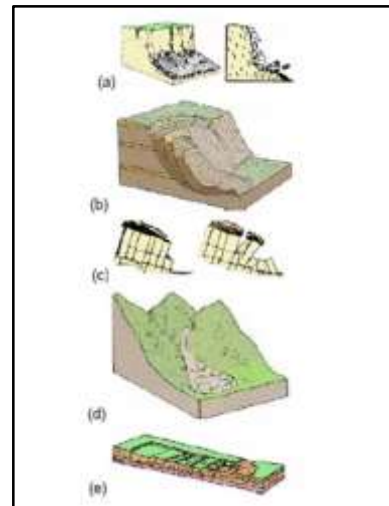
**Gestión del riesgo.** Según lo expuesto por la ley 1523 del año 2012, esta gestión del riesgo es un proceso de índole social, el cual se desarrolla en tres pilares principales por decirlo de alguna forma el conocimiento del Riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres . el fin fundamental de la gestión del riesgo es aportar a la seguridad , calidad de vida y bienestar de los habitantes de un territorio y generar un desarrollo sostenible del mismo.

**Movimiento en masa.** (PMA, GCA 2007), define que en los movimientos en masa se deben incluir todos aquellos movimientos que se presentan pendiente abajo de una masa de suelo y roca causados por efecto de la gravedad.

Los movimientos en masa presentan distintas tasas de movimientos CRUDEN & VARNES (1996) , los cuales pueden ir desde extremadamente rápidos a unos extremadamente lentos , buscando una forma de unificar estos términos CRUDEN & VARNES (1996), asociaron estos valores de la tasa de movimiento con términos cualitativos de rapidez.

Según Keefer (1985), presenta una clasificación de la remoción en masa generados por la ocurrencia de terremotos la cual se puede observar a continuación.

- Caídas
- Deslizamientos
- Volcamientos
- Flujos
- Extensiones laterales



**Pendiente.** Esta hace referencia la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. (IGAC, 2002)

**Precipitaciones.** Gonzales et al (2002), destaca que las lluvias deben ser considerados factores “gatillante”, a los procesos de remoción en masa esto dependerá de su intensidad, duración y distribución espacial, basado en esto se puede predecir que las precipitaciones de poca intensidad por un prolongado periodo de tiempo y precipitaciones con una gran intensidad en cortos periodos de tiempo, serían los detonantes perfectos para desencadenar eventos asociados a la remoción en masa.

**Riesgo.** El riesgo se define como “la probabilidad que presenta un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos”. (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2002)

Es una condición que se deriva de la acción de una o varias amenazas (física: amenaza geológica – remoción en masa; social marginalización política) en un contexto dado y que además involucra la toma de una decisión. En una condición de riesgo las consecuencias de la acción de una amenaza están mediadas por la toma de una decisión (Luhmann, 1993).

**Talud o ladera.** Es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambio de altura significativa. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente. (Prada, 2013)

**Vegetación.** Prieto (1985) destaca que la vegetación de un terreno es determinante en la estabilidad que pueda presentar un terreno, este autor sugiere también que en regiones con climas lluviosos que presenten abundante vegetación, puede ocurrir que la tasa de evapotranspiración sea menor a la de la infiltración y se presente una saturación del suelo; según lo argumentado por Selby (1993) la vegetación genera una disminución del efecto erosivo sobre las laderas, la presencia de árboles de buen desarrollo radicular permitirá que estos realicen una buena captura de agua higroscópica evitando el punto de saturación, además permite el amarre del suelo.

**Vulnerabilidad.** La vulnerabilidad se define como la predisposición o susceptibilidad que tiene un sistema de ser afectado o de sufrir una pérdida (Cardona, 1991), La Vulnerabilidad puede ser física, estructural, social, económica y ambiental.

## 2.2 Enfoque legal

**Decreto N0 1807 de 19 de septiembre de 2014.** Por el cual se reglamenta el artículo 189 del 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.

**Constitución política de Colombia 1991. Art. 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. El deber de Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**Ley 1523 de 2012.** Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece, el sistema nacional de gestión del riesgo de desastre y se dictan otras disposiciones.

**Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y

exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

**Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978 ley 154 de 1976** del medio ambiente. Que con el fin de garantizar este derecho es necesario establecer las regulaciones y tomar medidas para impedir la alteración o deformación de elementos constitutivos del paisaje. (AGRICULTURA., 2014).

**Artículo 4.** Se prohíbe deformar o alterar elementos naturales como piedras, rocas, peñascos, praderas, árboles, con pintura o cualquier otro medio para fines publicitarios o de propaganda en general. Tampoco se podrán aducir fines artísticos para producir tales efectos.

**Decreto número 1547 de 1984.** Por el cual se crea el Fondo Nacional de Calamidades y se dictan normas para su organización y funcionamiento. (DIARIO O, 1984).

**Ley N° 46 de 1988.** Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la república y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 919 de 1989:** "Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones". (BOGOTÁ, 1989).

**Ley 388 De 1997.** Mediante la cual el congreso de la república de Colombia decreta:

1. Armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la ley 9 de 1989 con las nuevas normas establecidas en la constitución política, la ley orgánica del plan de desarrollo y la ley orgánica de áreas metropolitanas.

2. el establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo , preservación y defensa del patrimonio ecológico, cultural y localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamiento de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

**Decreto 93 De 1998.** Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. (REGIMEN LEGAL, 1998).

**Artículo 96. Ley 1523 Vigencia.** La presente ley rige a partir de la fecha de su publicación y deroga las disposiciones que le sean contrarias, en especial la Ley 46 de 1988 y el Decreto-ley 919 de 1989, con excepción de lo dispuesto en el inciso primero del artículo 70 del Decreto-ley, así como también los artículos 1° inciso primero, 2° y 3° del Decreto 1547 de 1984, modificado por el Decreto-ley 919 de 1989.

## Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

### 3.1 Presentación de resultados

#### 3.1.1 Realización del levantamiento de la línea base de las zonas que se encuentran bajo vulnerabilidad a los procesos de remoción en masa dentro de la comuna.

Para realizar el levantamiento de esta línea base se procedió primero a espacializar la comuna número 3 de la ciudad de Ocaña de acuerdo a la información geográfica oficial de la alcaldía municipal, para este proceso se contó con el uso de la herramienta SIG ARCGIS licencia académica de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.

#### 3.1.1 Delimitación de la zona de estudio.

Basada en la delimitación oficial y división política de la zona urbana del municipio de Ocaña Norte de Santander se elaboró la tabla con la división política urbana, con su respectiva área superficial según la revisión modificación y ajuste del PBOT municipal 2015.

**Tabla 3**

*División político administrativa de la ciudad de Ocaña norte de Santander*

No de La Comuna	Nombre de La Comuna	Extensión oficial Km <sup>2</sup>
Comuna 1.	Central José Eusebio Caro	1.00
Comuna 2.	Nor Oriental Cristo Rey	1.48
Comuna 3.	Sur Oriental Olaya Herrera	2.06
Comuna 4.	Sur Occidental Adolfo Milanés	1.09



Comuna 5.	Francisco Fernández de Contreras	1.58
Comuna 6.	Ciudadela Norte	0.96

**Fuente.** Pasante del proyecto.

Según esta información la comuna de mayor área superficial corresponde a la comuna N0 3, Sur Oriental Olaya Herrera, con 2.06 km<sup>2</sup>, y la de menor área la comuna 6 Ciudadela Norte 0.96Km<sup>2</sup>.

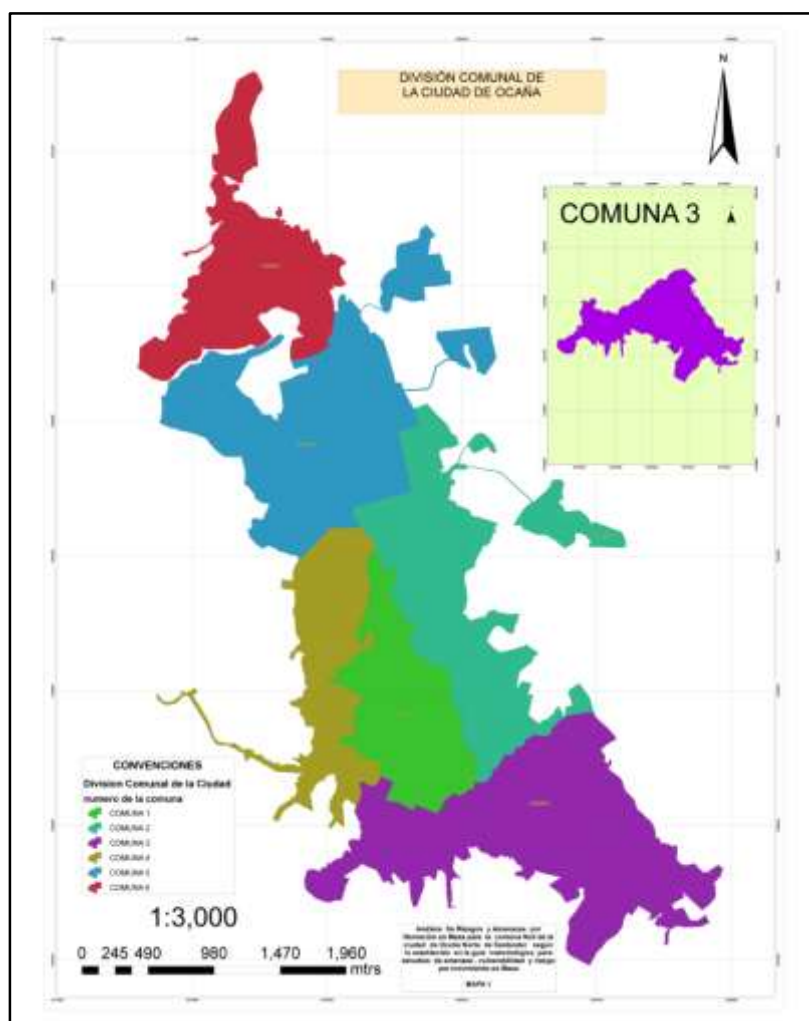


Figura 5. División comunal de la ciudad de Ocaña Norte De Santander, según el PBOT de Ocaña.

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

Una vez se pudo evidenciar el límite de la comuna se procedió a traslapar el polígono resultante y de esta manera poder conocer los barrios que la componen.

Según el PBOT la comuna 3 sur oriental Olaya herrera está integrada por los siguientes barrios camino real, santa lucia, la piñuela, san antonio, Gustavo alayón, la palmita, las mercedes, el carretero, la costa, la favorita, villa nueva, la quinta, san fermín, el llanito, la esperanza, doce de octubre, el bosque, los almendros, el bambo, 26 de julio, carbón, ramal, cuesta blanca, promesa de dios, nueva madrid, la paz, belén, quebrada el tejar, las alcantarillas, olaya herrera, jorge eliécer gaitán, la quinta.

E igualmente los sectores: los alpes, vía circunvalar, carretera central, milanés, urbanización el molino, el espinazo, la luz polar, jesús cautivo, villa sur, el camino, urbanización tabachines, asentamiento humano tres de abril, prado sur, las crucecitas, libardo alonso, los proyectos urbanísticos ciudadela deportiva, urbanización los olivos, urbanización los álamos.

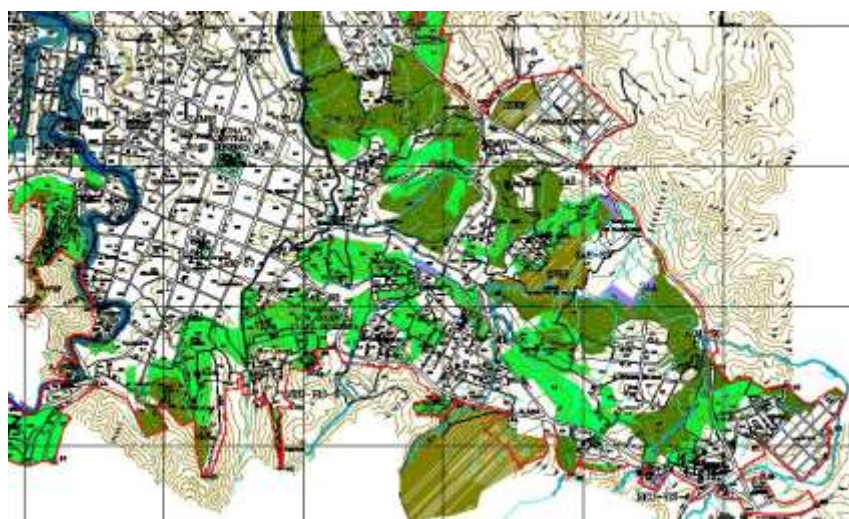


Figura 6. Límite oficial de la comuna No3 con los barrios que la componen

**Fuente.** PBOT de Ocaña

### 3.1.2 Levantamiento topográfico de la comuna tres (3) Sur oriental.

Por medio de una antena GPS previamente calibrado en la placa GPS N2 localizada en la escuela pública simón bolívar se realizó el levantamiento planimétrico directo para validar la información del polígono oficial de la división administrativa de la ciudad , dentro del proceso del levantamiento topográfico y planimétrico se geolocalizaron las áreas verdes.

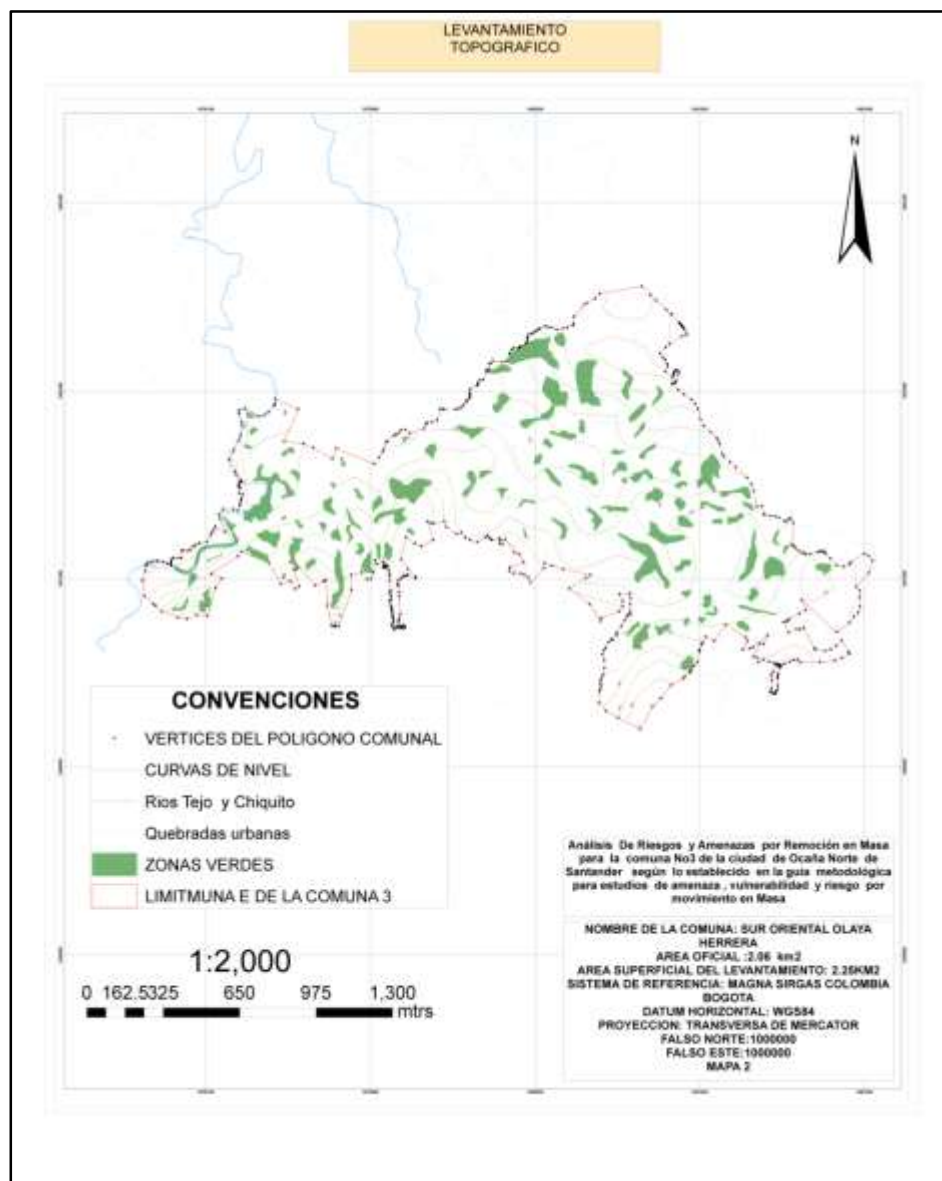


Figura 7. Levantamiento topográfico de la comuna N3

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

Dentro de los factores condicionantes para la amenaza se encuentran la realidad del terreno, los cuales han ido cambiando ante diversos procesos tanto naturales como antrópicos dando como resultado el deterioro de la cobertura vegetal que es una de las capas protectoras del suelo, lo que trae como consecuencia a su vez que el suelo se encuentre mucho más vulnerable a procesos de remoción en masa, ya que la vegetación cumple un papel muy importante en el procesos de estabilidad del suelo, con el sistema radicular de las plantas lo cual favorece la estabilidad del talud o ladera, además que estas también ayudan a la absorción del agua a través del proceso de evapotranspiración ya que absorbe la humedad existente brindándole mayor estabilidad al terreno.

La geolocalización de las áreas verdes se llevó acabo para determinar con qué porcentaje de vegetación se contaba en la zona de estudio y poder determinar con mayor exactitud cuáles son los puntos más vulnerables dentro de la comuna número 3, dando como resultados un total de: 0.268072 km<sup>2</sup>.

Durante la visita ocular fueron identificados diferentes puntos que pueden ser considerados potencialmente vulnerables a procesos de remoción en masa, estos puntos se georreferenciaron y se tomó la evidencia fotográfica de los lugares para el proceso de formulación de la line base.

Los siguientes puntos fueron los identificados en el trabajo de campo como los de susceptibilidad a remoción en masa.

**Punto 1**

Fotografía 1. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto se localiza en bajo las coordenadas planas X : 1081027.17658; Y: 1402711.64102; Elevación : 1228mtrs , escasa vegetación de amarre o de buen desarrollo radicular con una fuerte pendiente suelo limitado por roca que no permite que el agua drene con facilidad, se pueden apreciar procesos de erosión hídrica en el suelo.

**Punto 2**

Fotografía 2. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto se localiza en bajo las coordenadas planas X : 1080970.02647 Y: 1402489.39058 ; Elevación : 1239mtrs , poca o nula vegetación de amarre o de buen desarrollo radicular con una fuerte pendiente suelo limitado por roca que no permite que el agua drene con facilidad, se pueden apreciar procesos de erosión hídrica en el suelo.

**Punto 3**

Fotografía 3. Punto susceptible a remoción en masa barrio el carretero.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto se localiza bajo las coordenadas planas X : 1080598.55073 Y: 1402597.34079 ; Elevación : 1230 mtrs el talud de la ladera se encuentra cubierta por un tipo de geo textil, a manera de obra de mitigación del riesgo.

**Punto 4**

Fotografía 4. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes.

**Fuente.** Pasante del proyector

Punto se localizado bajo las coordenadas planas X : 1079629.64462 Y 1401732.64214;; Elevación : 1225 mtrs el talud de la ladera se encuentra desnudo con una pendiente alta como se puede ver en la fotografía, la vegetación que predomina sobre la ladera son gramíneas de tipo nativo o naturales las cuales presentan bajo corte y desarrollo superficial de raíces ante fenómenos de aguaceros intensos y precipitaciones severas (las cuales puedan superar la media diaria de los últimos 20 años), puede generarse una desestabilización del talud de la montaña, generando como resultado procesos de remoción en masa.



**Punto 5**

Fotografía 5. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Punto se localizado bajo las coordenadas planas X : 1079987.362 Y 1401851.17571;  
Elevación : 1248 mtrs un talud con alta pendiente y cobertura vegetal escasa no se aprecia ninguna obra de mitigación, se hace evidente el riesgo de las familias que habitan estas viviendas.

