	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	Dependencia	Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(135)	

RESUMEN – MONOGRAFIA

AUTORES	WENDY PAULYN OSORIO OSORIO ANGIE PAOLA JULIO FUENTES
FACULTAD	INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	ROMEL JESUS GALLARDO AMAYA
TÍTULO DE LA TESIS	ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE ZONAS PROPENSAS A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

ESTE INFORME TIENE COMO OBJETO LA ACTUALIZACION DEL MAPA DE ZONAS PROPENSAS A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. PARA CUAL FUE NECESARIO LA RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION DE SITIOS HISTORICAMENTE REPORTADOS, ASI COMO IDENTIFICACION DE SITIOS NUEVOS PRESENTADOS EN EL PERIODO DE TIEMPO OBJETO DE LA INVESTIGACION, QUE PERMITIO DAR A CONOCER A LAS COMUNIDADES MAS VULNERABLES LOS FACTORES DETONANTES Y CONDICIONANTES DE ESTE TIPO DE RIESGOS, ASI COMO POSIBLES SOLUCIONES PARA ACTUAR ANTE ELLOS.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 135	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1
--------------	---------	----------------	----------



Via Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

ACTUALIZACIÓN DEL MAPA DE ZONAS PROPENSAS A FENÓMENOS DE
REMOCIÓN EN MASA EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

AUTORES

WENDY PAULYN OSORIO OSORIO

ANGIE PAOLA JULIO FUENTES

Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Ing. ROMEL JESUS GALLARDO AMAYA

Magister en Geotecnia

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Marzo de 2020

DEDICATORIA

Este logro primero y antes que todo se lo dedicó a Dios, quien me guio y está presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome las fuerzas para continuar con metas trazadas sin desfallecer, a mi madre Gladys Osorio Rivero, a mi padre Guzmán Alfonso Osorio Herrera quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se me presentaron, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanas Evelyn Daniela Osorio Osorio y Melissa Katalina Sánchez Osorio por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todos momentos de mi vida gracias.

A mi compañera de proyecto, Angie Paola Julio Fuentes por su incansable trabajo para alcanzar juntas esta meta, y junto con mis compañeras Silvia Katherine Avendaño López y Viviana García Sánchez gracias por su cariño, amistad y compañía durante la carrera.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas, en especial a mi tía Maritza Osorio Rivero

WENDY PAULYN OSORIO OSORIO

DEDICATORIA

Quiero agradecer principalmente a Dios, por permitirme culminar esta etapa, por guiarme e iluminarme a lo largo de este arduo camino y permitirme realizarme como profesional. Este triunfo va dedicado a mis padres Blanca Marlene Fuentes Martínez e Israel Julio Delgado, por ser los promotores de mi carrera, por su paciencia, por sus consejos, por darme la fuerza y el apoyo necesario para no desistir, más que mío este título es de ustedes.

También hago extensa esta dedicatoria a mi familia, de manera especial a la Familia Fuentes, a mi hermano Edinson Fabian Julio Fuentes, a mi novio Hugo Andrés Álvarez Quintero por ser quienes siempre estuvieron presentes en cada etapa de este proceso, por la confianza, por ser mi apoyo incondicional y por ser elemento fundamental para alcanzar esta meta.

A mi compañera de proyecto, Wendy Paulyn Osorio Osorio agradecerle por su amistad y el querer asumir este proyecto conmigo, este título es el producto de nuestra dedicación, esfuerzo y entrega total, un camino que iniciamos juntas desde el principio de nuestra carrera profesional y que hoy culminamos satisfactoriamente.

A mis amigos y demás personas que de una u otra forma contribuyeron e hicieron parte de este proyecto Gracias por creer en mí.

ANGIE PAOLA JULIO FUENTES

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Gladys Osorio Rivero y Guzmán Alfonso Osorio Herrera; y, Blanca Marlene Fuentes Martínez e Israel Julio Delgado, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A todas aquellas personas que estuvieron involucradas en el proyecto, al MsC. Ingeniero Romel Jesús Gallardo Amaya, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo. A los ingenieros Jeison Stiven Sepúlveda Sánchez, Ciro Andrey Martínez Ovallos y Angie Alejandra Muñoz Quintero, por su tiempo y dedicación en la elaboración de este trabajo.