**Punto 6**

Fotografía 6. Punto susceptible a remoción en masa barrio las mercedes.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Al fondo de la fotografía se puede apreciar la vivienda construida sobre la falda de la montaña en alto riesgo de ocurrencia de un fenómeno de remoción lo cual también afectaría a las viviendas construidas en lo que se puede denominar pie de monte; esta zona presenta una fuerte pendiente y saturación de construcciones sin base técnica de sismo resistencia, las coordenadas de localización de este punto son X: 1079935.21859; Y: 1401960.76854; Elevación: 1230mtrs.

**Punto 7.**

Fotografía 7. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto es especialmente complejo su fuerte pendiente, suelos desnudos y procesos erosivos fuertes lo hacen altamente susceptible a los fenómenos de remoción en masa, el punto se localiza bajo las coordenadas planas X: 1080889.28488; Y: 1402707.66097: Elevación 1230mtrs.

**Punto 8**

Fotografía 8. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

En el punto 8 localizado en las coordenadas X: 1081145.18099; Y: 1402179.2597; Elevación 1215 mtrs, presenta un severo proceso de socavación y pérdida de suelo por proceso erosivo causado por el efecto del agua sobre este suelo, lo anterior favorecido por la fuerte pendiente del terreno y practicas inadecuadas de manejo.

**Punto 9**

Fotografía 9. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Punto localizado bajo las coordenadas X: 1080696.44675; Y: 1402340.12669; Elevación: 1212mtrs; escasa vegetación, gran área de suelos desnudos con fuerte pendiente y construcciones con deficientes normas técnicas de construcción.

**Punto 10**

Fotografía 10. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto se encuentra en las coordenadas planas X: 1080963.14729; Y: 1402185.60972; Elevación 1212mtrs; presenta un talud desnudo como se puede ver en la fotografía 10, fuerte erosión hidrica como se puede apreciar por las cárcavas causadas por el paso del agua a través de la pendiente.

**Punto 11**

Fotografía 11. Punto susceptible a remoción en masa ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

En este punto se puede observar un peligroso proceso de erosión y pérdida de capa vegetal protectora, lo cual unido a la fuerte pendiente y el mal manejo de los suelos por parte de algunos habitantes lo convierten en un punto neurálgico dentro de esta investigación; este punto se encuentra localizado en las coordenadas X: 1080755.19388; Y: 1402609.83519; Elevación: 1240mtrs.

**Punto 12**

Fotografía 12. Punto susceptible a remoción en masa barrio ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Este punto está localizado en las coordenadas planas X: 1080863.66376; Y: 1402674.56069; Elevación: 1243 mtrs, en la fotografía se pueden notar las características propias de los suelos denominados por el IGAC como Bad Land o tierras malas, suelos de clase VIII, fuertes pendientes, limitados por roca y pobre capacidad de drenaje.

En la siguiente imagen tomada de GOOGLE EARTH PRO 2016 se pueden apreciar la espacialización de los puntos que fueron considerados como críticos o potencialmente susceptibles a procesos de remoción en masa los cuales fueron georeferenciados con un GPS navegador .



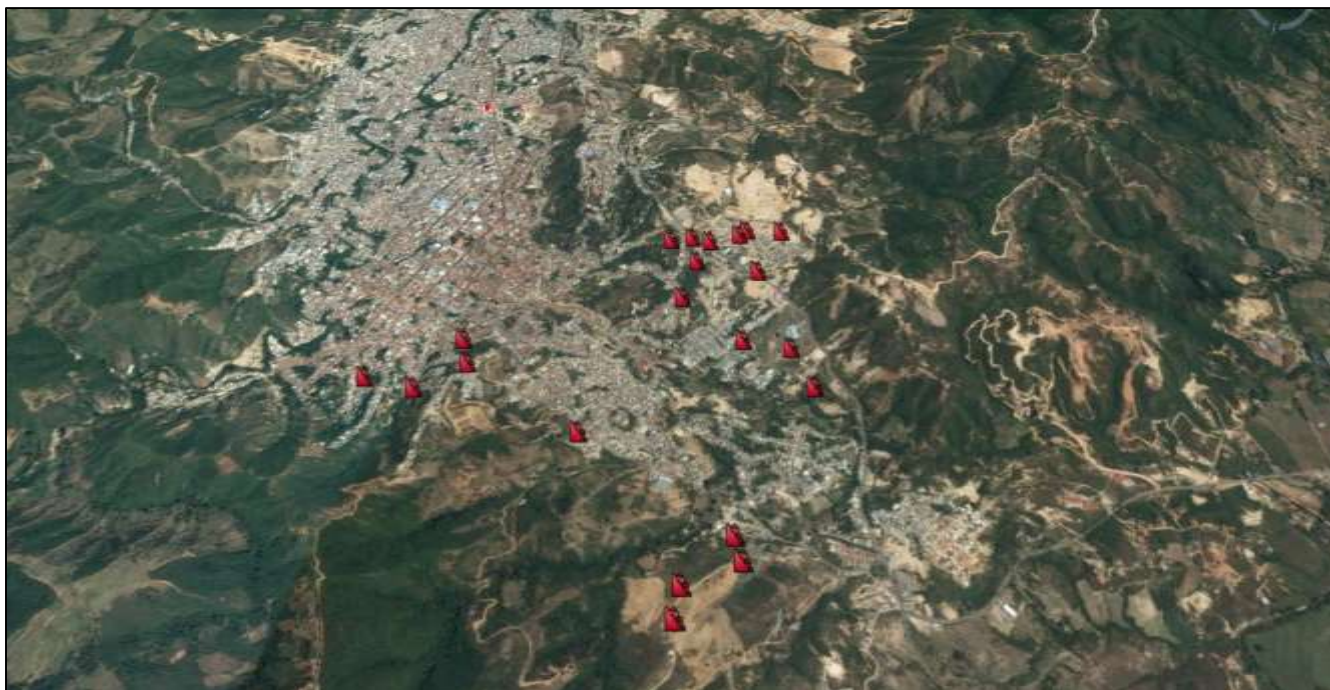


Figura 8. Localización de los puntos críticos que potencialmente puedan presentar procesos de remoción en masa, por sus características edafológicas, intervención antrópica y demás variables.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Los puntos georreferenciados se convirtieron a formatos SHP y se re proyectaron al sistema MAGNA sirgas Colombia Bogotá y trasladados sobre el plano base de la ciudad de Ocaña , generando como resultado la temática siguiente donde se pueden apreciar los polígonos de los barrios (el carretero, las mercedes y Ciudadela Deportiva ) los cuales son los barrios de la comuna 3 en los que más se pudieron observar áreas susceptibles a remoción en masa.

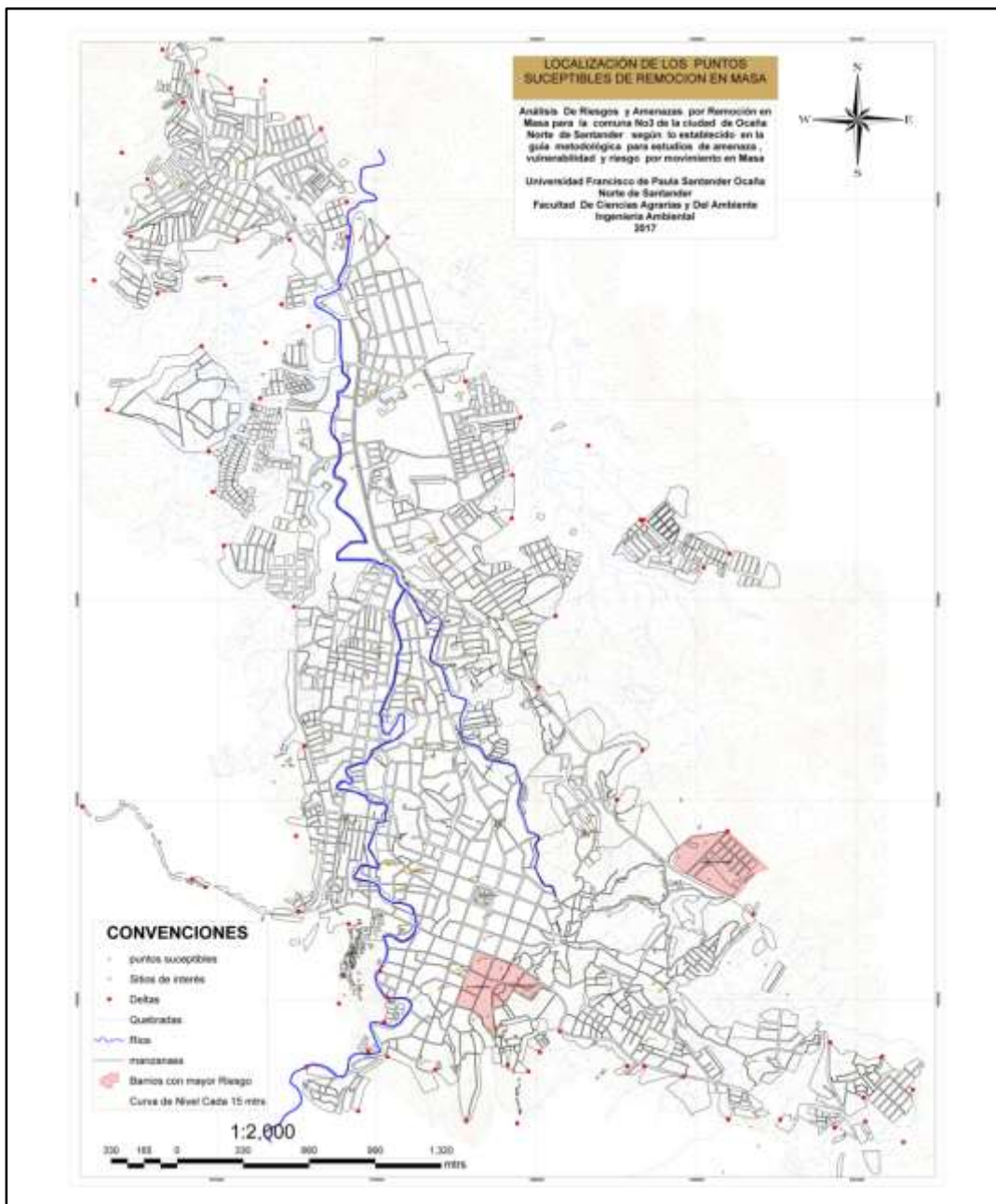


Figura 9. Mapa base del estudio.

**Fuente.** Pasante del proyecto

### 3.2 Cumplimiento del objetivo específico N2 cuantificación del riesgo de la comuna número 3 de la ciudad de Ocaña mediante una matriz de análisis

La probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento (e), como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a (i), puede definirse mediante la aplicación de la ecuación (Cardona, 1991).

Cuantificación del riesgo

$$\mathbf{Rie = f (Ai, Ve)}$$

$$\mathbf{Ai= f (Pi, ti)}$$

Dónde:

Rie: Se entiende como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento (e), como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a (i).

Ai: Amenaza o peligro, entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a (i), durante un periodo de exposición (t).

Ve: Vulnerabilidad, entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto a ser afectado o de ser susceptible de sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento de intensidad (i).

Pi: probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a (i).

ti: Periodo de exposición.

Como primer paso se definieron los factores de riesgo

**Amenaza:** según (Varnes–1984) Considerando que la amenaza es la “probabilidad de que en un tiempo determinado suceda un evento adverso, capaz de ocasionar pérdidas humanas y materiales en un espacio determinado, también la amenaza natural es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo, Las amenazas naturales y antrópicas que se presentan con mayor intensidad son las que se describen en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Tipos de amenaza*

Tipo de amenaza	Descripción
Amenaza Sísmica	La amenaza sísmica es la condición latente que se deriva de la posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, distancia y profundidad (FOPAE). Para definir el peligro de la amenaza sísmica se utilizan los parámetros de movimiento fuerte que logran definir la intensidad del movimiento. La norma sismo resistente de 2010 (NSR 10) plantea su zonificación sísmica de acuerdo a aceleraciones y velocidades probables con un periodo de retorno de 50 años.
Amenaza por inundación	Las inundaciones se clasifican en: por desbordamientos, en llanuras, súbitas y en ciudades debido a deficiencias en el sistema de alcantarillado.
Amenaza por Incendios Forestales	Los incendios forestales, son definidos como “procesos auto acelerados de oxidación con liberación súbita de energía de gases, y de nutrientes en forma de ceniza” (RUIZ DEL CASTILLO, 2000). Estos procesos causan graves alteraciones a la autorregulación de los ecosistemas, generando efectos directos en la flora, fauna, el paisaje y en el hombre. Los incendios forestales, pueden ser causados por condiciones extremas del clima y topografía, igualmente pueden ser causados por el hombre en diferentes actividades, como un factor sociocultural.

Amenaza por eventos de remoción en masa

Los deslizamientos (“Landslides”) consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (CRUDEN, 1996); estos eventos se deben a una pérdida de consistencia de materiales, acciones antrópicas, aumento de peso o un factor detonante (lluvias o sismos) que logran causar un desequilibrio en una ladera.

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Vulnerabilidad:** La vulnerabilidad se define como la predisposición o susceptibilidad que tiene un sistema de ser afectado o de sufrir una pérdida (Cardona, 1991). La vulnerabilidad puede ser física, estructural, social, económica y ambiental, En términos generales la vulnerabilidad de carácter técnico puede cuantificarse en pérdidas o daños, mientras que la vulnerabilidad social se describe cualitativamente en términos de aspectos económicos, culturales, ideológicos y educativos.

## Tabla 5

### *Tipos de vulnerabilidad*

Tipo de vulnerabilidad	Indicadores
Vulnerabilidad Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ubicación de casas al pie o sobre laderas.</li> <li>· Ubicación de caminos con mucho tráfico en laderas inestables.</li> </ul>
Vulnerabilidad Social (íntimamente relacionada a la resiliencia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Falta de obras de protección (infraestructura)</li> <li>· Accesos limitados (vías, puentes)</li> <li>· Construcciones inadecuadas(materiales, diseños)</li> <li>· Falta de formación-capacitación de los actores involucrados respecto del problema de los deslizamientos.</li> </ul>
Vulnerabilidad Económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Los deslizamientos no son asumidos como parte integral del desarrollo</li> <li>· Desorganización local</li> <li>· Legislación para regular el manejo de los suelos</li> <li>· Participación comunitaria</li> <li>· Sensibilización acerca de los deslizamientos.</li> <li>· Planificación inapropiada.</li> </ul>

Vulnerabilidad Ambiental

- Malas praxis agrícolas y ganaderas. (Tala, quemas etc.)
- Lentas recuperaciones después de eventos naturales (incendios forestales)
- Procesos de deforestación. (Extensa practica de tala)
- Mal uso del suelo (disposición de residuos)
- Mal uso del recurso hídrico (intervención en cuencas).

**Fuente.** Pasante del proyecto

Según, (Cardona O. D., 1999) en su documento “Elementos para el ordenamiento y planeación del desarrollo”; el análisis de la vulnerabilidad se realiza mediante un proceso en donde se determina el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento ante una amenaza específica, generando conocimiento acerca del riesgo a través de las interacciones de elementos con el ambiente peligroso.

### Calificación del riesgo.

COSTO APROXIMADO DE DAÑO	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
200 - 60%	ALTO	Riesgo inaceptable. Es necesaria la ejecución de investigaciones detalladas, planeación e implementación de medidas para reducir el riesgo. Las medidas de intervención estructural pueden ser dispendiosas y poco prácticas; además, pueden ser más costosas que el valor mismo de la propiedad.
60 - 20%	MEDIO	Puede tolerarse en ciertas circunstancias (de acuerdo con la regulación estatal), pero requiere investigación y planeación detallada para evitar que aumente. Las medidas para reducir el riesgo son viables económicamente.
20 - 0%	BAJO	Usualmente aceptable para los tomadores de decisiones. Se requiere mantenimiento normal de taludes y laderas.

Figura 10. Categorización del riesgo de bienes físicos.

**Fuente.** Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa

**Identificación de amenazas y vulnerabilidad.** Estas identificaciones se llevaron a cabo mediante visitas oculares, con el objeto de verificar cada una de las zonas que presentar mayor grado de vulnerabilidad a procesos de remoción en masa.

Para la evaluación se tomaron en cuenta los lineamientos de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa y así poder elaborar las matrices a continuación:

**Matriz de amenazas.** Para realizar la respectiva calificación se llevó a cabo visitas oculares para poder determinar las actividades que se desarrollan en cada uno de los barrios en estudio de la comuna 3, teniendo en cuenta los criterios para la calificación de amenazas que muestra la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa.

NIVEL DE AMENAZA	PROBABILIDAD ANUAL DE FALLA
Baja	<0,001
Media	0,001-0,16
Alta	>0,16

Figura 11. Criterio para la clasificación de la amenaza en función de la probabilidad anual de falla

**Fuente.** Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa

**Tabla 6***Identificación de amenazas en los barrios el carretero*

IDENTIFICACION DE AMENAZAS EN EL BARRIO EL CARRETERO				
AMENAZAS	B	M	A	PROBABILIDAD
a) La zona es expuesta a deslizamientos			■	0,18
b) La zona presenta caída de sedimentos		■		0,11
c) La zona presenta movimientos lentos		■		0,9
d) La zona está expuesta a flujos		■		1,2
e) La zona está expuesta a actividad sísmica		■		0,8
f) La zona está expuesta a alta contaminación ambiental			■	0,16
g) La zona está expuesta a degradación del suelo por erosión			■	0,19
h) La zona está expuesta a prestaciones			■	0,16

**Fuente.** Pasante del proyecto**Tabla 7***Identificación de amenazas en el barrio las mercedes*

IDENTIFICACION DE AMENAZAS EN LOS BARRIO LAS MERCEDES				
AMENAZAS	B	M	A	PROBABILIDAD
a) La zona es expuesta a deslizamientos			■	0,18
b) La zona presenta caída de sedimentos			■	0,19
c) La zona presenta movimientos lentos		■		0,9
d) La zona está expuesta a flujos		■		1,2
e) La zona está expuesta a actividad sísmica		■		0,8
f) La zona está expuesta a alta contaminación ambiental		■		0,14



g)La zona está expuesta a degradación del suelo por erosión				0,19
h)La zona está expuesta a prestaciones				0,16

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 8**

*Identificación de amenazas en el barrio ciudadela deportiva*

IDENTIFICACION DE AMENAZAS EN LOS BARRIO CIUADELA DEPORTIVA				
AMENAZAS	B	M	A	PROBABILIDAD
a) La zona es expuesta a deslizamientos				0,18
b) La zona está expuesta a caída de sedimentos				0,19
c) La zona presenta movimientos lentos				0,9
d) La zona está expuesta a flujos				1,2
e) La zona está expuesta a actividad sísmica				0,8
f) La zona está expuesta a alta contaminación ambiental				0,14
g)La zona está expuesta a degradación del suelo por erosión				0,19
h)La zona está expuesta a prestaciones				0,15

**Fuente.** Pasante del proyecto

## Total de amenazas

**Tabla 9**

*Total amenazas del barrio el carretero*

TOTAL AMENAZAS BARRIO EL CARRETERO										
a	b	c	d	e	f	g	h	A	M	B
								4	4	0
								50%	50%	0.00%

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 10**

*Total amenazas del barrio las mercedes*

TOTAL AMENAZAS BARRIO LAS MERCEDES										
a	b	c	d	e	f	g	h	A	M	B
								4	4	0
								50%	50%	0.00%

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 11**

*Total amenazas del barrio ciudadela deportiva*

TOTAL AMENAZAS BARRIO CIUDADELA DEPORTIVA										
a	b	C	d	e	f	g	h	A	M	B
								3	5	0
								37.5%	62.5%	0.00%

**Fuente.** Pasante del proyecto

Las amenazas en los barrios con mayor vulnerabilidad a procesos de remoción en masa se dan por las condiciones en que se encuentra el terreno ya que en la gran mayoría los suelos que

se pudieron observar con suelos desnudos sin capa vegetal o con poca capa vegetal para su protección ante el viento y las precipitaciones además es evidente la contaminación ambiental por parte de los habitantes.