Índice

Capítulo 1. Actualización del mapa de zonas con ocurrencias de fenómenos de remoción en masa en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.:	3
1.3.2 Objetivos Específicos.:	3
1.4 Justificación	4
1.5 Delimitaciones	6
1.5.1 Delimitación operativa.:	6
1.5.2 Delimitación Conceptual.:.....	6
1.5.3 Delimitación Geográfica.:	6
1.5.4 Delimitación Temporal.:.....	7
Capítulo 2. Marco Referencial.....	8
2.1 Antecedentes históricos	8
2.2 Marco conceptual	10
2.2.1 Amenazas.....	10
2.2.2 Vulnerabilidad.	10
2.2.3 Gestión del Riego.	10
2.2.4 Mecanismos principales en los movimientos de ladera.....	11

2.2.5 Desprendimientos o caídas.....	11
2.2.6 Vuelcos.....	12
2.2.7 Flujos de tierra.....	12
2.2.8 Flujos de Lodo.....	12
2.2.9 Reptación.....	12
2.2.10 Talud.....	12
2.2.11 Pendiente.....	12
2.2.12 Deslizamiento.....	13
2.2.13 Deformaciones por concentración de esfuerzo y fatiga.....	13
2.2.14 Agrietamiento por tensión.....	13
2.2.15 SIG en movimiento en masa.....	13
2.2.16 ArcGIS.....	14
2.3 Marco teórico.....	14
2.3.1 Tipo de falla.....	14
2.3.2 Monitoreo de los fenómenos de remoción en masa.....	16
2.4 Marco legal.....	16
2.4.1 Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 Reglamento NSR-10.....	16
2.4.2 Ley 1523 del 24 de abril del 2012.....	17
2.4.3 Artículo 3 decreto 4147 de 2011.....	17
2.4.4 Decreto 173 del 23 de julio de 2012.....	17

Capítulo 3. Diseño Metodológico	18
3.1 Tipo de investigación.....	18
3.2 Población	18
3.3 Muestra	18
3.4 Recolección de la información	19
3.5 Metodología.....	19
Capítulo 4. Desarrollo del proyecto	21
4.1 Recopilar, evaluar y validar información existente de las zonas que han presentado fenómenos de remoción en masa activos, en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander	21
4.1.1 Recopilación de información histórica de la zona con ocurrencia de FRM.....	21
4.1.2 Evaluación y validación de información.	30
4.2 Caracterizar los mecanismos de falla en las zonas con FRM activos e indentificar los elementos vulnerables	38
4.2.1 ... Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos.....	38
4.2.2 .Caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos, con sus respectivos a resúmenes estadístico por barrio.....	41
4.2.3 Estructura de la “Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa”	71
4.2.4 Zona que presentaron puntos nuevos de fenómenos de remoción en masa para el periodo 2015-2019.....	77

4.3 Elaborar la actualización del mapa de las zonas susceptibles a FRM y sus principales características mediante el software ArcGis®	82
4.4 Realizar actividades de sensibilización a la comunidad que se encuentren en zonas propensas a FRM.	102
4.4.1 Sensibilización a sitios que presentaron fenómenos de remoción en masa.....	102
4.4.2 Jornadas de capacitación a familias ubicadas en zonas vulnerables.....	106
Conclusiones	111
Recomendaciones	114
Referencias.....	115

Lista de figuras

Figura 1 Falla rotacional.	15
Figura 2 Falla Traslacional.	15
Figura 3 Resumen zona Nor-Oriental y Nor-Occidental Ocaña, Norte de Santander.	23
Figura 4 Resumen Zona Sur-Oriental y Sur-Occidental Ocaña, Norte de Santander.	24
Figura 5 Número de deslizamiento zona norte hasta año 2015..	31
Figura 6 Número de deslizamiento zona norte entre 2015-2019..	32
Figura 7 Número de deslizamiento zona oriente hasta año 2015.	33
Figura 8 Número de deslizamiento zona oriente entre 2015-2019.	33
Figura 9 Número de deslizamiento zona occidente hasta año 2015.	34
Figura 10 Número de deslizamiento zona occidente entre 2015-2019.	34
Figura 11 Número de deslizamiento zona centro hasta año 2015.	35
Figura 12 Número de deslizamiento zona centro entre 2015-2019.	36
Figura 13 Número de deslizamiento zona sur hasta año 2015.	37
Figura 14 Número de deslizamiento zona sur entre 2015-2019.	37
Figura 15 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (a)	39
Figura 16 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (b)	40
Figura 17 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (c)	41
Figura 18 Delimitación urbana del municipio de Ocaña.	42

Figura 19 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Norte. Autores del proyecto, 2020	43
Figura 20 Fotografía de factores antropicos que generan FRM, barrio Colinas de la Esperanza.	44
<i>Figura 21 Resumen áreas con FRM en la zona Norte.</i>	45
Figura 22 Resumen tipos de FRM en la zona Norte.	46
Figura 23 Localización de talud crítico, barrio Altos del Norte.	47
Figura 24 Fotografía talud crítico, barrio Altos del Norte.	48
Figura 25 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Oriental.	49
Figura 26 Resumen áreas con FRM en la zona Oriental.	50
Figura 27 Localización de talud crítico, barrio La Colina.	51
Figura 28 Fotografía talud crítico, barrio La Colina.	52
Figura 29 Resumen tipos de FRM en la zona Oriental.	53
Figura 30 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Occidental.	54
Figura 31 Localización de talud crítico, barrio San Fermin.	55
Figura 32 Fotografía talud crítico, barrio San Fermin.	57
Figura 33 . Localización de talud crítico, barrio La Santa Cruz.	58
Figura 34 . Fotografía talud crítico, barrio La Santa Cruz.	59
Figura 35 . Resumen áreas con FRM en la zona Occidental.	60
Figura 36 . Resumen tipos de FRM en la zona Occidental.	61
Figura 37 . Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Centro.	62
Figura 38 . Resumen áreas con FRM en la zona Centro.	63
Figura 39 . Resumen tipos de FRM en la zona Centro.	64
Figura 40 . Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Sur.	65

Figura 41. Resumen áreas con FRM en la zona Sur.	66
Figura 42. Localización de talud propenso,barrio Las Mercedes..	67
Figura 43. Fotografía talud propenso,barrio Las Mercedes.	68
Figura 44. Resumen tipos de FRM en la zona Centro.	69
Figura 45. Consolidado de FRM en Ocaña.	70
Figura 46. Consolidado de la actividad de los FRM en Ocaña.	71
Figura 47. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa.	72
Figura 48. Cuadro descripción de material de vivienda de acuerdo a escala MSK.	73
Figura 49. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en mas	74
Figura 50. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa.	75
Figura 51. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en más.	76
Figura 52. Sección E ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa.	77
Figura 53. Tipo de Vivienda presentes en la ciudad de Ocaña.	79
Figura 54. Ubicación de la vivienda según el Talud, en Ocaña.	80
Figura 55. Estructuras de Contención predominantes en la ciudad de Ocaña.	81
Figura 56. Estrato socio económico de Ocaña.	81
Figura 57. Ingresos dominantes en la ciudad de Ocaña.	82
Figura 58. Plan de vuelo barrio Colinas de la Provincia.	84

Figura 59. Creación del proyecto.....	87
Figura 60. Cargar las imágenes.....	88
Figura 61. Revisión de las propiedades de las fotografías.....	88
Figura 62. Configuración de sistema de coordenadas de salida.	89
Figura 63. Distribución de las fotografías.....	90
Figura 64. Configuración del procesamiento inicial.....	91
Figura 65. Configuración de la nube de puntos y malla..	91
Figura 66. Configuración para la creación del MDS y el orto mosaico.	92
Figura 67. Resultados del procesamiento inicial.	93
Figura 68. Nube de puntos densa.....	94
Figura 69. Nube de puntos densa.....	95
Figura 70. Orto mosaico.	95
Figura 71. Creación de un Shapefile.....	97
Figura 72. Atributos de la capa de identificación de FRM.....	97
Figura 73. Digitalización de información.....	98
Figura 74. Asignación de información de la zona.	98
Figura 75. Zonificación de áreas susceptibles a FRM.....	99
Figura 76. Mapa de identificación de FRM.....	100
Figura 77. Mapa de áreas susceptibles a FRM.	101
Figura 78. Portada de plegable para sensibilización.....	103
Figura 79. Contenido interior de plegable para sensibilización.....	103
Figura 80. Sensibilización de habitantes en zonas propensas a FRM. a) B. los Sauces. b) B. El Líbano. Gustavo Alayón. d) b. Villa Paraíso.....	106

Figura 81. Mapa de zonificación de FRM, barrio la Santa Cruz.	108
Figura 82. Mapa de zonificación de FRM, barrio Colinas de la Esperanza.	108
Figura 83. Sensibilización grupal.	110