### Matriz de vulnerabilidad

Para el análisis de vulnerabilidad fue necesaria la respectiva inspección a cada uno de los barrios teniendo en cuenta también los lineamientos que dicta la guía de ingeniería para su posterior calificación.

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	VALOR DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE DAÑO
ALTA	0,50-1,00	Total-colapso
MEDIA	0,10-0,50	Grave
BAJA	0,02-0,10	Moderado
	0,00-0,02	Leve

Figura 12. Clasificación de la vulnerabilidad para edificaciones y líneas vitales

**Fuente.** Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa

### Tabla 12

*Identificación de la vulnerabilidad en el barrio el carretero*

IDENTIFICACION DE VULNERABILIDAD EN EL BARRIO CARRETERO				
VULNERABILIDAD	B	M	A	NIVEL DE DAÑO
a) Colapso parcial o total de la estructura.				0,20
b) colapso de elementos no estructurales.				0,08

c) Daños en los muros				0,10
d) Grietas grandes y profundas.				0,50
e) Quiebre de ventanas.				0,16
f) Daños en pisos.				0,30
g) Parte del volumen deslizado reposa sobre la vía.				0,40
h) Los vehículos pasan con dificultad.				0,60
i) Se afecta totalmente el tránsito de vehículos.				0,70

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 13**

*Identificación de la vulnerabilidad en el barrio las mercedes*

IDENTIFICACION DE VULNERABILIDAD EN EL BARRIO LAS MERCEDES				
VULNERABILIDAD	B	M	A	NIVEL DE DAÑO
a) Colapso parcial o total de la estructura.				0,20
b) colapso de elementos no estructurales.				0,12
c) Daños en los muros				0,10
d) Grietas grandes y profundas.				0,20
e) Quiebre de ventanas.				0,16
f) Daños en pisos.				0,30
g) Parte del volumen deslizado reposa sobre la vía.				0,40
h) Los vehículos pasan con dificultad.				0,50
i) Se afecta totalmente el tránsito de vehículos.				0,30

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 14***Identificación de la vulnerabilidad en el barrio ciudadela deportiva*

IDENTIFICACION DE VULNERABILIDAD EN EL BARRIO CIUDADELA DEPORTIVA				
VULNERABILIDAD	B	M	A	NIVEL DE DAÑO
a) Colapso parcial o total de la estructura.		■		0,30
b) colapso de elementos no estructurales.	■			0,10
c) Daños en los muros			■	0,60
d) Grietas grandes y profundas.			■	0,70
e) Quiebre de ventanas.		■		0,16
f) Daños en pisos.		■		0,30
g) Parte del volumen deslizado reposa sobre la vía.		■		0,40
h) Los vehículos pasan con dificultad.			■	0,60
i) Se afecta totalmente el tránsito de vehículos.		■		0,40

**Fuente.** Pasante del proyecto**Total de vulnerabilidad****Tabla 15***Total vulnerabilidad del barrio el carretero*

TOTAL AMENAZAS BARRIO EL CARRETERO											
a	b	c	d	e	F	g	h	I	A	M	B
■	■	■	■	■	■	■	■	■	3	5	1
									33,3%	55,5%	11,1%

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 16***Total vulnerabilidad del barrio las mercedes*

TOTAL AMENAZAS BARRIO LAS MERCEDES											
a	b	c	d	e	F	g	h	i	A	M	B
									1	8	0
									11,1%	88,8%	0,00%

**Fuente.** Pasante del proyecto**Tabla 17***Total vulnerabilidad del barrio ciudadela deportiva*

TOTAL AMENAZAS BARRIO CIUDADELA DEPORTIVA											
a	b	c	d	e	F	G	h	i	A	M	B
									3	5	1
									33,3%	55,5%	11,1%

**Fuente.** Pasante del proyecto**Calificación cualitativa y cuantitativa de la amenaza y vulnerabilidad****Tabla 18***Calificación de la amenaza y vulnerabilidad para los barrios de estudio.*

CRITERIOS	BARRIOS	A	M	B	CUANTITATI VA	DESCRIPCIO N	CUALITATIVA
AMENAZAS	El carretero	50%	50%	0	50%	Medio	
	Las mercedes	50%	50%	0	50%	Medio	
	Ciudadela deportiva	37,5%	62,5%	0	50%	Medio	
VULNERABILIDADES	El carretero	33,3%	55,5%	11,1%	49,5%	Medio	
	Las mercedes	11,1%	88,8%	0,00%	49,5%	Medio	
	Ciudadela deportiva	33,3%	55,5%	11,1%	49,5%	Medio	

**3.2.1 Aspectos físicos de la zona de estudio.** Para la caracterización siguiente fueron escogidos los siguientes barrios.

**Tabla 19**

*Barrios en estudio*

NOMBRE	AREA_M2	perímetro
EL CARRETERO	53831.3744	53831.37435
LAS MERCEDEZ	26318.4475	26318.44752
CIUDELA DEPORTIVA	92613.8993	92613.89931

**Fuente.** Pasante del proyecto

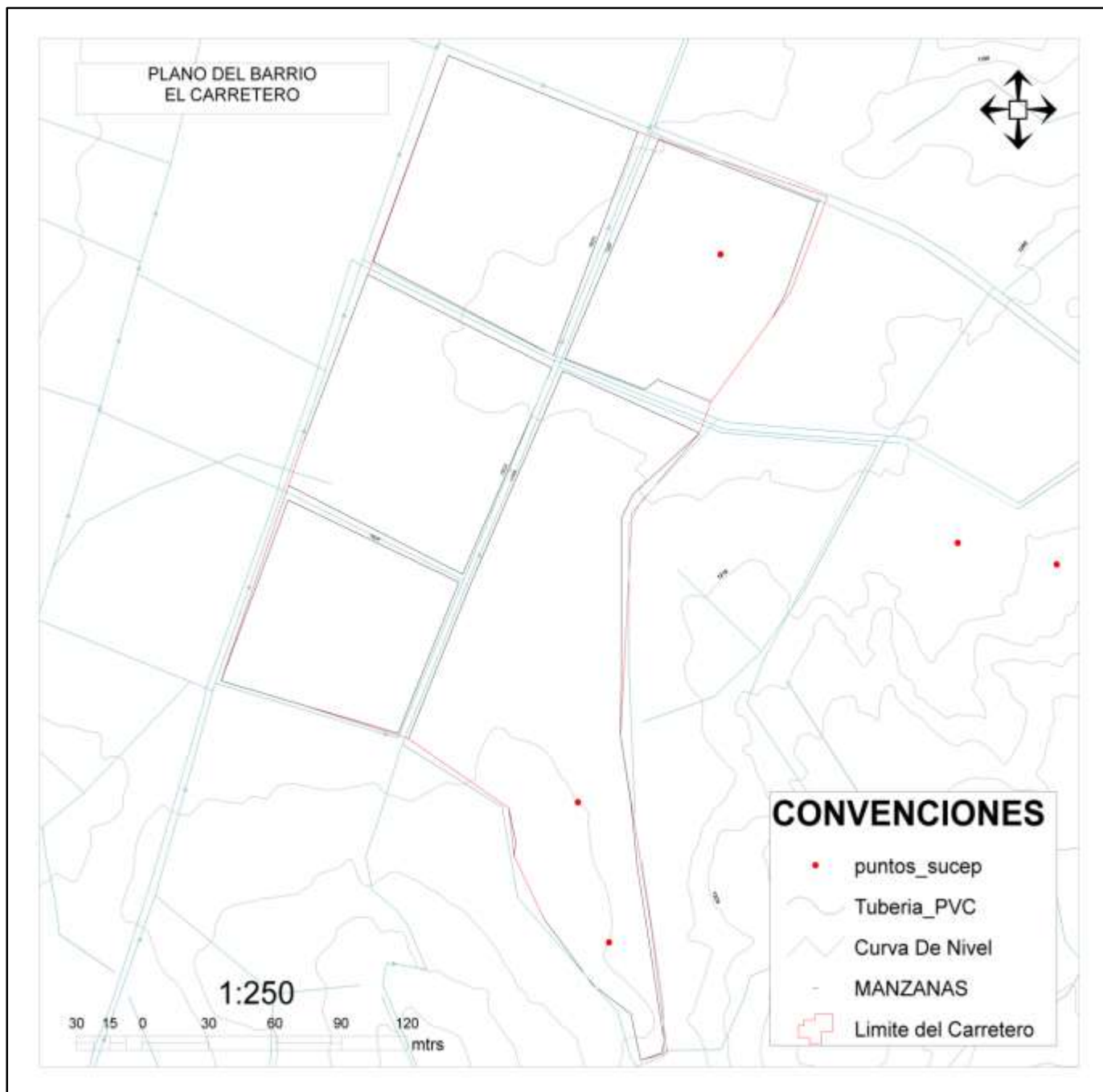


Figura 13. Plano del barrio el carretero

**Fuente.** Pasante del proyecto



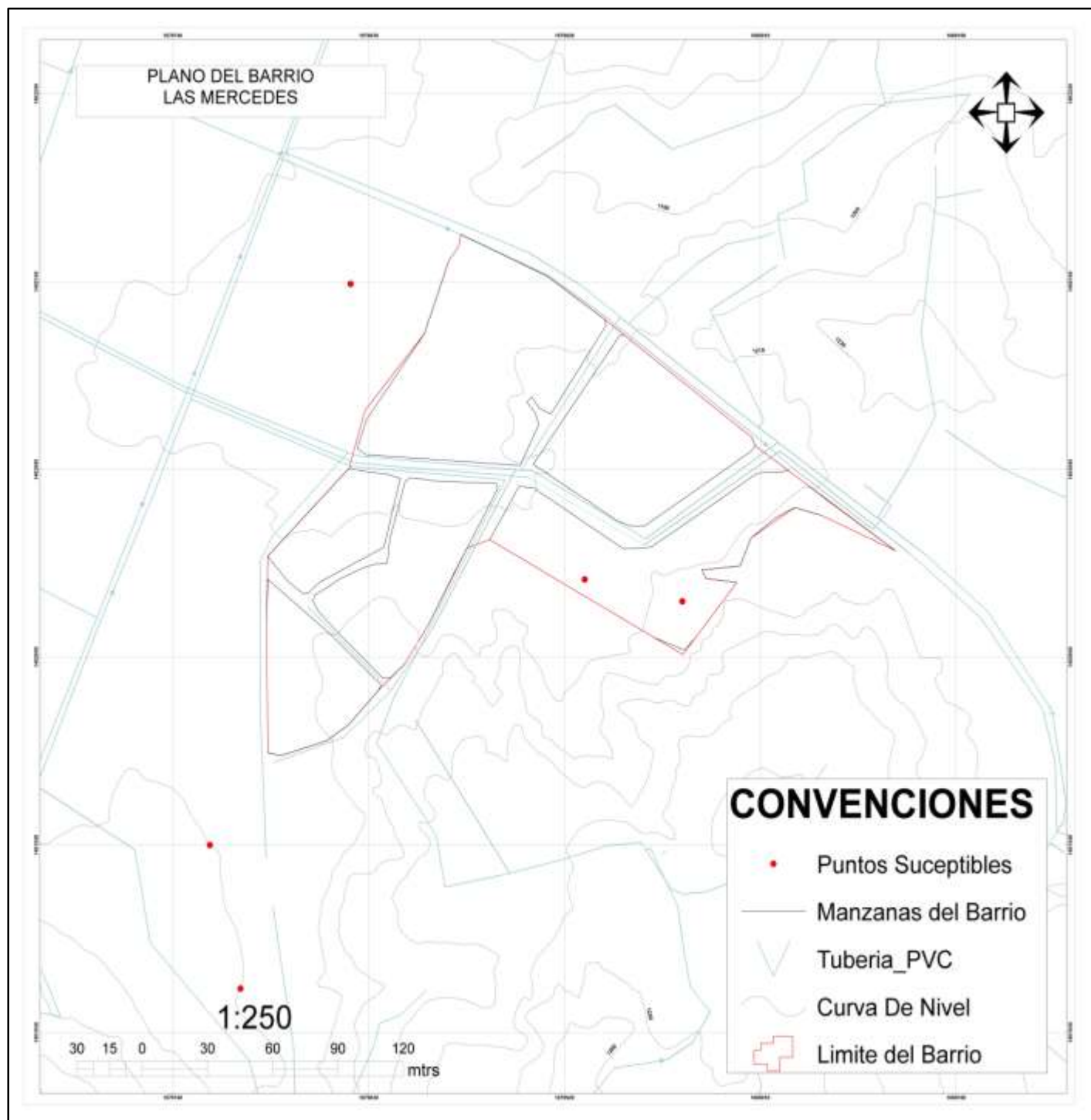


Figura 14. Plano del barrio las mercedes.

**Fuente.** Pasante del proyecto

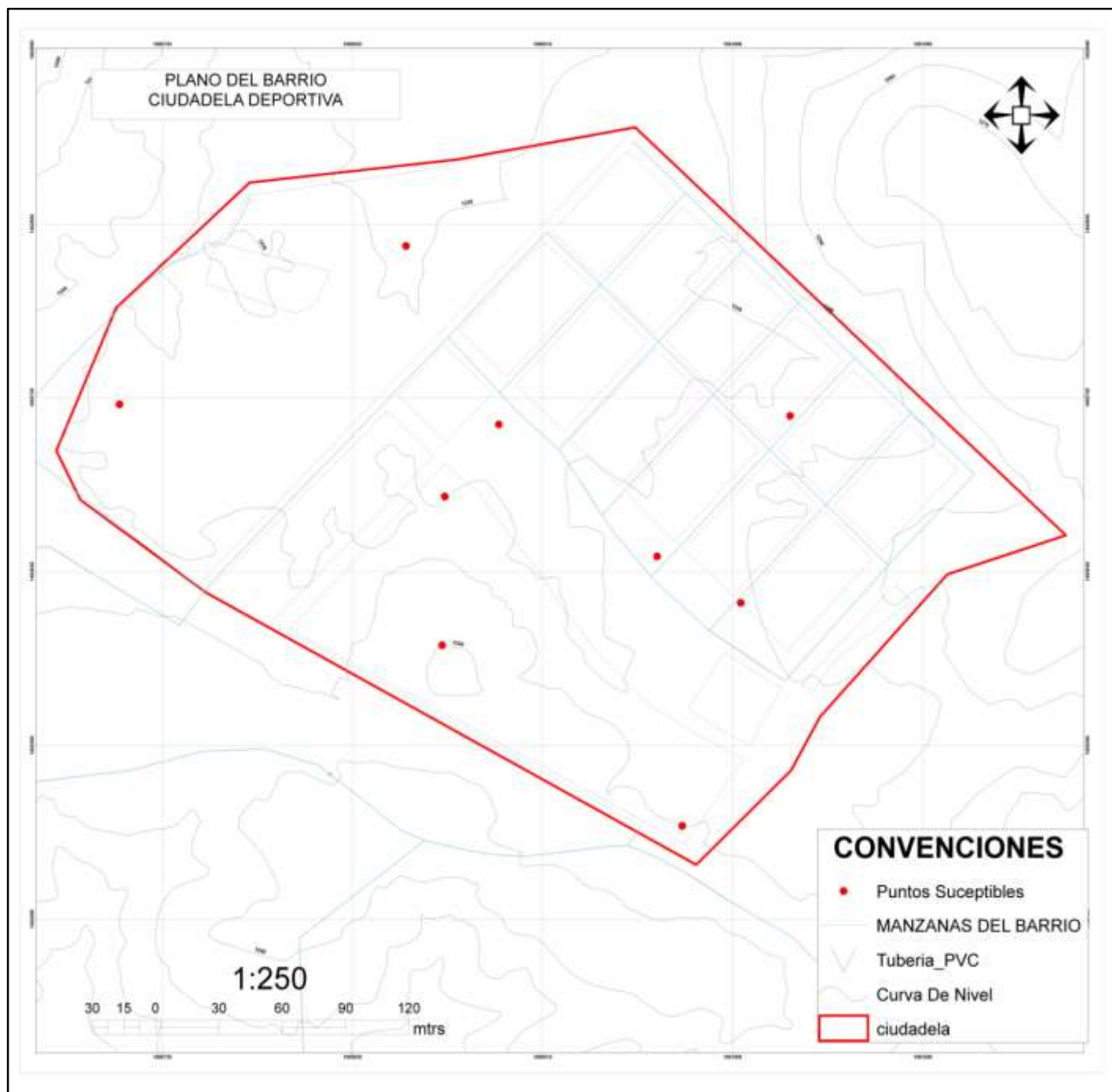


Figura 15. Plano del barrio la ciudadela deportiva.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Según la información geográfica de la alcaldía municipal de Ocaña, la comuna 3 cuenta con un sistema ambiental urbano con los siguientes componentes.

Áreas de espacio público.

Suelos de protección del recurso hídrico.

Zonas de protección ambiental sistema de cerros.

Zonas de amortiguamiento ambiental.

Los cuales se encuentran distribuidos espacialmente de la forma como se muestra el siguiente mapa el cual está construido a una escala de 1:400 re proyectado al sistema Magna Sirgas Colombia Bogotá.

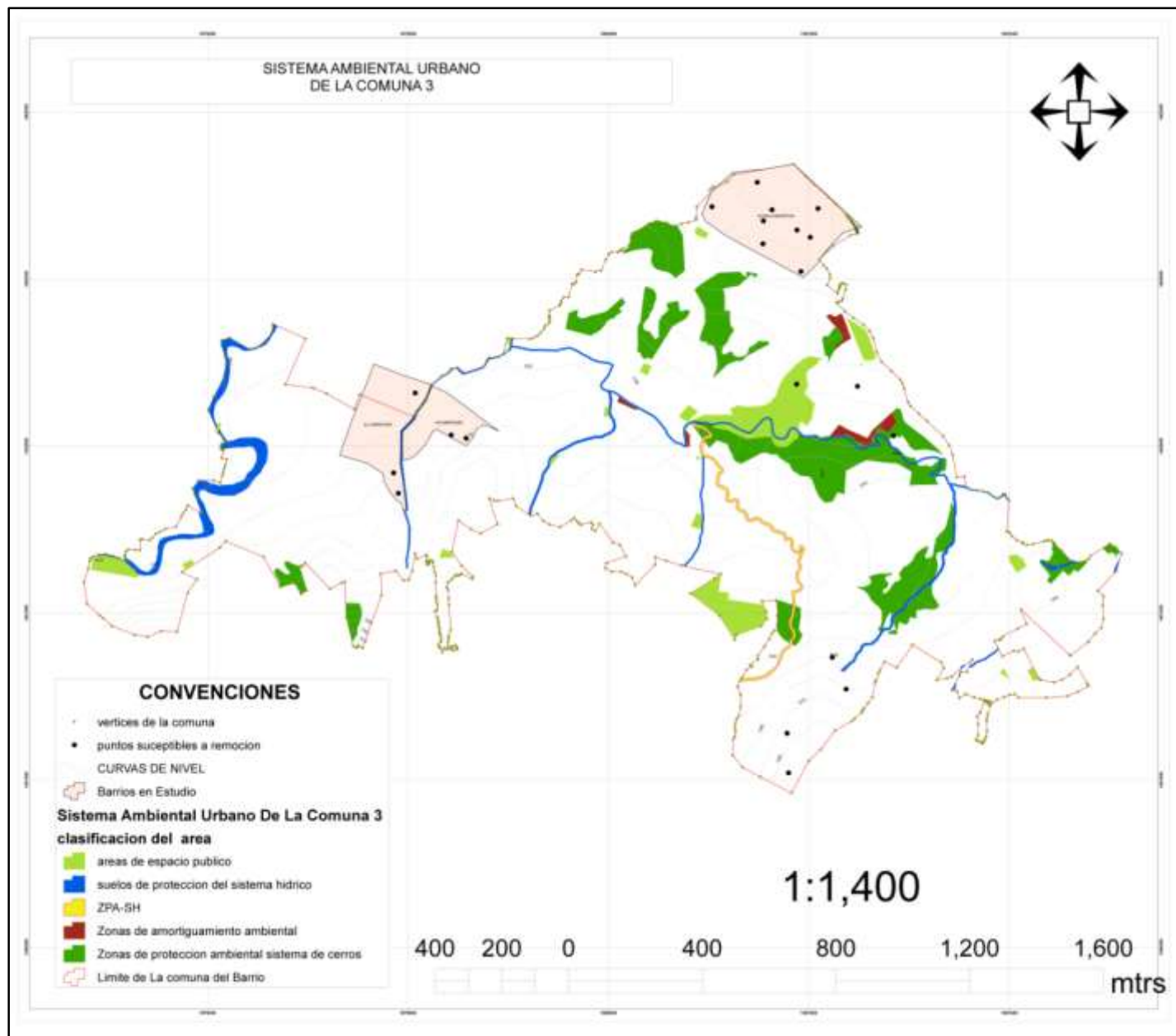


Figura 16. Mapa del sistema ambiental urbano que constituye la comuna 3 de la ciudad de Ocaña.