Lista de tablas

Tabla 1 Comparación entre métodos tradicionales y la metodología BIM	21
Tabla 2 Comparación entre métodos tradicionales y la metodología BIM	26
Tabla 3 Consolidado de la Caracterización de FRM en Ocaña	70
Tabla 4 Sitios Que Presentan Nuevos Fenómenos de Remoción en Masa.....	78
Tabla 5 Especificaciones Dron Phantom 3 Advance	83
Tabla 6 Registros de vuelo del RPAS.....	85
Tabla 7 Viviendas sensibilizadas en visitas	105
Tabla 8 Relación de la Participación de la comunidad en el barrio Colinas de la esperanza	109
Tabla 9 Relación de la Participación de la comunidad en el barrio La Santa Cruz	109

Introducción

Los fenómenos de remoción en masa (FRM) son desplazamientos de material de taludes y laderas que han perdido su estabilidad y que pueden ocasionar desastres, siendo estos desencadenados por múltiples factores que pueden ser de tipo local (intrínsecos) o de tipo regional (condiciones climatológicas y sísmicas).y en el caso de Colombia se dice que la amenaza por deslizamientos o movimientos en masa presenta referencias numéricas significativas al tener “los 11,7 millones de hectáreas con mayor susceptibilidad a este fenómeno en el país, atribuyéndose el 66% de las muertes y el 14 % de viviendas afectadas por estos eventos”.

En el caso particular del municipio de Ocaña, la situación del riesgo por deslizamiento se ha potencializado considerando que desde hace varios años se han generado desplazamientos forzados de la población rural al municipio de Ocaña, y los asentamiento que se han creado reúnen un conjunto de características inadecuadas como los cortes en sitios con alta pendiente, inadecuadas o ausencia de obras de drenaje y descarga. En general estos nuevos asentamientos, no están técnicamente constituidos y son susceptibles de deslizamientos.

En este sentido este proyecto pretende dar a conocer la recopilación y análisis de información de zonas que han presentado fenómenos de remoción en masa en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, por medio de un mapa que permitirá hacer consulta de las áreas afectadas y la información relacionada con número de viviendas afectadas, población vulnerable, características de la población en zonas afectadas por FRM y descripción del tipo de problemática que presentan estas zonas de la ciudad.

Capítulo 1. Actualización del mapa de zonas con ocurrencias de fenómenos de remoción en masa en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

Los fenómenos de remoción en masa (FRM) son desplazamientos de material de taludes y laderas que han perdido su estabilidad y que pueden ocasionar desastres, siendo estos desencadenados por múltiples factores que pueden ser de tipo local (intrínsecos) o de tipo regional (condiciones climatológicas y sísmicas).

Según, el Departamento Nacional de Planeación (DPN) “en el conjunto de zona montañosa colombiana sobre la cual está asentada la mayor parte de la población, es probable la ocurrencia de deslizamientos; La diversidad de suelos, topografía y climas de Colombia son condiciones que hacen de nuestro país uno de los más susceptibles a estos fenómenos”. (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Por otro lado, Según el índice municipal de desastres en Colombia, la amenaza por deslizamientos o movimientos en masa presenta referencias numéricas significativas al tener “los 11,7 millones de hectáreas con mayor susceptibilidad a este fenómeno en el país, atribuyéndose el 66% de las muertes y el 14 % de viviendas afectadas por estos eventos”. (Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Norte de Santander, es un departamento que ha sido afectado en gran medida por fenómenos hidro-meteorológicos, ubicándose según “el ranking departamental de población

expuesta en la posición número ocho con un porcentaje de 47,1% de amenaza” (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Lo cual nos indica que se encuentra entre los más expuestos del país a sufrir estos desastres, atribuyéndosele las amenazas principalmente a deslizamientos; recientemente el punto más crítico ha sido el ocasionado por el fenómeno de la niña entre 2010 y 2011.

Al ser Ocaña el municipio donde converge todo el Catatumbo, zona afectada por el conflicto armado, desde hace varios años se han generado desplazamientos forzados de la población rural al municipio de Ocaña. Sin embargo, debido a la condición de esta población vulnerable, se han ubicado en zonas de ladera y en áreas no construidas de barrios existentes. Debido a la necesidad de estas personas vulnerables, por conseguir un lugar donde habitar, han construido sus casas en lugares no adecuados, realizando cortes en sitios con alta pendiente y acabando con la vegetación, atenuando los riesgos por los diferentes tipos de fenómenos de remoción en masa.

En general estos nuevos asentamientos, no están técnicamente constituidos, no tienen obras de estructuras vial, no cuentan con obras de drenaje apropiadas ni con sistemas de recolección de aguas residuales, por esta razón se crean factores detonantes como pérdida y saturación del suelo, además de erosión hídrica, lo que produce inestabilidad en el terreno. (Andrade Y Peñaranda, 2014, p.16).

Con todos estos antecedentes surge la necesidad de actualizar las zonas propensas a FRM en aras de conocer la amenaza presente en los diferentes asentamientos humanos en Ocaña y así

como la de generar un mapa con las características más relevantes de cada zona mediante el uso del software especializado ArcGis®.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las zonas que han presentado deslizamientos y que variables ocasionan este fenómeno en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.: Elaborar la actualización del mapa de las zonas con FRM mediante el software ArcGis® en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos.:

Recopilar, evaluar y validar información existente de las zonas que han presentado fenómenos de remoción en masa activos, en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

Caracterizar los mecanismos de falla en las zonas con FRM activos e identificar los elementos vulnerables.

Elaborar la actualización del mapa de las zonas susceptibles a FRM y sus principales características mediante el software ArcGis®.

Realizar actividades de sensibilización a la comunidad que se encuentren en zonas propensas a FRM.

1.4 Justificación

Los Fenómenos de Remoción en Masa (FRM) que pudieran ser considerados “como eventos naturales” han ocasionado en el mundo entero numerosos desastres, causando daños en viviendas, vías, redes de servicios públicos, represamiento en cauces de ríos o quebradas e incluso pérdida de vidas humanas; por lo tanto, su identificación permitirá mitigar los efectos que estos movimientos en masa puedan provocar y así mismo generar las posibles soluciones.

Este proyecto pretende dar a conocer la recopilación y análisis de información de zonas que han presentado fenómenos de remoción en masa en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, por medio de un mapa que permitirá hacer consulta de las áreas afectadas y la información relacionada con número de viviendas afectadas, población vulnerable, características de la población en zonas afectadas por FRM y descripción del tipo de problemática que presentan estas zonas de la ciudad. La información recopilada junto con el mapa generado para toda la ciudad de Ocaña, se considera una herramienta para el ordenamiento territorial del municipio debido que permite conocer e identificar los diferentes usos del suelo con los cuales se puede proyectar el desarrollo y la expansión urbana del municipio.

En ese orden de ideas al ser los FRM eventos dinámicos, que constantemente se encuentran activos debido a factores como precipitaciones, intemperismos y la acción humana, es de gran importancia mantener actualizada cada una de las zonas propensas identificadas, apoyados en el avance de las herramientas tecnológicas en donde se pueden clasificar y actualizar a través de la creación de un mapa geo referenciado y con características intrínsecas de las zonas por medio de ArcGis® que permita consolidar esta información y adicionalmente observar en detalle los diferentes sitios que han sido intervenidos de una forma inadecuada por la comunidad. Esto ha generado que en algunas zonas se requiera atención inmediata por los entes de control, de igual forma se espera poder crear una herramienta que permita a esos entes priorizar los sitios para la elaboración de estudios de amenazas y vulnerabilidad.

Con la actualización del mapa de zonas propensas a FRM, las entidades encargadas de la prevención y atención de desastres del municipio contarán con una herramienta que permita optimizar la inversión de recursos de una manera adecuada en zonas indispensables. Por otro lado, se debe resaltar que al ser Norte de Santander un departamento con una topografía muy irregular, en donde constantemente se presentan FRM tanto en cascos urbanos como zonas rurales, así como en vías de comunicación interdepartamental y regional, se debe promulgar e implementar las actividades desarrolladas en el presente proyecto con ánimo de conocer el riesgo en cada una de las zonas identificadas, además de generar una base de datos para priorizar inversiones por parte de las entidades encargadas a nivel departamental y regional.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa.: Para la obtención de información de los sitios que han presentados deslizamientos se recurrirán al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), Defensa Civil, cuerpo de bomberos voluntarios del municipio de Ocaña y a los diferentes medios de comunicación de la ciudad. Para la verificación de la misma se realizará una inspección ocular en los sitios mencionados en las bases de datos de las entidades anteriormente mencionadas, aplicación de fichas para recopilación de información y procesamiento de información en el software ArcGis®.