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

### 3.2.2 Topografía.

Se llevó a cabo en cada uno de los barrios de estudio

**Tabla 20**

*Levantamiento topográfico del barrio el carretero*

Levantamiento topográfico del barrio el carretero					
COTA TERRENO		COTA CLAVE		PENDIENTE	
INI	FIN	INI	FIN	TERRENO	HIDRAULICA
M	M	M	M	%	%
1171.51	1172.21	1170.31	1170.31	-3.29%	0.60%
1172.21	1172.07	1170.26	1170.26	0.44%	0.60%
1172.07	1172.12	1170.21	1170.21	-0.18%	0.60%
1172.12	1172.60	1170.16	1170.15	-1.37%	0.60%
1172.60	1170.74	1170.10	1170.10	11.29%	0.60%
1170.74	1171.20	1170.05	1170.05	-5.25%	0.60%
1171.20	1171.20	1170.00	1170.00	0.00%	0.60%
1171.20	1171.21	1169.95	1169.95	-0.04%	0.60%
1171.21	1170.18	1169.90	1169.90	1.96%	0.60%
1170.18	1169.63	1169.85	1169.85	5.37%	0.60%
1169.63	1169.54	1169.80	1169.79	0.37%	0.60%
1169.54	1169.53	1169.72	1169.72	0.15%	0.60%
1169.53	1169.50	1169.65	1169.65	0.43%	0.60%
1169.50	1169.36	1169.58	1169.58	0.47%	0.60%
1169.36	1169.31	1169.51	1169.51	0.60%	0.60%
1169.31	1169.05	1169.44	1169.44	1.40%	0.60%
1169.05	1168.66	1169.39	1169.39	2.01%	0.60%
1168.66	1168.59	1169.32	1169.32	0.65%	0.60%

**Fuente.** Pasante del proyecto

Al momento de la realización de este estudio no se contó con un modelo digital de elevación con la resolución necesaria para el estudio detallado de topografía se acudió a los levantamientos topográficos realizados por el plan maestro de alcantarillado de la ciudad de Ocaña Norte de Santander y la cual se presenta a continuación.

**Tabla 21**

*Levantamiento Topográfico del barrio las mercedes*

COTA CLAVE		Pendiente terreno
INI	FIN	
M	M	%
1175.38	1175.11	0.15%
1175.06	1174.85	1.23%
1174.80	1174.35	0.22%
1174.30	1173.97	0.15%
1173.92	1173.67	-0.19%
1173.62	1173.46	0.00%
1173.41	1173.31	0.00%
1173.26	1173.02	3.33%
1172.97	1172.63	2.96%
1172.48	1171.07	2.56%
1171.02	1170.65	0.32%
1170.60	1168.71	2.11%

**Fuente.** Pasante del proyecto

**Tabla 22***Levantamiento topográfico del barrio ciudadela deportiva*

COTA TERRENO		COTA CLAVE		pendiente terreno
INI	FIN	INI	FIN	
M	M	M	M	%
1198.41	1198.44	1198.36	1198.06	-0.1%
1198.44	1198.12	1198.39	1198.00	1.0%
1198.12	1198.18	1198.07	1197.88	-0.3%
1198.18	1197.32	1198.13	1197.79	2.3%
1197.32	1196.84	1197.27	1197.01	1.7%
1196.84	1196.97	1196.79	1196.64	-0.8%
1196.97	1196.23	1196.92	1196.57	1.9%
1196.23	1196.62	1196.18	1195.95	-1.5%
1196.62	1196.30	1196.57	1196.18	0.7%
1196.30	1196.70	1196.25	1196.11	-2.6%
1196.70	1196.28	1196.65	1196.40	1.5%
1196.28	1195.50	1196.23	1195.90	2.1%
1195.50	1195.10	1195.45	1195.20	1.5%
1195.10	1195.10	1195.05	1194.69	0.0%
1195.10	1196.15	1195.05	1194.74	-3.0%
1196.15	1196.07	1196.10	1195.79	0.2%
1196.07	1193.85	1196.02	1195.64	5.3%
1193.85	1193.35	1193.80	1193.40	1.1%

**Fuente.** Pasante del proyecto

### **3.2.3 Estudio de suelos.**

El estudio geotécnico realizado permitió establecer las características geomecánicas de los depósitos no consolidados los cuales determinan las condiciones necesarias de estabilidad que permitieron dar un diagnóstico de los procesos geodinámicos como deslizamientos, expansiones y hundimientos los cuales pueden ocasionar inestabilidad y el posterior colapso de las estructuras civiles.

El estudio se orientó a la investigación y el análisis de las propiedades geomecánicas del suelo de los barrios el carretero, las mercedes y ciudadela deportiva.

**3.2.3.1 Alcance del estudio Geotécnico.** Determinar las características y el comportamiento geotécnico e hidrológico del área de estudio.

Determinar la capacidad admisible de los suelos y rocas presentes.

Realizar un análisis de estabilidad de los sitios (barrios) y las recomendaciones necesarias para su protección y mantenimiento.

**3.2.3.2 Metodología del estudio.** Para la elaboración de este estudio se tomó como base la información de carácter geológico descrita en el PBOT del municipio de Ocaña.

**3.2.3.3 Análisis de la información.** La información colectada sirvió como base para un estudio más detallado, el cual consistió en la realización de un sondeo de exploración en campo



lo cual permitió hacer la descripción de las unidades de suelos y/o depósitos no consolidados aflorantes y la verificación de los diferentes contactos litológicos.

**Perfil estratigráfico:** Como resultado del sondeo se determinaron y midieron los diferentes estratos con el fin de realizar la correlación estratigráfica del terreno en términos generales y haciendo abstracción de pequeñas variaciones locales la descripción del perfil modal del subsuelo para el terreno en estudio se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio el carretero*

<b>Profundidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características Geotécnicas</b>	
0-2.43mtrs	Terraza aluvial. Depósitos cuaternarios no consolidados de poca extensión, por acumulación sucesiva de sedimentos de carga del río chiquito litológicamente están compuestos por sedimentos de composición y textura heterogénea con diámetros menores a 5.5. cm; guijarros de diferentes formas y tamaños embebidos en una matriz areno limosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No consolidado</li> <li>• Pendiente suave</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No competente</li> <li>• Debe ser removido del perfil de diseño de una estructura de vivienda</li> </ul>	
>2.43mtrs	Formación complejo Ígnea (INTRUSIVO- EXTRUSIVO), Cuarzomonzonita, Diaclazado Meteorizada, color húmedo: blanco Grisáceo, con patina ocre y vetas pardas, consistencia firme y plasticidad nula, índice de expansividad bajo y de regulares características como suelos soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duro y Cohesivo</li> <li>• Pendiente fuerte</li> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Competente para el soporte de viviendas</li> </ul>	
<b>Sondeo</b>	<b>Estrato</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características Geotécnicas</b>
	Capa1	Relleno areno limoso de grano medio a grueso, con restos de escombros y algunas raíces superficiales de color en húmedo café amarillento y de pobres características como suelo soporte, debido a su poco espesor debe ser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia suelta</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No cohesivo</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>

		retirado del perfil de cimentación	
SD-1	Capa2	Arcilla gravo arenosa, con cantos dispersos de buena calidad, y tamaños mayores a 2” de color gris plomo con vetas naranjas y pardas de moderada plasticidad e índice de expansividad medio, de pobre comportamiento como suelo soporte debido a condiciones de saturación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Moderada permeabilidad</li> <li>• Alta deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>
	Capa3	Arenita limosa, con gravas cuarcíferas de color húmedo gris humo, con vetas pardas y puntos blancos de plasticidad nula e índice de plasticidad baja de pobres características de suelo soporte, debido a sus condiciones de saturación y susceptibilidad a licuarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>

**Fuente.** Pasante del proyecto, basado en los resultados del estudio de suelos (ver anexo)

**Tabla 24**

*Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio las mercedes*

Profundidad	Descripción	Características Geotécnicas
0-2.43mtrs	Terraza aluvial. Depósitos cuaternarios no consolidados de poca extensión que se formaron, por acumulación sucesiva de sedimentos de carga del río chiquito litológicamente están compuestos por sedimentos de composición y textura heterogénea con diámetros menores a 5.5. cm ; guijarros de diferentes formas y tamaños embebidos en una matriz areno limosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No consolidado</li> <li>• Pendiente suave</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No competente</li> <li>• Debe ser removido del perfil de diseño de una estructura de vivienda</li> </ul>

Sondeo	Estrato	Descripción	Características Geotécnicas
		Formación complejo Ígnea (INTRUSIVO- EXTRUSIVO), Cuarzomonzonita, Diaclazado Meteorizada , color húmedo: blanco Grisáceo, con patina ocre y vetas pardas, consistencia firme y plasticidad nula, índice de expansividad bajo y de regulares características como suelos soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duro y Cohesivo</li> <li>• Pendiente fuerte</li> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Competente para el soporte de viviendas</li> </ul>
	Capa1	Relleno areno limoso de grano medio a grueso, con restos de escombros y algunas raíces superficiales de color en húmedo café amarillento y de pobres características como suelo soporte, debido a su poco espesor debe ser retirado del perfil de cimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia suelta</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No cohesivo</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>
SD-1	Capa2	Arcilla gravo arenosa, con cantos dispersos de buena calidad, y tamaños mayores a 2”de color gris plomo con vetas naranjas y pardas de moderada plasticidad e índice de expansividad medio, de pobre comportamiento como suelo soporte debido a condiciones de saturación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Moderada permeabilidad</li> <li>• Alta deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>
	Capa3	Arenita limosa, con gravas cuarcíferas de color húmedo gris humo, con vetas pardas y puntos blancos de plasticidad nula e índice de plasticidad baja de pobres características de suelo soporte, debido a sus condiciones de saturación y susceptibilidad a licuarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>

**Fuente.** Pasante del proyecto, basado en los resultados del estudio de suelos (ver anexo

**Tabla 25**

*Sondeo de determinación y medición de diferentes estratos en el barrio Ciudadela Deportiva*

Profundidad	Descripción	Características Geotécnicas
0-2.43mtrs	Terraza aluvial. Depósitos cuaternarios no consolidados de poca extensión que se formaron por acumulación sucesiva de sedimentos de carga del río Tejo, litológicamente están compuestos por sedimentos de composición y textura heterogénea con diámetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No consolidado</li> <li>• Pendiente suave</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>

		menores a 5.5. cm ; guijarros de diferentes formas y tamaños embebidos en una matriz areno limosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser removido del perfil de diseño de una estructura de vivienda</li> </ul>
	>2.43mtrs	Formación complejo Ígnea (INTRUSIVO- EXTRUSIVO), Cuarzomonzonita, Diaclazado Meteorizada , color húmedo: blanco Grisáceo, con patina ocre y vetas pardas, consistencia firme y plasticidad nula, índice de expansividad bajo y de regulares características como suelos soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duro y Cohesivo</li> <li>• Pendiente fuerte</li> <li>• Baja permeabilidad</li> <li>• Competente para el soporte de viviendas</li> </ul>
Sondeo	Estrato	Descripción	Características Geotécnicas
	Capa1	Relleno areno limoso de grano medio a grueso, con restos de escombros y algunas raíces superficiales de color en húmedo café amarillento y de pobres características como suelo soporte, debido a su poco espesor debe ser retirado del perfil de cimentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia suelta</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• No cohesivo</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>
	Capa2	Arcilla gravo arenosa, con cantos dispersos de buena calidad, y tamaños mayores a 2”de color gris plomo con vetas naranjas y pardas de moderada plasticidad e índice de expansividad medio, de pobre comportamiento como suelo soporte debido a condiciones de saturación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Moderada permeabilidad</li> <li>• Alta deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>
SD-1	Capa3	Arenita limosa, con gravas cuarcíferas de color húmedo gris humo, con vetas pardas y puntos blancos de plasticidad nula e índice de plasticidad baja de pobres características de suelo soporte, debido a sus condiciones de saturación y susceptibilidad a licuarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistencia blanda y fluificada.</li> <li>• Alta permeabilidad</li> <li>• Baja deformabilidad</li> <li>• No competente</li> </ul>

**Fuente.** Pasante del proyecto, basado en los resultados del estudio de suelos (ver anexo)

**Morfodinamica.** En los tres barrios en estudio la geomorfología corresponde a una terraza aluvial las cuales presentan asentamiento de terreno y procesos geodinámicos (socavaciones) superficiales activos de tipo severo que pueden limitar su uso para el desarrollo de obras civiles de habitación y/o comerciales en la etapa de la excavación de la

cimentación, para descubrir el suelo competente, se puede presentar el colapso de estas, debido a la baja cohesión del sustrato; lo que hace necesario se tomen las medidas de control respectivas.

**Drenaje y nivel freático.** La tendencia del drenaje superficial se orienta en sentido (NE-SW) buscando el nivel del río Tejo y río Chiquito por medio de las quebradas urbanas, suelo medianamente drenado, con alto grado de saturación y de alta a baja permeabilidad esto debido a que a 1.31mtrs de profundidad, Sondeo 1, fueron encontradas aguas libres evidenciando que las características hidrogeológicas del drenaje superficial se encuentran controladas por el río Tejo con líneas de flujo perpendiculares a su eje las cuales afectan la cimentación y proceso constructivo para los barrios El Carretero y Las Mercedes.

**Características geotécnicas.** Los depósitos aluviales no consolidados conformados por las alternancias de capas de arcillas arenosas con gravas y arena limosas con gravas corresponden a un suelo de baja densidad y resistencia que representa variación de su estado físico y propiedades mecánicas inherentes a su baja densidad y grado de saturación por lo anterior debe ser considerado un material poco competente como suelo de soporte por esta razón debe ser removido del perfil para el diseño de la construcción.

Sin embargo el sustrato rocoso masivo meteorizado más profundo de color blanco grisáceo con patina ocre es evidencia de una gran mejoría en sus características geotécnicas, por lo que se recomienda tomar como nivel de diseño de las construcciones civiles este material (profundidad de cimentación 2,50mtrs).

La localización de los barrios objeto del presente estudio dentro del mapa sísmico del país lo ubica dentro de una zona de amenaza sísmica Intermedia (INGEOMINAS 2014), en la siguiente figura se presenta un IP de los resultados del estudio de suelos enviados por los laboratorios a los cuales se les realizó la consulta sobre las muestras de los tres barrios.

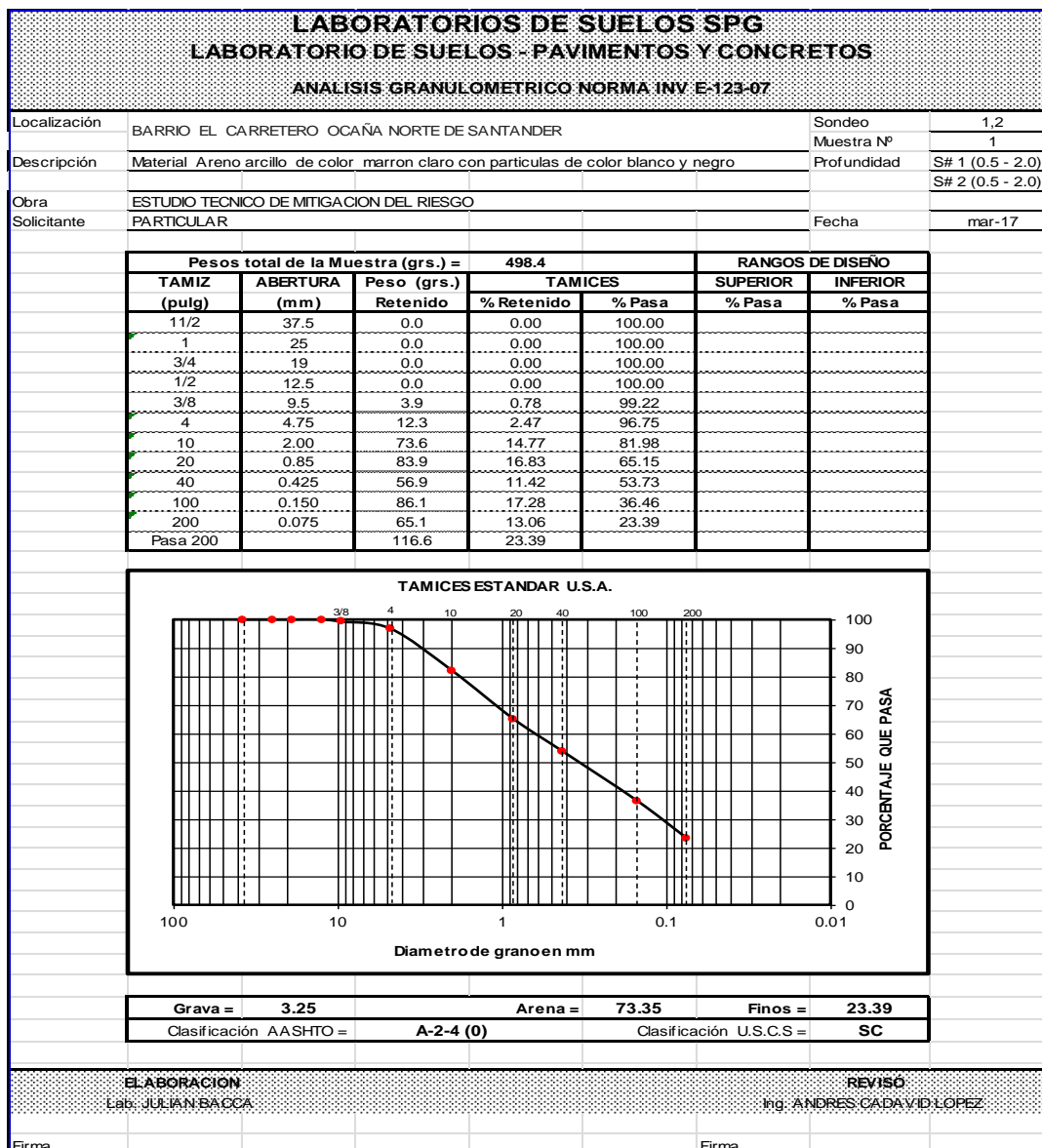


Figura 17. Resultados de análisis de suelos barrió el carretero.