1.5.2 Delimitación Conceptual.: Se tendrán en cuenta los siguientes conceptos: deslizamiento, amenaza, exposición, vulnerabilidad, gestión del riesgo, movimientos en masa, riesgo, susceptibilidad, ladera, derrumbe, desestabilización, pendiente, factores condicionantes y desencadenantes y georreferenciación mediante ArcGis®.

1.5.3 Delimitación Geográfica.: la ejecución del proyecto tendrá lugar en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander que se encuentra sobre la cordillera oriental y está ubicada 8° 14' 15" latitud norte y 73° 2' 26" longitud oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1202 m.

Específicamente este estudio tendrá en cuenta las zonas con ocurrencia de FRM en el perímetro urbano del municipio de Ocaña.

1.5.4 Delimitación Temporal.: La elaboración del trabajo de investigación está fijado para una duración de seis (6) meses una vez aprobado el anteproyecto por el comité curricular de plan de estudios de ingeniería civil; tiempo necesario para llevar acabo las actividades del cronograma.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes históricos

Los deslizamientos de tierra “son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año” (Brabb y Hrod, 1989)

En algunos casos de deslizamientos, se han realizado investigaciones históricas con el fin de encontrar los factores detonantes del fenómeno, de forma general mediante los medios de comunicación.

A mitad del siglo XX se iniciaron investigaciones de forma sistemática. En ese orden de ideas, se considera al Padre Jesús Emilio Ramírez como el creador de los estudios históricos sobre los desastres en Colombia.

Los científicos, sin considerar al Padre Ramírez, se interesaron realmente en el tema después de los lamentables sucesos ocurridos en los desastres de Popayán en 1983, Armero en 1985 y Villa Tina en 1987. (Camargo & Becerra, 2014)

En los estudios de amenaza de los últimos diez años, la contribución de los trabajos históricos ha sido importante. Los mayores logros se han alcanzado en el cálculo de la amenaza sísmica del suroccidente de Colombia (Popayán y Valle del Cauca), en la amenaza sísmica de

Medellín, Manizales y Santa Fé de Bogotá, y en la amenaza de los volcanes Galeras, Puracé y Nevado del Ruiz.

Es importante mencionar que luego del Fenómeno de la Niña en Norte de Santander en el 2011, se alcanzó la destrucción más grande registrada en esta zona del país en su historia.

En el municipio de Gramalote, departamento de Norte de Santander, fue destruido casi en su totalidad por un fenómeno de remoción en masa tipo rotacional complejo, El fenómeno sucedido en gramalote marca el punto de partida, donde inicia un proceso de planificación del territorio colombiano en la gestión del riesgo de desastres.

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres reportó que durante el año 2012 se presentaron 541 deslizamientos que afectaron 308 municipios en Colombia para “un total 50.078 personas resultaron afectadas durante los derrumbes que dejaron como saldo trágico 57 muertos, 73 heridos, más de 600 viviendas destruidas y 1.078 vías perjudicadas”. De manera más contemporánea lamentablemente se destacan tragedias como las ocurridas en Mocoa en el año 2017 donde se reportó 316 personas muertas de las cuales son 117 menores de edad, 332 personas heridas y 103 desaparecidas. Adicionalmente en el año 2019, 28 personas fallecieron en rosas cauca por un deslizamiento a causa de fuertes lluvias.

En general los fenómenos de remoción en masa son un constante año a año en Colombia, una situación que afecta a gran parte de la población, como resultado de consolidación según información de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), son 16.919

las personas censadas como damnificas al 10 de abril de 2019, esta cifra hace evidente la necesidad de desarrollar proyectos de este tipo, que propendan identificar los factores de riesgo y su mitigación.

2.2 Marco conceptual

A continuación, se definen los conceptos necesarios para el desarrollo del presente trabajo de grado y que son indispensables en la investigación.

2.2.1 Amenazas. La amenaza es una condición con el potencial de causar una consecuencia indeseable. Una descripción de amenaza a deslizamientos debe incluir las características de éstos, el volumen o áreas de los movimientos, las profundidades, las velocidades y su probabilidad de ocurrencia. La amenaza es la probabilidad de que ocurra un evento sísmico particular en un determinado tiempo. (Ley 1523, 24 de abril de 2012).