Fuente. Laboratorios SPG

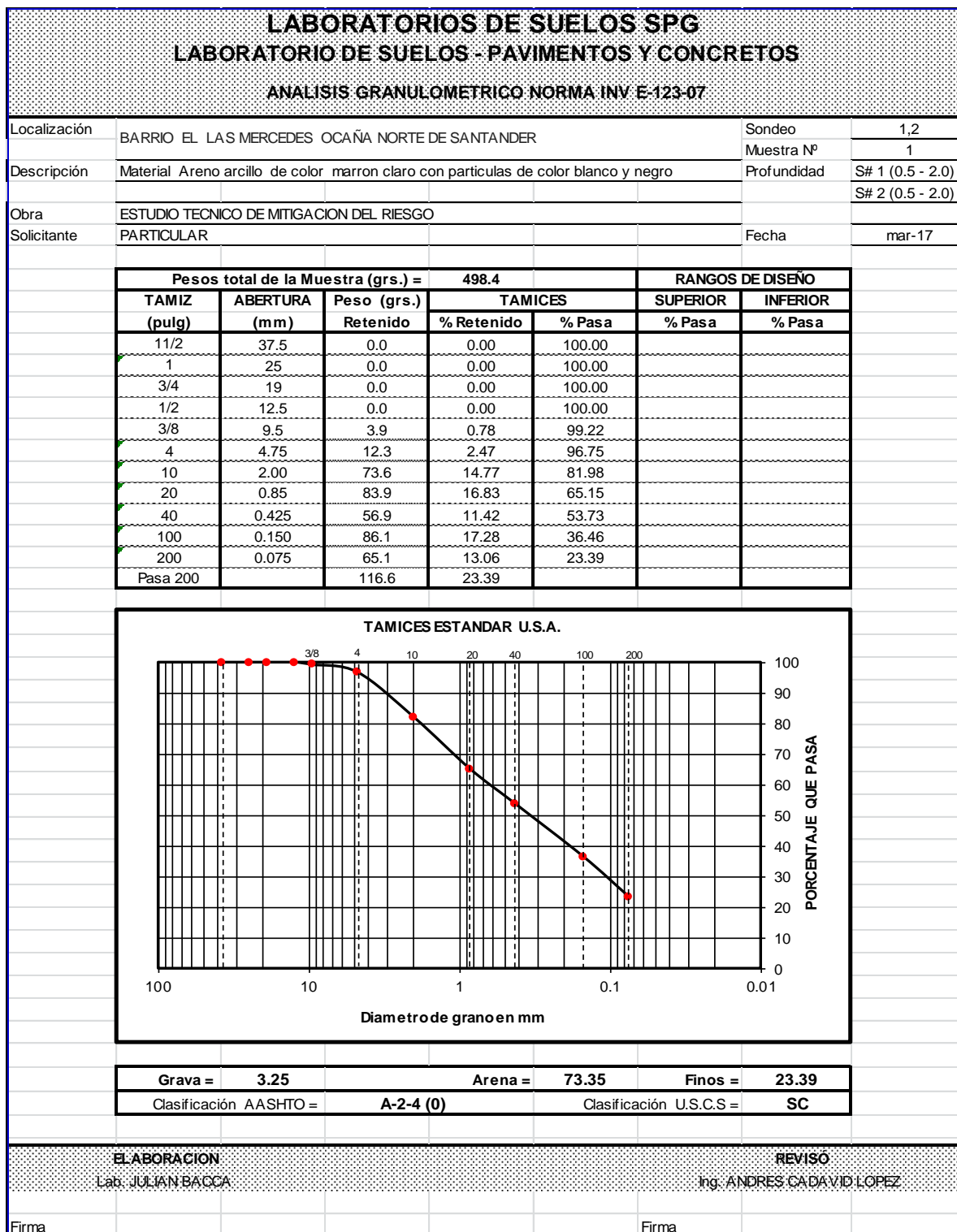


Figura 18. Resultados de análisis de suelos barrió las mercedes.

**Fuente.** Laboratorios SPG

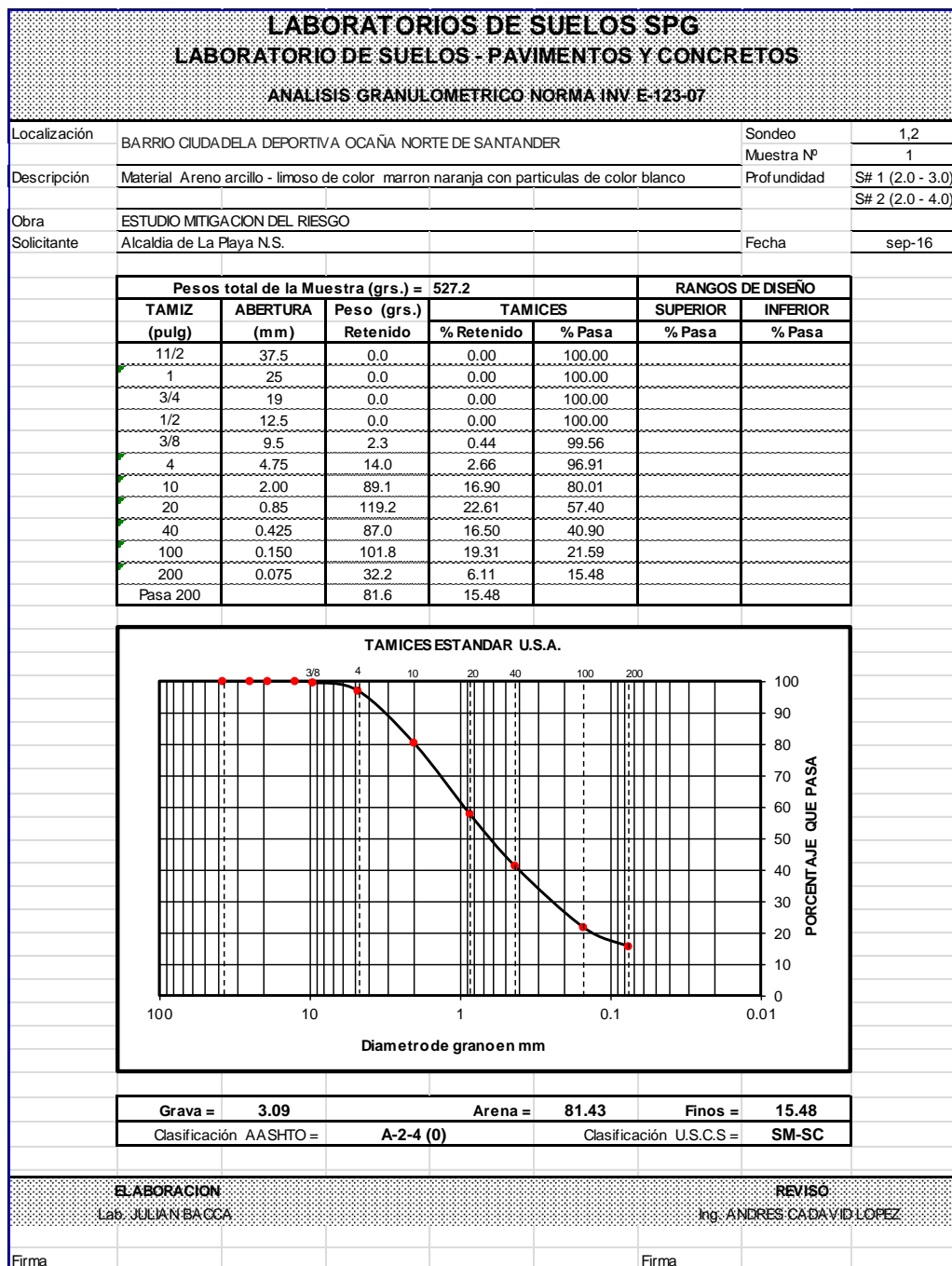


Figura 19. Resultados de análisis de suelos barrió ciudadela deportiva.

Fuente. Laboratorios SPG



### 3.3 La construcción social del riesgo en la zona de estudio

Se puede entender la construcción social a los procesos a través de los cuales:

Un evento físico particular (manifestación del ambiente), o conjunto de ellos, con potencialidad para causar daños y pérdidas adquiere la connotación de peligrosidad. Esto sucede cuando elementos socioeconómicos son expuestos en condiciones de vulnerabilidad en áreas de potencial afectación o presencia de los fenómenos físicos peligrosos.

Nuevos eventos físicos son generados por intervención humana en la transformación del ambiente natural (eventos socio-naturales), o por efecto directo del manejo, producción y/o distribución de materiales que se denominan peligrosos (eventos antrópicos)” (Lavell, 2009).

Es decir, que la construcción social del riesgo se basa en la idea que el ambiente presenta una serie de eventos de tipo natural los cuales son generados por la naturaleza sin embargo estos eventos se convierten en amenazas, una vez que el hombre interviene sobre el ambiente causando impactos a los recursos naturales. (García & Cifuentes, 2013).

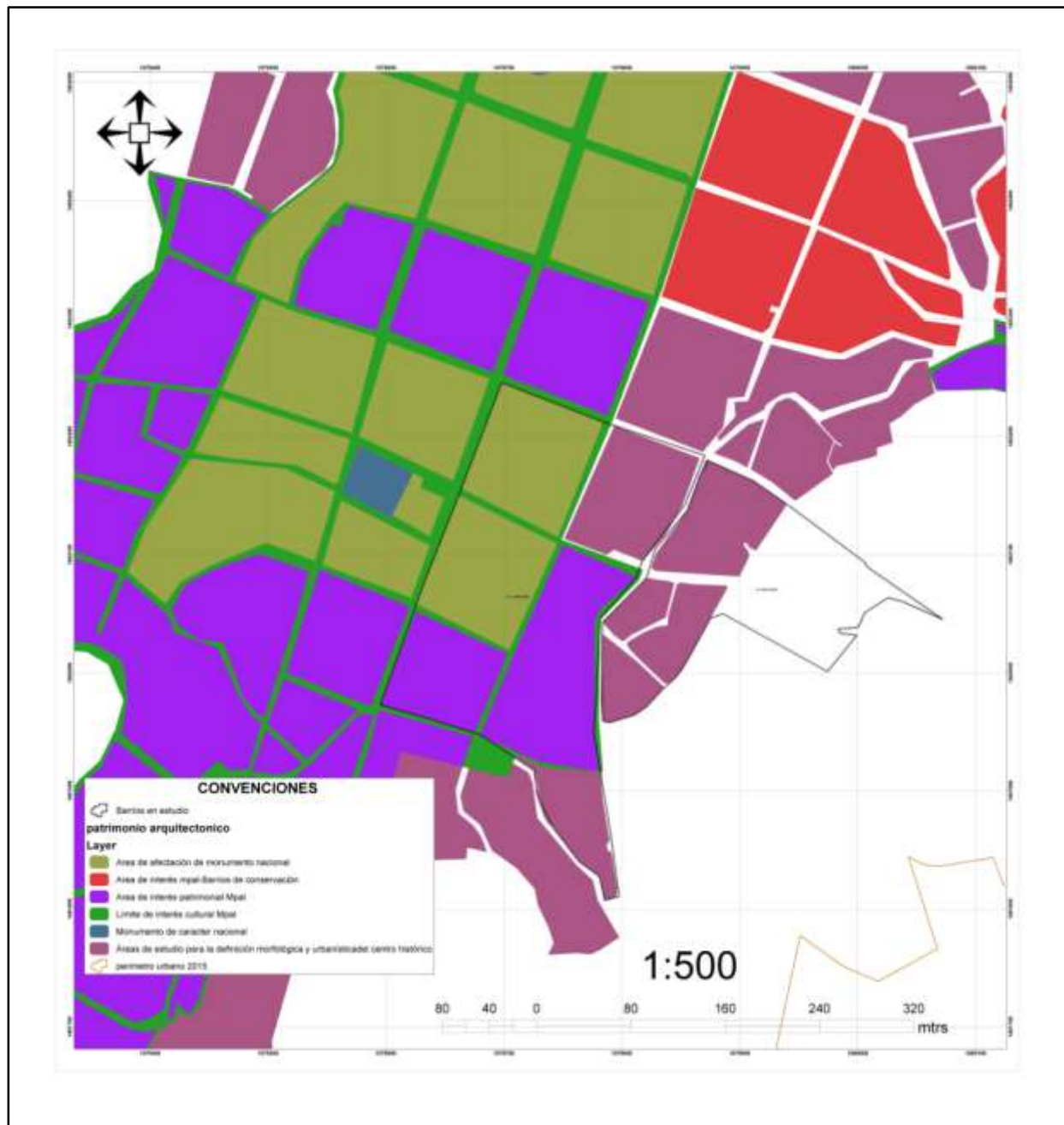


Figura 20. Mapa del patrimonio arquitectónico de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

El barrio de ciudadela deportiva no presenta influencia sobre el patrimonio arquitectónico de la ciudad de Ocaña por lo tanto no aparece en la temática anterior.

### 3.4 Hidrografía

Dentro de la comuna 3 de la ciudad de Ocaña se encuentran una gran cantidad de quebradas las cuales cumplen el papel de corrientes colectoras de aguas lluvias y también de aguas negras de este sector de la ciudad.

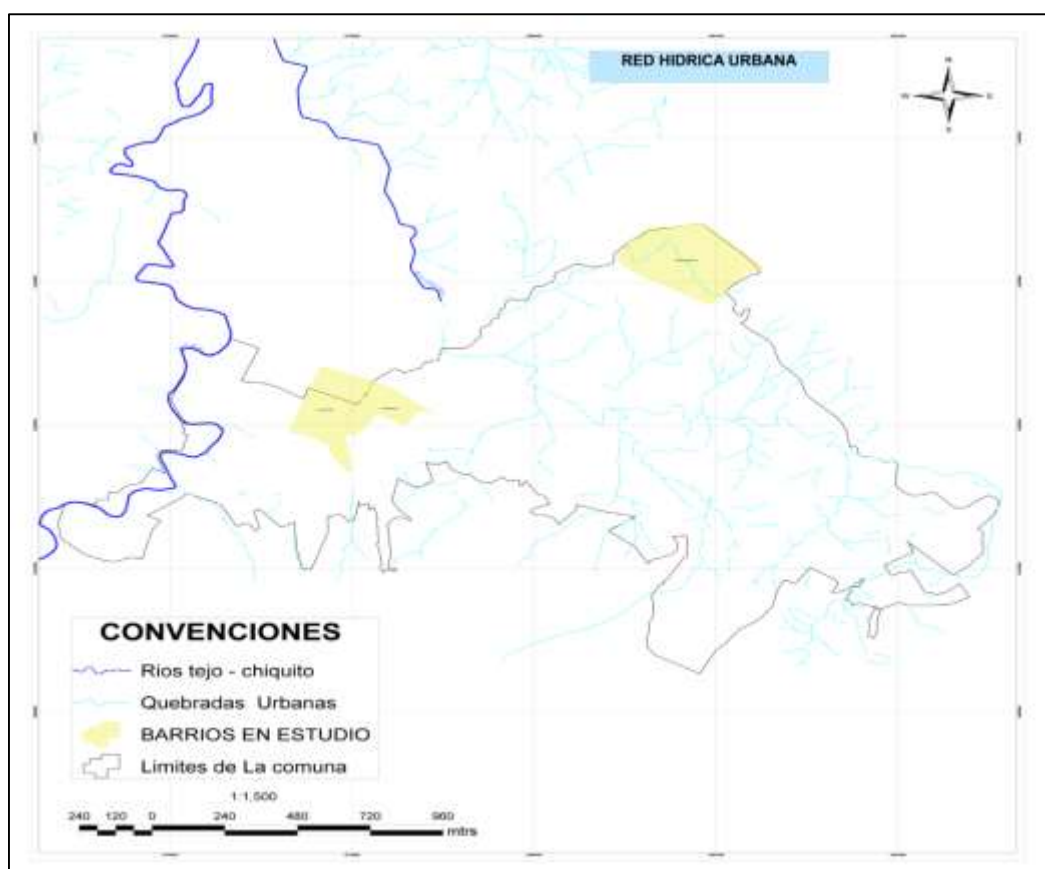


Figura 21. Mapa de hidrografía urbana en la ciudad de Ocaña Norte De Santander.

**Fuente.** Pasante del proyecto

La metodología Mora & Vahrson clasifica el valor del factor Ds en 10 rangos teniendo en cuenta los datos de “aceleración pico efectiva” (Aa) en la zona de estudio. Para el presente proyecto se trabajó con los datos dispuestos en el estudio general de amenaza sísmica de Colombia desarrollado en 1996 por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), la Universidad de los Andes y el INGEOMINAS.

Ocaña se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta enmarcada por el estudio general de amenaza sísmica de Colombia como zona “6” y presenta una aceleración pico efectiva de 0.3, Teniendo en cuenta este valor de Aa de 0.3, se pasa a m/s<sup>2</sup> multiplicando por la aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>) para comparar este número con los rangos establecidos por la metodología Mora & Vahrson y así lograr un valor para el factor Ds.

$$0.3 * 9,81 = 2,94 \text{ m/s}^2$$

Al verificar este valor se encuentra dentro del rango 2.89-3.67 , por lo tanto se clasifica como una intensidad sísmica moderada con un factor Ds igual a “4.”

De acuerdo al mapa de sismicidad de la red sismológica nacional de Colombia el municipio de Ocaña Norte de Santander ha presentado epicentros de magnitudes intermedias de 3-4 hasta altas > 4.

El plano geológico de norte de Santander a escala 1:100.000 deja ver que la ciudad de Ocaña se localiza en zona de alta influencia de la denominada falla de Bucaramanga esto unido a las características geotécnicas de los suelos convierten a la zona de estudio en

latamente susceptible a fenómenos de remoción en masa, los cuales son potencializados por precipitaciones excesivas y de alta intensidad.

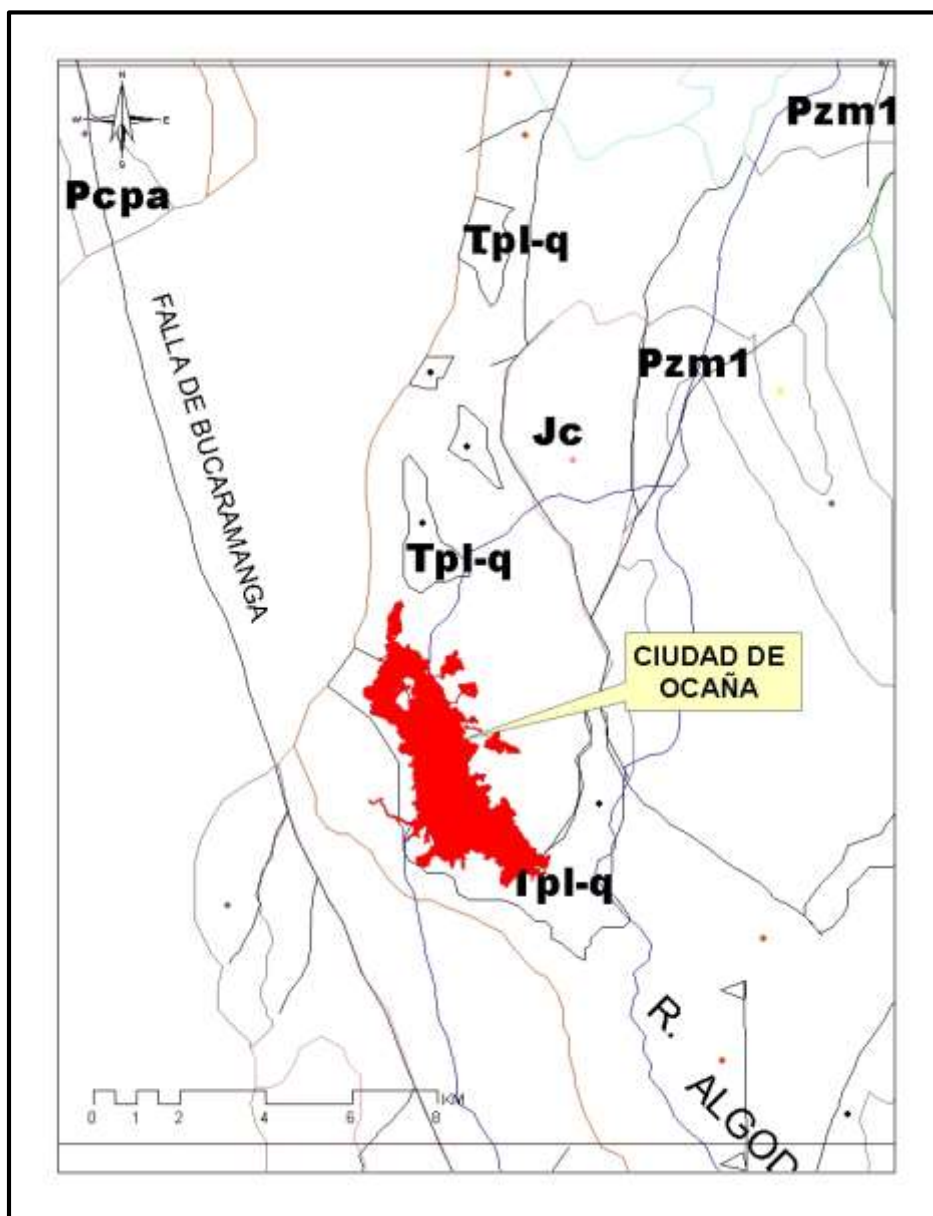


Figura 22. Plano geológico de la zona en estudio.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Una vez analizada la información geográfica oficial sobre zonificación urbana de la alcaldía municipal se construyó el mapa de zonificación a escala 1:2500 con su respectiva leyenda para posterior descripción (ver mapa).

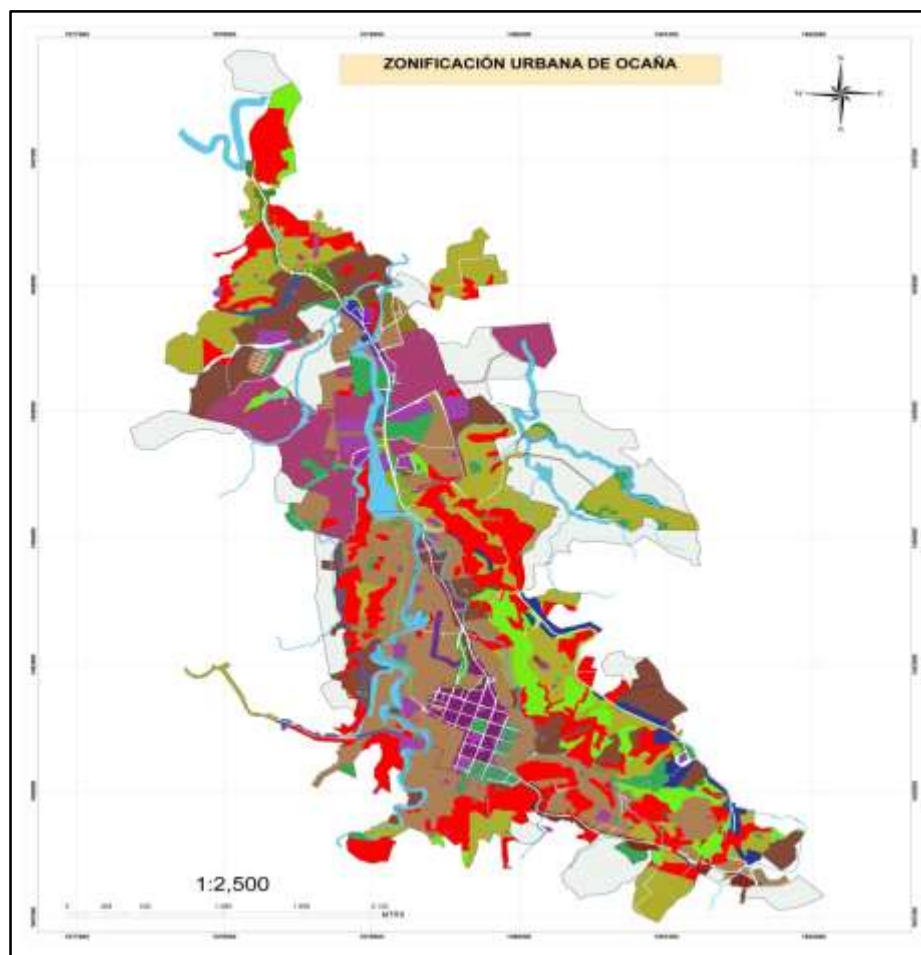


Figura 23. Mapa de zonificación urbana de la ciudad de Ocaña.

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

ZONIFICACION URBANA		LEYENDA	
	Division politica de la ciudad		ZAM
	SUELOS DE EXPANSIÓN URBANA		ZAMIE
<b>TIPO DE AREA</b>			ZR1
	Areas de Espacio Publico		ZR2
	Areas Recreacionales Privadas		ZR3
	Areas institucionales		ZR4
	Suelo de proteccion sistema hidrico		Zonas de actividad especializada
			Zonas de actividad especializada_S2
			Zonas de actividad especializada_S3
			Zonas de actividad especializada_S4
			Zonas de actividad mixta_S1
			Zonas de actividad mixta_S2
			Zonas de actividad mixta_S3
			Zonas de actividad mixta_S4
			Zonas de actividad mixta_S5
			Zonas de actividad mixta_S6
			Zonas de actividad mixta_S7
			Zonas de actividad mixta_S8
			Zonas de actividad mixta_S9
			Zonas de amortiguamiento ambiental
			Zonas de proteccion ambiental sistema de cerros
			Zonas de riesgo geológico

Como se puede apreciar en la siguiente IP del mapa de zonificación anterior la comuna 3 la cual es el objeto de estudio del presente documento se presenta bajo alto riesgo geológico por remoción en masa para el caso del barrio el carretero su amenaza geológica es al sur de este barrio según el traslape correspondiente, lo mismo para el barrio las mercedes.

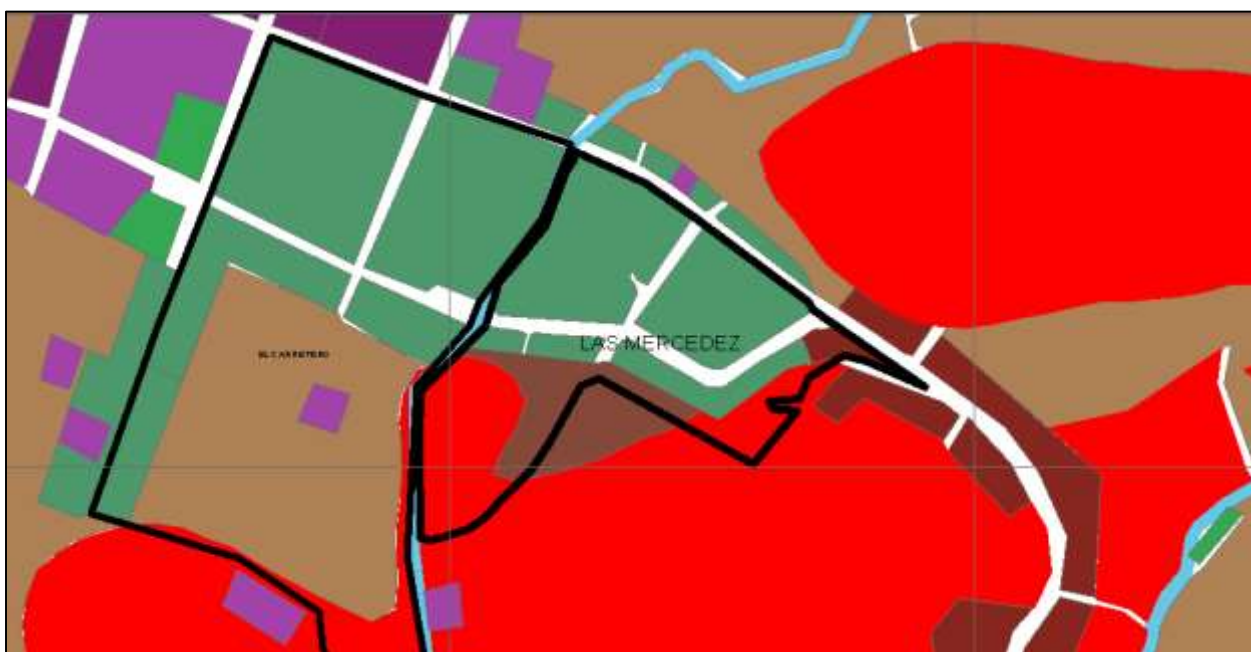


Figura 24. Riesgo geológico para los barrios el carretero y las mercedes escala 1:700.

**Fuente.** PBOT de Ocaña 2015

### 3.5 Análisis de riesgo de desastre

Para este análisis de riesgo de desastre es importante tomarlo como una consciencia referente al riesgo pero también es una oportunidad de participación para todos los actores que

tienen un compromiso con la gestión del riesgo buscando alcanzar un objeto de brindar una seguridad humana de manera integral y construyendo un desarrollo sostenible.

La participación social de los integrantes de los barrios en estudio se fundamenta en que son generadores de vulnerabilidades y que con su accionar exacerbaban los peligros naturales, porque ellos serán los que asumirán las acciones para eliminar y/o reducir el riesgo.

**3.5.1 Amenazas Identificadas.** Siguiendo entonces esta clasificación, las principales amenazas encontradas para la zona en estudio son:

**Naturales:** remoción en masa potencializadas por fenómeno de la niña.

### **3.6 Cumplimiento del objetivo N3 Realizar la actualización de la cartografía de riesgos y amenazas por remoción en masa para la comuna No 3 de la ciudad de Ocaña**

Una vez analizada y procesada la información de suelos, precipitaciones de la zona, riesgos geológicos y el estudio geotécnico realizado a la zona en estudio se procedió a la actualización de la cartográfica de riesgos y amenazas según lo establecido en la guía geológica de INGEOMINAS, esta nueva cartografía fue procesada y producida bajo los software de información geográfica SIG y de análisis de imágenes de acuerdo a lo estipulado por la guía de INGEOMINAS.





Figura 25. Imagen de satélite procedente de SENTINEL usada para el procesamiento de la cartografía de riesgos geológicos y de remoción en masa.

**Fuente.** SENTINEL

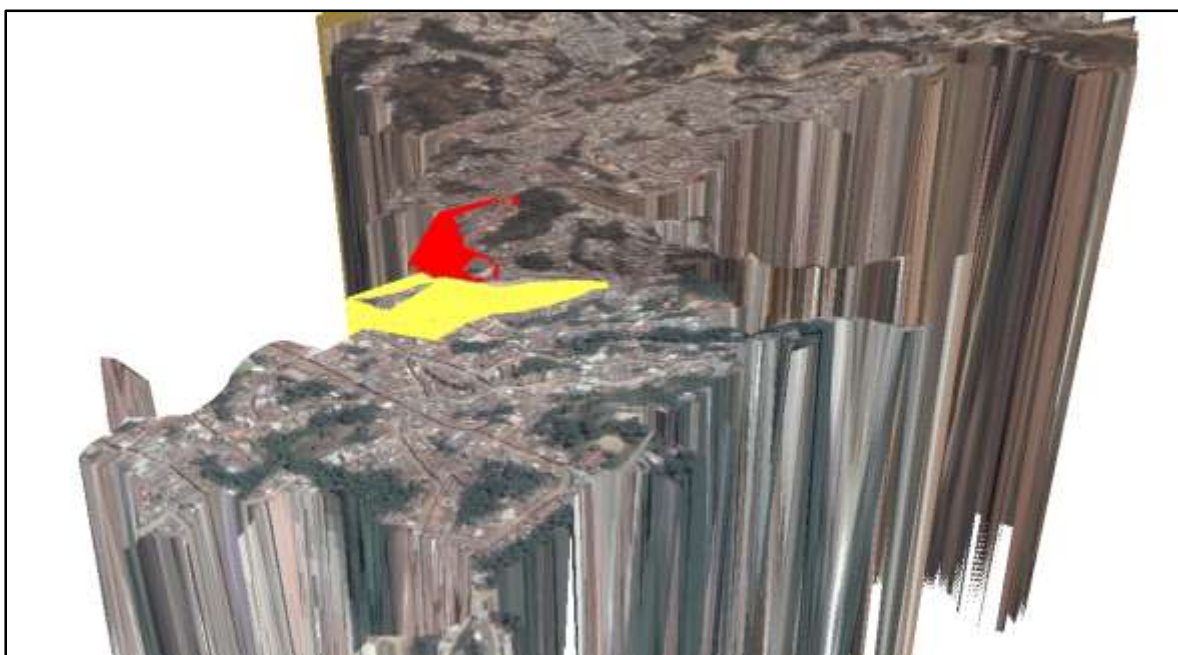


Figura 26. Barrios carreteros y las mercedes sobre un modelo digital de terreno construido a partir de las curvas de nivel de la comuna 3.

**Fuente.** Pasante del proyecto

### **3.6.1 Factores condicionantes de la amenaza.**

Según la guía metodológica para estudios de amenazas de remoción en masa de INGEOMINAS 2014 Estos factores comprenden geología para ingeniería, geomorfología de elementos geomorfológicos y cobertura y uso del suelo, Para elaborar la zonificación se debe contar con la cartografía básica, el modelo digital del terreno y los sensores remotos (fotografías aéreas, ortofotos, imágenes de satélite, entre otros). Para el caso del presente estudio fue usada una imagen del proyecto de observación de la tierra denominado SENTINEL, como se puede observar en la figura; esta imagen presenta una resolución espacial de 10mtrs.

### **3.6.2 Delimitación de las UGI preliminares en la cartografía básica.**

Las unidades de terreno delimitadas y caracterizadas, que son la base de la definición de las UGI, (unidades geológicas para ingeniería) se demarcaron preliminarmente con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas con apoyo de la cartografía básica, el MDT, y la imagen de satélite obtenida para la zona de estudio.

Como primer paso se delimitaron las unidades de suelos del municipio de Ocaña para de forma posterior realizar el Geoproceso de los polígonos correspondientes a la ciudad de Ocaña y a la comuna 3.

Según el mapa resultante del proceso de clasificación de unidades de suelo la ciudad de Ocaña se presenta las siguientes unidades las cuales son descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 26***Unidades de suelos en la ciudad de Ocaña Norte de Santander*

<b>Código de la unidad</b>	<b>Paisaje de la unidad</b>	<b>Proceso Geomorfológico</b>	<b>Fase de la pendiente</b>	<b>Características</b>
LRAe3 (Granito y Conglomerados)	Lomerío	Escurrimiento difuso y concentrado en grado severo. Deslizamientos	Fase: Pendiente 25-50% y erosión severa	Superficiales y moderadamente profundos, limitados por roca, bien drenados.
ME (Areniscas)	Montaña	Escurrimiento difuso y concentrado en grado muy severo. Erosión eólica.	Pendiente moderada entre 25-50%	Muy superficiales, limitados por material parental impermeable debido a la alta concentración de materia ferralítica.
LRDb1 (Glacís Coluvial)	Lomerío	Escurrimiento difuso en grado ligero.	Fase: Pendiente 3-7% y erosión ligera	Profundos, bien drenados, textura franco arcillosa y arenosa franco gravilosa.
MQTf1 (Neiss y Esquistos)	Montaña	deslizamientos, reptación, desprendimiento de roca, solifluxión en amplios sectores	Fase: Pendiente 50-75% y erosión ligera	Profundo, bien drenados, textura franco arcillosa y franco arenoso.
MRCf3 (Granito)	Montaña	escurrimiento concentrado en grado severo	Fase: Pendiente 50-75% y erosión severa	Moderadamente profundos, bien drenados, textura franco arcillo gravilosa a arcillo gravilosa..

**Fuente:** Pasante del proyecto

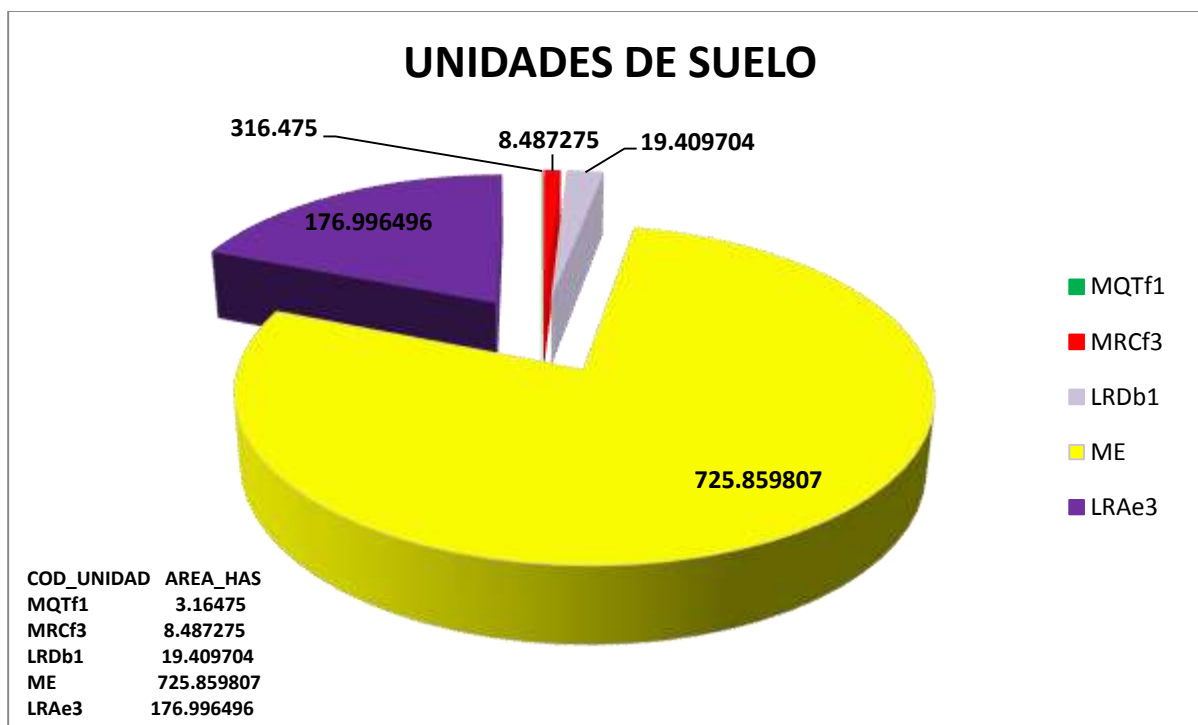


Figura 27. Diagrama de torta sobre la repartición de las unidades de suelos de la ciudad de Ocaña.

**Fuente.** Pasante del proyecto

La unidad de suelos de mayor área superficial calculada para la ciudad de Ocaña es la denominada ME, esta unidad de suelos se encuentra delimitada bajo las siguientes coordenadas planas: X: 1079721.293; Y: 1403453.1441. Desde la comuna 6 hasta gran parte de la comuna 3.

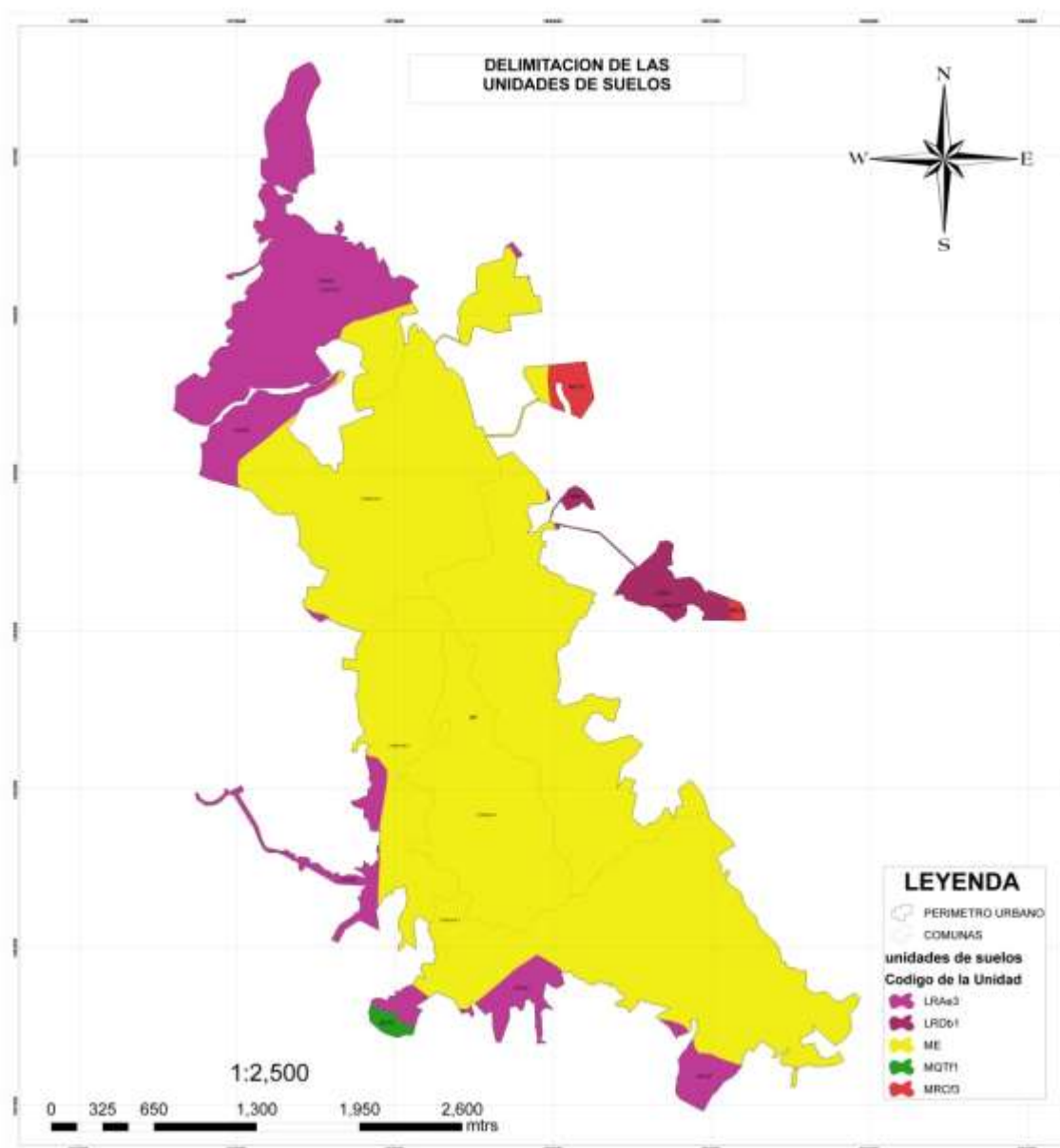


Figura 28. Mapa de la delimitación de las unidades de suelos en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

**Fuente.** Pasante del proyecto

Para el caso de la comuna la cual es objeto del presente estudio al realizar el geoproceto de la información geográfica se obtuvo que dentro de la comuna tres se delimitan claramente las siguientes unidades de suelos.

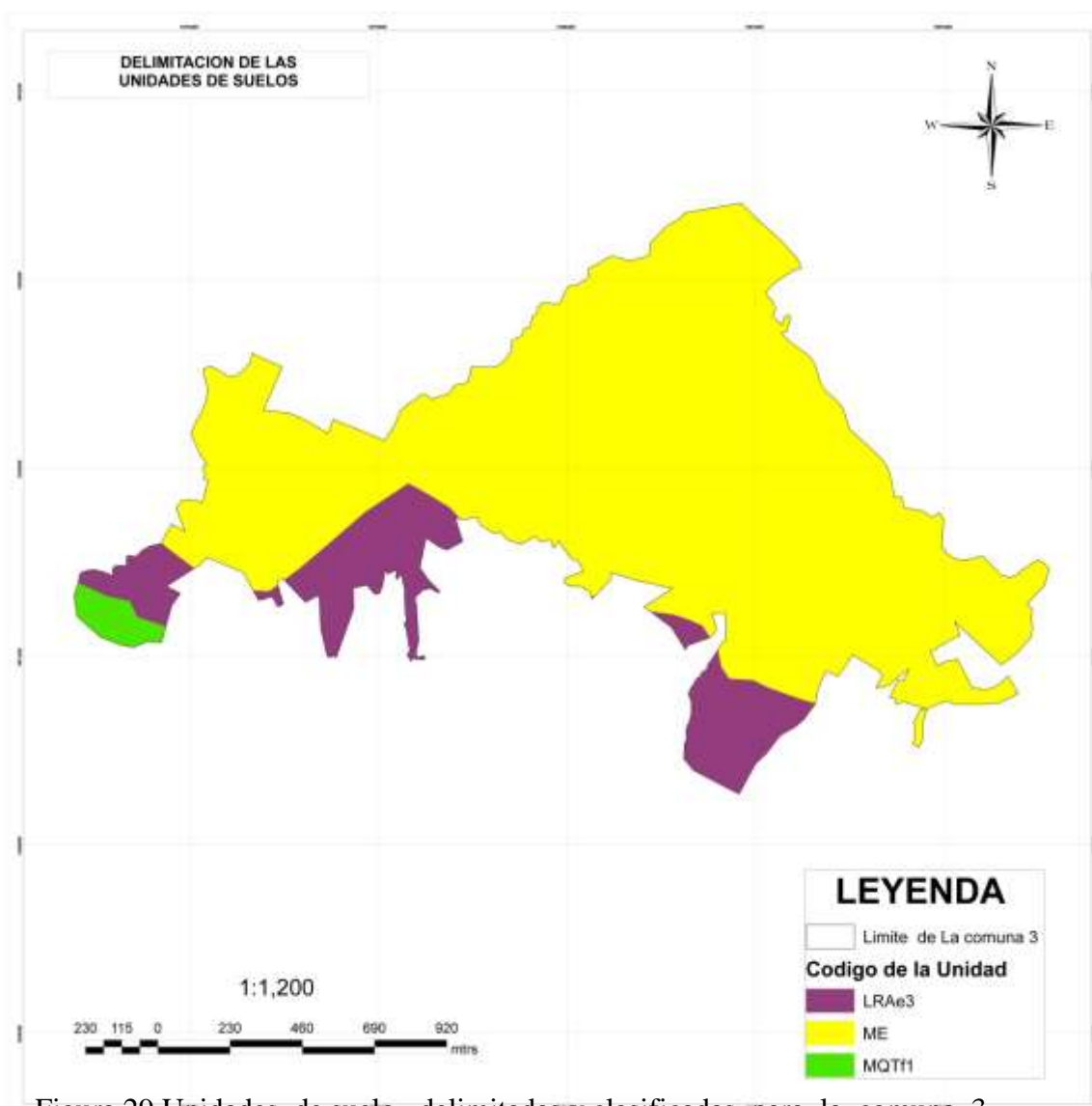


Figura 29. Unidades de suelo delimitadas y clasificadas para la comuna 3

**Fuente.** Pasante del proyecto

Los tres barrios en los que fueron identificados amenazas de remoción en masa durante la validación de información en campo están sobre la unidad de suelos

denominada ME y según el estudio geotécnico de suelos realizado como apoyo a esta investigación son suelos no aptos para el desarrollo de unidades de vivienda o las que sean desarrolladas sobre estos suelos deben cumplir con la normatividad de sismo resistencia establecida en Colombia ( ver estudio Geotécnico).

### **3.6.3 Hidrogeología.**

En el Decreto 1807 de 2014 se contempla la hidrogeología del área de estudio, tanto para estudios básicos como para estudios detallados. Los aspectos hidrogeológicos se centran en la obtención de los niveles freáticos como detonantes de movimientos en masa; sin embargo, fue importante establecer un análisis cualitativo en las áreas (barrios) de análisis de las condiciones de permeabilidad de las unidades litoestratigráficas que fueron definidas.

Para cada lugar en particular, la relación frecuencia de ocurrencia vs. Magnitud de la lluvia determina la frecuencia de ocurrencia de los deslizamientos y, en cierta medida, su magnitud, por su efecto detonante. Desde el punto de vista hidrogeológico, para estimar la relación existente entre la generación de movimientos de masa y la lluvia en un sitio particular fue necesario considerar factores como la magnitud y frecuencia de la precipitación, las características del suelo superficial (textura, porosidad, cobertura vegetal, uso, etc.), la magnitud y variabilidad de la infiltración el contenido de humedad del medio poroso (suelo), la variación del nivel freático y la tipología del movimiento, según las características intrínsecas del suelo que fue objeto de análisis.

**3.6.3.1 Coeficiente de escorrentía en la zona de estudio.** Es la relación entre la cantidad de agua que pasa o escurre a la salida de una cuenca hidrológica y la cantidad de precipitación que cae sobre ella. (Proporción de la lluvia total que escurre superficialmente). El coeficiente de escorrentía es una función del tipo de suelo, de la impermeabilidad de la zona, pendiente del terreno, entre otros, que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía.

Para el caso del coeficiente de escorrentía se recalculo este, para la cuenca ajustándola al umbral de escorrentía y para la zona urbana se acataron las sugerencias de Hidrosan.

**Tabla 27**

*Coeficiente de escorrentía para la ciudad de Ocaña Norte de Santander*

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA OCAÑA	
TIPO DE AREA	COEFICIENTE
Zonas comerciales	0,85
Desarrollos residenciales multifamiliares con predominio de zonas duras	0,7
Desarrollos residenciales unifamiliares con predominio de zonas duras	0,7
Desarrollos residenciales unifamiliares con predominio de jardines	0,55
Desarrollos residenciales multifamiliares rodeadas de jardines	0,45
Zonas verdes y cementerios	0,25
Laderas protegidas con vegetación	0,3
Laderas carentes de vegetación	0,6

**Fuente.** Plan maestro de acueducto y alcantarillados de la ciudad Ocaña

**3.6.3.2 Umbral de escorrentía (Po).** Volumen (columna de agua) de lluvia a partir del cual se produce escorrentía superior (Si la lluvia es menor de Po, no hay escorrentía), depende del tipo de suelo, estado (seco o húmedo) y pendiente entre otros.



Los valores extremos del umbral de escorrentía se consideran así:

~ 65 mm en suelo limoso bajo bosque espeso

~ 2 mm terreno rocoso muy pendiente

Formula empírica para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

$$c = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_o} + 11\right)^2}$$

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													NACIONAL AMBIENTAL								
SISTEMA DE INFORMACION		VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)										EN 24 HORAS									
FECHA DE PROCESO : 2007/02/16																					
ESTACION : 1605501 APTO AGUAS CLARA																					
LATITUD	0819 N	TIPO EST	CP	DEPTO NORTE SANTANDER				FECHA-INSTALACION				1973-MAR									
LONGITUD	7922 W	ENTIDAD	01 IDEAM																		
MUNICIPIO	OCAÑA	FECHA-SUSPENSION																			
ELEVACION	1425.0 m.s.n.m	REGIONAL	08 SANTANDERES																		
CORRIENTE LIMON																					
*****																					
AÑO	EST	EMF	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL						
*****																					
1986	2	01	.0	1.1	4.8	59.7	60.4	14.4	5.9	13.2	22.4	55.2	7.4	.5	60.4						
1987	2	01	5.8	2	20.9	1	25.2	38.2	32.2	1	24.9	33.6	29.0	89.0	26.0	1	9.4	89.0			
1988	2	01	1.0	1	3.5	1	1.0	17.0	34.7	49.6	55.8	69.8	1	36.6	24.6	30.5	20.4	69.8			
1989	2	01														15.5		15.5			
1990	2	01			9.1					13.6	27.6	28.6	11.3	7.5				27.6			
1991	2	01	.0	2	19.0	12.0	45.7	2	22.0	28.5	2	7.6	2	5.2	2	49.0	38.7	27.9	2	.4	49.0
1992	2	01	29.2	.7	.4	38.7	34.5	23.2	18.2	45.6	21.8	12.6	41.8	2.2				45.6			
1993	2	01	.8	3.0	73.4	14.2	2	27.0	45.7	55.0	36.8	11.4	13.0	2	11.7	2	17.9	73.4			
1995	2	01	22.1	3.2	42.7	21.5	18.8			19.0	2	50.0	41.2	38.0	2	20.8	6.2	50.0			
1996	2	01	5.0	10.8	29.2	22.5	41.2	41.6	33.0	28.0	22.5	32.0	19.0	14.9				41.6			
1997	2	01	5.0	.6	6.7	24.2	22.7	25.8	27.8	20.6	29.7	17.2	9.5	.0				29.7			
1998	2	01	8.5	10.4	35.9	9.0	35.7	42.7	19.0	14.0	39.2	2	42.8	2	12.0	5.7		42.8			
1999	2	01	1.2	15.2	57.0	49.5	30.5	14.0	26.2	22.2	26.8	30.9	34.4	36.2				57.0			
2000	2	01	8.2	11.5	8.9	28.8	98.5	21.2	2	20.1	11.9	66.6	34.7	17.4	6.2			98.5			
2001	2	01	.0	.0	16.5	6.0	32.0	10.0	26.0	27.0	20.0	22.0	32.0	32.2				32.0			
2002	2	01	1.5	1.5	10.5	22.0	2	26.6	2	32.0	10.7	50.0	48.0	32.0	8.1	4.5	2	50.0			
2003	1	01	1.2	.4	30.0	38.2	24.5	29.2	34.0	17.2	40.4	50.0	16.2	12.0				50.0			
2004	1	01	.0	.0	.0	38.7	50.0	14.0	41.1	45.0								50.0			
MEDIOS			6.2	5.4	21.8	28.5	27.4	28.2	26.5	30.2	24.5	25.1	20.7	11.1				22.8			
MAXIMOS			29.2	19.0	73.4	59.7	98.5	49.6	55.8	69.8	66.6	89.0	41.8	36.2				98.5			
MINIMOS			0.0	0.0	0.0	6.0	18.8	10.0	5.9	5.2	11.4	12.6	7.4	0.0				0.0			

Figura 30. Registros de precipitación para la estación de Ocaña en los últimos 30 años

Fuente. IDEAM

Dónde:

$P_d$  = Precipitación máxima diaria para el periodo de retorno considerado

$P_o$  = Umbral de escorrentía, se estima en 20 mm, dado el relieve de la zona de estudio.

El  $P_d$  se asumió para el cálculo mensual del coeficiente de escorrentía igual a la precipitación máxima en 24 horas, el cual se toma de la información del IDEAM para la estación CP, del aeropuerto de Aguas Claras, la cual se presenta a continuación.

**Tabla 28**

*Umbral de escorrentía*

UMBRAL DE ESCORRENTIA	
$P_d$	98,5
$P_o$	20
C	0,43

**Fuente.** Plan maestro de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Ocaña

**3.6.3.3 Intensidad de la lluvia.** La intensidad de la lluvia se determinara a partir de las curvas IDF, las cuales para su desarrollo tuvieron la siguiente metodología básica.

Se seleccionó la estación del Centro Administrativo del Municipio de Abrego, como base para el cálculo, dado que el buen registro de información pluviométrica que viene desde el año 1970 y la cercanía relativa con la ciudad de Ocaña (20 kms.) altura sobre el nivel del mar y régimen de lluvias similares, permiten asumirla como una estación regional viable para el diseño, ya que las estaciones locales cuentan con información algo dispersa e insuficiente para un análisis confiable de probabilidades de ocurrencia.

Asumida la estación con las cartas pluviométricas disponibles para el periodo comprendido entre los años 1970 – 1986- 1999- 2016 se seleccionaron noventa aguaceros considerados más intensos y desfavorables, y una vez analizados, se seleccionaron cincuenta y siete, sobre la consideración de contener las máximas intensidades para diferentes duraciones. De esta distribución se elaboraron los correspondientes gráficos de cada uno, para interpolar los valores de precipitación acumulada con intervalos de cinco minutos. Aplicando cálculos vectoriales se hallaron los valores de intensidades máximas de cada aguacero y se halló una distribución de probabilidades por el método de Gumbel, para cada duración y periodos de retorno, obteniendo las respectivas curvas de intensidad – frecuencia – duración, las cuales ajustadas con regresiones logarítmicas se elaboraron las curvas definitivas aplicables al Municipio de Ocaña.

Tomando la información pluviométrica del Centro Administrativo del Municipio de Abrego sobre los valores máximos - mensuales de precipitación en veinticuatro horas, para los registros del periodo comprendido entre los años 1970 – 1986 y los registros de los años 1987 a 2016, se observa que el comportamiento de lluvias ha sido similar en estos dos periodos, donde las precipitaciones máximas - medias corresponden a valores similares y las precipitaciones

máximas - máximas para los distintos meses comparando los dos periodos están muy cercanos, pues las mayores se repiten o se acercan unas de otras a si sea en distintos meses.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION EN 24 HORAS (mms)												
FECHA DE PROCESO	16/02/2007											
ESTACION	1605504 ABREGO CENTRO AD											
LATITUD	0805 N			TIPO DE ESTACION			CP			DPTO		
LONGITUD	7314W			ENTIDAD			01 IDEAM			NORTE DE SANTANDER		
ELEVACION	1430 msnm			REGIONAL			08 SANTANDERES			CORRIENTE		
										ABREGO ALGODONAL		
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MEDIOS	7,7	15,2	18,4	31,0	38,2	29,6	27,9	41,0	27,0	35,4	19,5	13,4
MAXIMOS	57,4	66,2	58,7	59,2	55,6	77	72	80	56,3	76,5	35,4	44,4
MINIMOS	0	0	3	15	8,8	8,7	1,2	28,6	4,9	13,4	6,9	0,2

Figura 31. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1970 – 1987

**Fuente. IDEAM**

SISTEMA DE INFORMACION														
VALORES MAXIMOS MENSUALES DE														
PRECIPITACION (mms)														
NACIONAL AMBIENTAL														
EN 24 HORAS														
FECHA DE PROCESO : 2007/02/16														
ESTACION : 1606504 ABREGO CENTRO AD														
LATITUD 0805 N			TIPO EST CP			DEPTO								
NORTE SANTANDER			FECHA-INSTALACION 1969-JUL											
LONGITUD 7314 W			ENTIDAD 01 IDEAM											
MUNICIPIO ABREGO			FECHA-SUSPENSION											
ELEVACION 1430 m.s.n.m			REGIONAL 08 SANTANDERES											
CORRIENTE ALGODONAL														
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
MEDIOS	8	9,9	12,5	26,1	35,8	32,8	24,5	26,9	38,1	33,3	22,6	9,9		
MAXIMO	25,1	81	40	45,5	57	98,5	80,5	90	60,5	64	51,6	23,3		
MINIMO	0	0	0,1	12	15	12	2,4	2,3	17,8	7,6	5,8	0		

Figura 32. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1987 – 2005

**Fuente. IDEAM**

Las figuras siguientes corresponden a información oficial del IDEAM que sustentan lo expuesto y que permiten aceptar las curvas de intensidad frecuencia calculadas por la autora de esta investigación como válidas de acuerdo al comportamiento histórico de los valores máximos mensuales de precipitación en veinticuatro horas que no muestran variaciones notables en la periodicidad de las precipitaciones.

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION EN 24 HORAS (mms)													
FECHA DE PROCESO	16/02/2007												
ESTACION	1605504 ABREGO CENTRO AD												
LATITUD	0805 N			TIPO DE ESTACION				CP		DPTO		NORTE DE SANTANDER	
LONGITUD	7314W			ENTIDAD				01 IDEAM		MUNICIPIO		ABREGO	
ELEVACION	1430 msnm			REGIONAL				08 SANTANDERES		CORRIENTE		ALGODONAL	
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	
1970	18	0,3	17,5	16,7	53,4	23,5	45,1	35,1	39,6	23,6	34,4	34,3	
1971	23,7	5,6	17,6	32,6	55,6	8,7	1,7	45,3	4,9	41,7	33,5	0,5	
1972	1,5	42	25,9	59,2	37,9	30,4	1,2	58,9	17,5	13,4	6,9	3,4	
1973	6,4	0	13,1	24,6	8,8	25,4	19,4	29	28,6	47,8	9,9	39,3	
1974	0,4	3,1	7,3	16,7	55	45,3	15,2	41,6	6,5	31,5	26,9	0,4	
1975	0	14,6	41	39,2	46,3	19	29,2	33	42,6	36,2	23,2	41,7	
1976	0	1	3	16	41	14,2	9,1	34,7	6,2	48	16	0,4	
1977	57,4	66,2	()	27,2	31,5	20,2	47,6	31,6	14,5	70	28	0,5	
1978	0,2	1	58,7	34	49,8	23,1	72	30,1	20	23,6	20,7	4,7	
1979	2,8	22	10,5	51,4	35,8	37,4	29,2	80	24,4	20,3	11,5	2,5	
1980	3,7	10,2	5,4	15	53,1	29,2	11,4	44,4	41,4	32,8	35,4	11,4	
1981	0	19	25,6	28,1	31	25,6	13,8	28,6	35,8	76,5	12	44,4	
1982	()	5,5	6,7	25,6	48,3	77	22,6	()	26	30	13	1,5	
1983	0	33,1	8	54,1	35,7	45,7	46,4	30,4	17,4	30,6	7	3,2	
1984	1,2	16,3	35,6	43,5	24,4	15,9	32,6	30,4	56,3	21,1	13,9	0,2	
1985	1,7	14,2	7,9	25	20,9	20,2	29,4	64,5	42,8	20,5	31,9	20,8	
1986	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	
1987	6,4	3,6	10	18,6	20,7	12,4	20,5	37,7	33,8	34,2	7,4	18,2	
MEDIOS	7,7	15,2	18,4	31,0	38,2	29,6	27,9	41,0	27,0	35,4	19,5	13,4	
MAXIMOS	57,4	66,2	58,7	59,2	55,6	77	72	80	56,3	76,5	35,4	44,4	
MINIMOS	0	0	3	15	8,8	8,7	1,2	28,6	4,9	13,4	6,9	0,2	

Figura 33. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1970 – 1987

Fuente. IDEAM

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE  
PRECIPITACION (mms)  
EN 24 HORAS

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2007/02/16

ESTACION : 1605504 ABREGO CENTRO AD

LATITUD 0805 N TIPO EST CP DEPTO  
NORTE SANTANDER FECHA-INSTALACION 1969-JUL  
LONGITUD 7314 W ENTIDAD 01 IDEAM  
MUNICIPIO ABREGO FECHA-SUSPENSION  
ELEVACION 1430 m.s.n.m REGIONAL 08 SANTANDERES  
CORRIENTE ALGODONAL

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1987	6,4	3,6	10	18,6	20,7	12,4	20,5	37,7	33,8	7,6	7,4	18,2
1988	0	0,4	6,9	24,7	40,8	30,2	31	40	40	64	44,6	17,7
1989	7,3	15,2	12,7	12	53	23,4	3,7	27,1	48	30	13	22
1990	5,2	3	7,5	34	26	27,5	80,5	22,6	30,1	25	29,1	7,9
1991	0	2,5	3,3	45,5	30	32	8,2	15,6	42,4	25,1	18,2	0
1992	25,1	1,3	0,1	20,5	30	32,4	13	38	29	41	27	3,6
1993	15	81	23,2	16,8	41,1	12	38,8	12,2	39,9	32,3	15,9	0
1994	19,3	14	6,9	32,5	35,3	12,5	6	20	20	30,9	39,1	3,1
1995	10	0	8,6	20,5	30	30	30	90	30	26,8	9,5	2,5
1996	0,7	1,9	15,3	29,1	55	50	26	40	28			55
1997	15	0	5			24,2	2,8	17,8	18,1	5,8	0	24,2
1998	12,8	14,9	29	14,1	24,2	23,4	24,4	26,2	54	63,3	15,8	9,4
1999	0	8,4	12	25,7		25,5	12,7	21	60,5	33	28	16,6
2000	5	10,3	0,2	35,1	53,1	22	19		20	14	23,3	53,1
2001	3,3	0	14,4	21,2	23,7	13,1	21,8	2,3	39,8	32	20,1	9,2
2002	2,1	4,6	15,3	22,2	45,6	33,4	2,4	23	30	43,3	6	15,6
2003	2,4	1,2	22,8	35,2	15	98,5	11,6	36,4	60,3	47,2	40	8,3
2004	1,1	13,4	4,3	38,4	28,2	50,3	35,5	15	54,6	19,2	22	8,2
2005	22	12,7	40	23,6	57	61,6	50,4	22,3	27,7	40,2	51,6	13
MEDIOS	8	9,9	12,5	26,1	35,8	32,8	24,5	26,9	38,1	33,3	22,6	9,9
MAXIMOS	25,1	81	40	45,5	57	98,5	80,5	90	60,5	64	51,6	23,3
MINIMOS	0	0	0,1	12	15	12	2,4	2,3	17,8	7,6	5,8	0

Figura 304. Valores máximos mensuales precipitación en 24 horas periodo 1987 – 2005

**Fuente. IDEAM**

En el cuadro siguiente se resumen la intensidad para distintos periodos de retorno establecido para un tiempo de concentración hasta de cien minutos.

**Tabla 29***Intensidad de aguas lluvias*

INTENSIDAD DE AGUAS LLUVIAS (lt/seg - Ha)					
DURACION EN MINUTOS	TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS				
	3	5	10	25	50
5	268	329,5	384,5	448,9	496,7
10	241,2	297	347,8	408,9	453,9
15	218,2	268,6	315,6	373,6	416,1
20	198,3	244,5	288,1	342,2	382,3
25	180,7	223,1	263,6	314,2	351,7
30	165,7	204,5	242	289,2	324,2
35	152,2	188,1	222,5	266,7	299,5
40	140,5	173,6	205,6	246,7	277
45	130,2	160,6	190,3	228,4	257
50	120,8	149,2	176,4	212	238,4
55	112,4	138,6	164,2	197,2	221,7
60	104,8	129,5	152,8	183,6	206,4
65	98,1	120,8	142,8	171,4	192,5
70	91,8	113,3	133,6	160	179,7
75	86,3	106,4	125	149,7	168,1
80	81	100	117,5	140,3	157,5
85	76,5	94,2	110,6	131,7	147,5
90	72,2	88,9	103,9	123,9	138,6
95	68,3	83,9	98,1	116,4	130
100	64,5	79,5	92,8	109,7	122,5

**Fuente.** Pasante del proyecto

### 3.6.4 Drenaje y nivel freático.

La tendencia del drenaje superficial se orienta en sentido (NE\_ SW), buscando el nivel del río y de las quebradas adyacentes el perfil del suelo explorado corresponde al suelo medianamente drenado con alto grado de saturación y de alta a baja permeabilidad, ya que a 1,31 mtrs de profundidad en el sondeo 1 fueron encontradas aguas libres evidenciando que las características hidrogeológicas de su drenaje superficial están controladas por el nivel freático del río chiquito y tejo para los barrios las mercedes y el carretero y las

quebradas adyacentes para el barrio ciudadela deportiva, con líneas de flujo perpendiculares las cuales afectan su cimentación y procesos constructivos en general.

### 3.6.5 Criterios de clasificación de la amenaza.

La clasificación de la amenaza a deslizamiento se define para suelos con base en el factor de seguridad y para rocas con base en el valor del SRM. A partir del factor de seguridad y el SMR obtenido se establecen tres niveles de amenaza ante deslizamiento, clasificados como alto, medio y bajo, de acuerdo con los valores presentados seguidamente.

**Tabla 30**

*Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento*

NIVEL DE AMENZA	FACTOR DE SEGURIDAD	VALOR DE SMR	COLOR EN EL MAPA
ALTA	<1,1	<40	ROJO
MEDIA	1,1-1,5	41-60	AMRILLO
BAJA	>1,5	>60	VERDE

**Fuente.** INGEOMINAS 2014

A continuación se presenta la actualización cartográfica del nivel de amenaza que se presenta en la comuna 3 y es comparado con el mapa de la misma temática que se presenta en la modificación revisión y ajuste del PBOT para el año 2015.



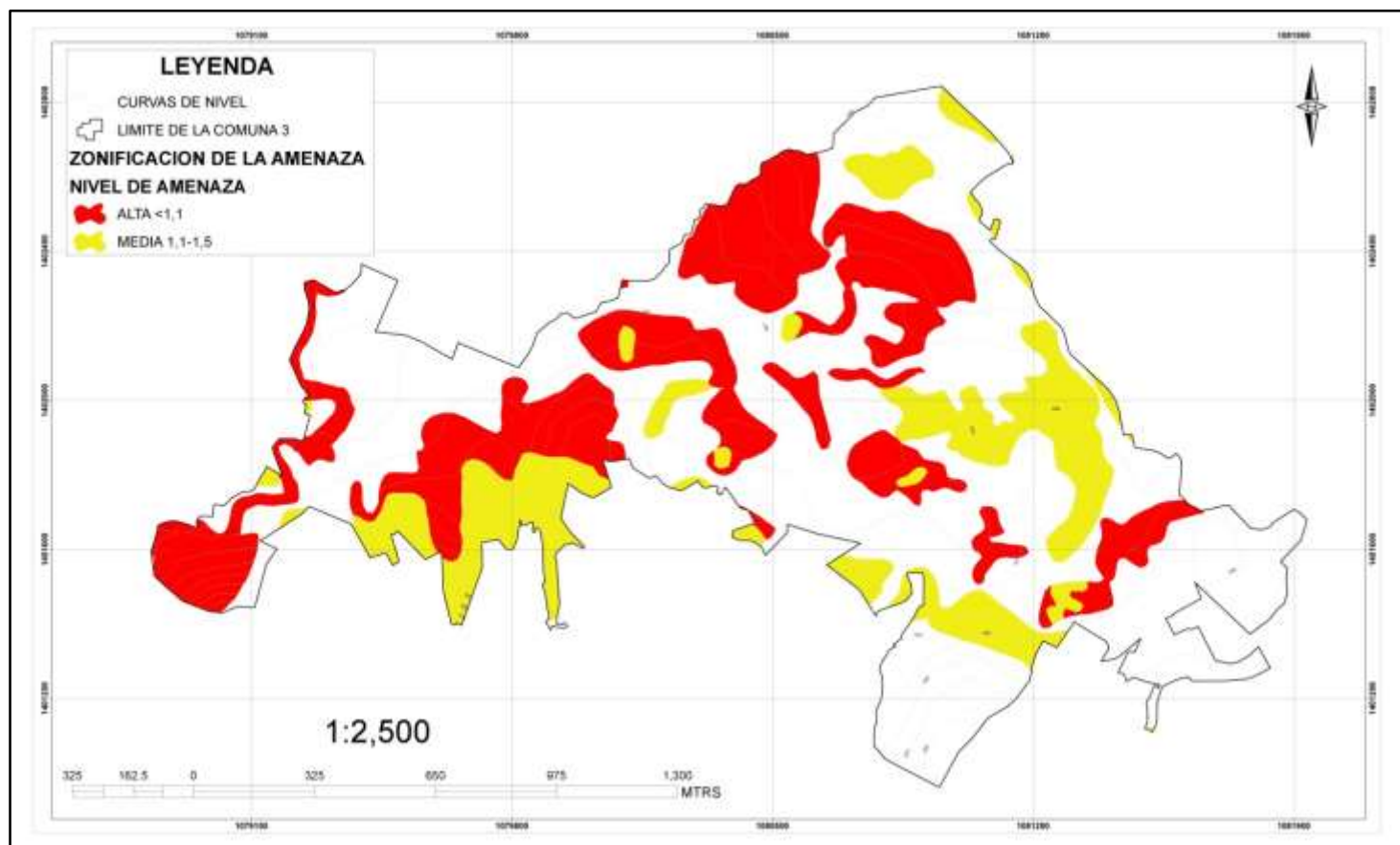


Figura 315. Actualización cartográfica del nivel de amenaza a remoción en masa a partir del factor de seguridad y el valor del SRM.

**Fuente.** Pasante del proyecto

En la siguiente temática se presenta el mapa de zonificación de amenazas para la comuna tres de la ciudad de Ocaña el cual se construyó a partir de la información geográfica oficial que se encuentra en los archivos de la alcaldía municipal de la ciudad de Ocaña.

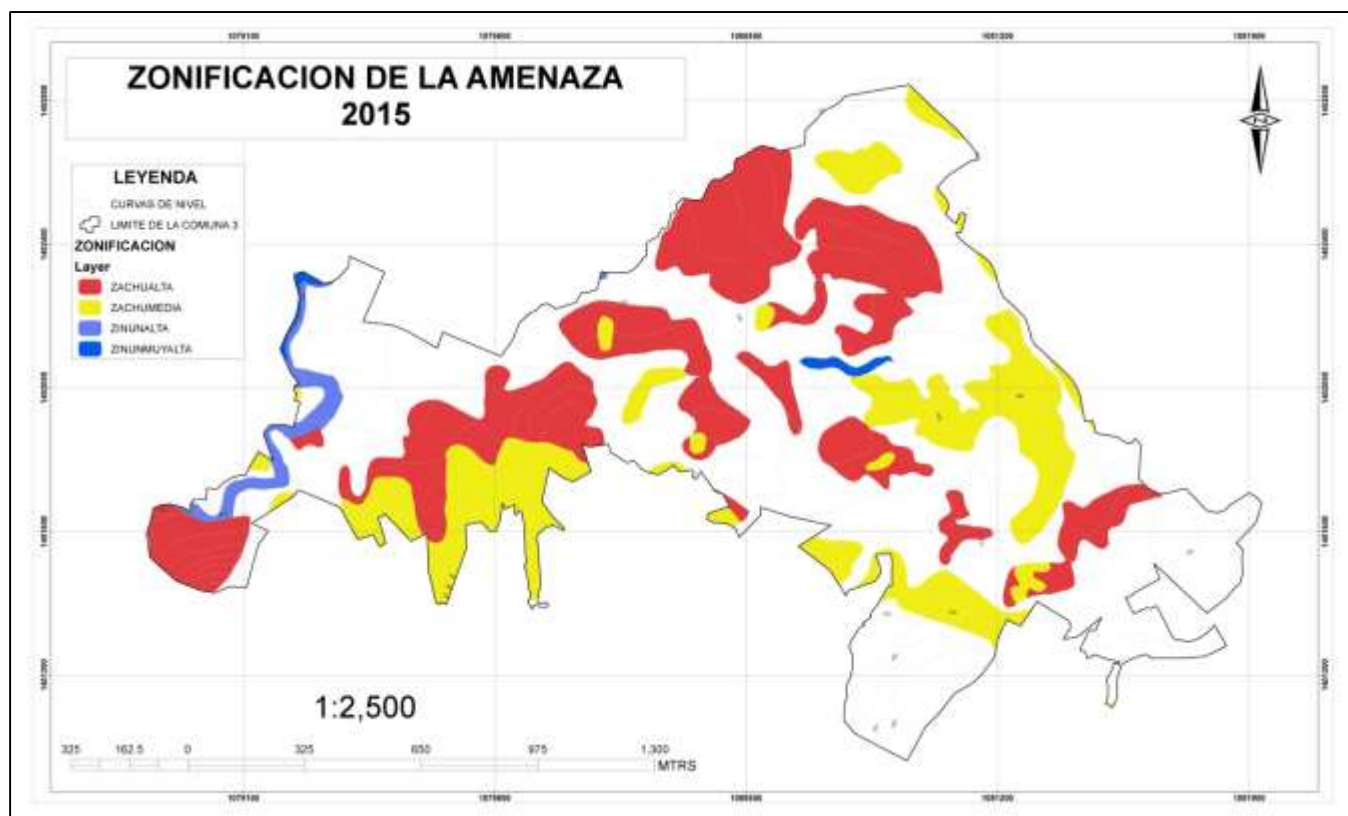


Figura 36. Mapa de amenaza para la comuna 3 de la ciudad de Ocaña según el PBOT 2015

**Fuente.** Pasante del proyecto

### 3.6.6 Calculo de la población.

El siguiente cálculo se empleó para los barrios más vulnerables a procesos de remoción en masa según el análisis que se realizó, esta estimación de la población se hizo con el objeto de saber un promedio de los pobladores que habitan en estas zonas ya que estas personas son las más propensas a sufrir pérdidas de sus bienes materiales hasta pérdidas de vidas, si se llegara a presentar una amenaza en las áreas que se han venido mencionando anteriormente.

Esta estimación se llevó a cabo mediante la modalidad de entrevista a cada uno de los presidentes de las juntas de acción comunal de los barrios el carretero, las mercedes y ciudadela deportiva, presentes en la comuna No3 se pudieron establecer las siguientes características de estos pobladores.

**Tabla 31**

*Calculo de la población*

ASPERCTOS FISICOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO			INFORMACIÓN ENTREGADA POR LA JAL		
Nombre del Barrio	Área (m2)	Perímetro	No Habitantes	Núcleo familiar	No familias
EL CARRETERO	53831.3744	53831.37435	600	5	120
LAS MERCEDES	26318.4475	26318.44752	580	5	116
CIUDADELA DEPORTIVA	92613.8993	92613.89931	1.800	5	360

**Fuente.** Pasante del proyecto

## Capítulo 4. Diagnostico final

Con el presente trabajo, titulado análisis de riesgo y amenazas por remoción en masa para la comuna numero 3, realizado en la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR se entregó información actualizada sobre las condiciones en las que se encuentran las zonas más vulnerables dentro de la comuna, con un estudio detallado de las características en las que se encuentra cada sector que presento mayor grado de vulnerabilidad a procesos de remoción en masa.

Por otra parte con la realización de esta pasantía se logró determinar la realidad y el grado de vulnerabilidad en el que se encuentra la zona de estudio, la cual fue evidenciada a través de la generación de cartografía, como una herramienta útil o de referencia para los diferentes análisis de los factores de riesgo, lo cual se determinó mediante visitas a campo para verificar la información que se obtuvo por el SIG.

La realización de este trabajo es de gran beneficio para la corporación, ya que es una herramienta por la cual pueden tener un sistema de alerta temprana para algún tipo de amenaza que se presente dentro de la comuna número 3, sin embargo para el desarrollo de este proyecto a futuro o continuación del mismo, este sirve como estudio base y de apoyo para aplicarlo a los otros sectores del municipio.

## Capítulo 5. Conclusiones

Dentro del proceso de las pasantías se pudo establecer que la ciudad de Ocaña carece de información técnica confiable de acuerdo a los requerimientos del servicio geológico Colombia en el documento GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA; la ciudad no cuenta con cartografía base a la escala solicitada por la norma lo cual hace más difícil y costoso el proceso de actualización de esta información, esta información es fundamental para la óptima gestión del Riesgo.

El presente estudio me permitió conocer como estudiante de ingeniería ambiental que la ciudad de Ocaña se encuentra localizada en una región sísmica de nivel medio según el mapa de sismicidad de Colombia, al realizar el traslape del polígono oficial del municipio se pudo establecer que la falla geológica de Bucaramanga presenta una alta influencia en este municipio lo cual lo hace moderadamente susceptible a la ocurrencia de sismos y deslizamientos de suelos.

Por medio de la actualización de la cartografía de riesgo se pudo proporcionar información de gran utilidad, ya que por medio de esta se logró identificar donde se presenta mayor o menor vegetación, así como también el cauce de cada una de las corrientes de aguas y de esta manera poder determinar cuáles zonas se encuentran más susceptibles a proceso de remoción en masa dentro de la comuna, teniendo en cuenta los puntos que tienen mayor grado de susceptibilidad

según el estudio realizado, así poder determinar las medidas necesarias para prevenir o mitigar las posibles alteraciones por cualquier tipo de amenazas que se puedan presentar en cada una de estas zonas.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo, se hacen las siguientes recomendaciones:

No permitir la construcción de viviendas en zonas con fuertes taludes y mal manejo de ellos ya que estas son zonas con mayor vulnerabilidad a deslizamientos en épocas de lluvias o cualquier tipo de amenaza que se pueda presentar.

Construir obras de corrección o mitigación a los distintos puntos donde se presenta o se puede presentar procesos de remoción en masa, como lo son obras de barreras protectoras o cubiertas vegetales en laderas.

Proporcionar a la población información sobre las diversas medidas de prevención contra riesgos y desastre que se puedan ocurrir en esta zona.

Vigilar los procesos constructivos de cada una de las viviendas que se edifican en estas zonas para que cumplan con las condiciones de construcción exigida para estos tipos de suelos.

## Referencias

Cardona. (1991). EVALUACIÓN DE LA AMENAZA, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO. Obtenido de

<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>

Cardona, O. D. (1999). Elementos para el ordenamiento y planeación del desarrollo.

IGAC. (2002). Instituto Colombiano Agustin Codazzi.

INGEOMINAS. (2015). GUIA METODOLOGICA PARA ESTUDIOS DE ANEMANZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTO EN MASA .

Laboratorio de Mapeo. (s.f.). Remoción en Masa en Colombia. . Obtenido de

<http://ceelat.org/mapas/amenaza-por-remocion-en-masa-en-colombia/>

Ministerio de Minas. (s.f.). Servicio Geológico Colombiano.

Prada, J. A. (28 de 01 de 2013). Deslizamiento. Obtenido de

<https://prezi.com/ht8xyz2c8ho7/deslizamiento/>

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (2002).

Varnes. (1984). Conceptos básicos de la gestión del riesgo. Obtenido de

<http://www.msal.gob.ar/salud-y-desastres/index.php/informacion-para-comunicadores/conceptos-basicos-de-la-gestion-de-riesgos>