2.2.2 Vulnerabilidad. Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. (Ley 1523, 24 de abril de 2012).

2.2.3 Gestión del Riesgo. Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior

recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible. (Ley 1523, 24 de abril de 2012).

2.2.4 Mecanismos principales en los movimientos de ladera. Las clasificaciones de movimientos de ladera más aceptadas se basan en las características cinemáticas de los movimientos, es decir, en los mecanismos de propagación. Para determinar el mecanismo actuante es necesario realizar auscultaciones geomorfológicas, geométricas y al análisis de los desplazamientos en superficie y en profundidad. Muy pocas veces se dispone de toda esta información y la identificación del mecanismo se realiza casi exclusivamente a partir de la forma de la masa movida. Ésta, no siempre permitirá una adecuada diagnosis por cuanto que mecanismos distintos pueden generar formas parecidas. Todas las clasificaciones coinciden en la existencia de, al menos, cinco mecanismos principales que son: caídas, vuelcos, deslizamientos, expansiones laterales y flujos. (Corominas, 1998, p.3).

2.2.5 Desprendimientos o caídas. El desprendimiento se origina por el despegue de una masa de suelo o roca de una pared empinada o acantilado. El movimiento tiene lugar mediante caída libre y posterior rebote o rodadura. Es frecuente que, al impactar contra la superficie del terreno, la masa caída se rompa en multitud de fragmentos. El movimiento es muy rápido. La rotura suele producirse por deslizamiento o vuelco de pequeña envergadura, proporcionando a la masa despegada una velocidad inicial. (García & García, 1988, p.4).

2.2.6 Vuelcos. Es la rotación hacia delante y hacia el exterior de la ladera, de una masa de suelo o roca alrededor de un eje situado por debajo de su centro de gravedad. La fuerza desestabilizadora es la gravedad, así como el empuje ejercido por el terreno adyacente o los fluidos (agua o hielo) en las grietas. (Corominas, 1998, p.5)

2.2.7 Flujos de tierra. Son movimientos pausados de materiales flácidos. En general estos flujos arrastran parte de la vegetación. (Suarez, 1998)

2.2.8 Flujos de Lodo. Son generados por la debilitación del agua, se forman en el momento en que la tierra y la vegetación se convierten en un material homogéneo, alcanzando gran impulso cuando las lluvias son de gran intensidad de duración larga. (Suarez, 1998)

2.2.9 Reptación. Se considera como la deformación de una masa de suelo o roca creado por movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se puede cerciorar por la inclinación de los árboles y postes, el desalineado de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas. (Suarez, 1998)

2.2.10 Talud. Un “talud” o ladera es un cumulo de tierra que posee una pendiente o cambios de altura de magnitud considerable. (Suarez, 1998)

2.2.11 Pendiente. “es la medida de la inclinación de la superficie 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”. (Suarez, 1998)

2.2.12 Deslizamiento. Es un desplazamiento de ladera abajo de una masa de suelo o roca, que tiene lugar predominantemente sobre una o más superficies de rotura, o zonas relativamente delgadas con intensa deformación de cizalla. Elementos característicos de este tipo de movimiento son la presencia de superficies de rotura definidas y la preservación a grandes rasgos de la forma de la masa desplazada. (Corominas, 1998, p.7)

2.2.13 Deformaciones por concentración de esfuerzo y fatiga. “los materiales al estar sometidos a esfuerzos de compresión o cortante sufren deformaciones, las cuales aumentan con el tiempo en una especie de fatiga de los materiales de suelo o roca. Estas deformaciones se pueden evitar disminuyendo los esfuerzos sobre el suelo, construyendo estructuras de contención o refuerzo”. (Suarez, 1998)

2.2.14 Agrietamiento por tensión. “La mayoría de los suelos poseen muy baja resistencia a la tensión y la generación de esfuerzos relativamente pequeños, (especialmente arriba de la cabeza de los taludes y laderas), puede producir grietas de tensión, las cuales facilitan la infiltración de agua y debilitan la estructura de la masa de suelo permitiendo la formación de superficies de falla”. (Suarez, 1998)

2.2.15 SIG en movimiento en masa. La evaluación de la susceptibilidad de deslizamientos dentro de un SIG, integra factores condicionantes de la inestabilidad de laderas, basadas en jerarquías analíticas y sumas lineales ponderadas de pesos de factores y clases. (Gómez, Osorio & Salazar, 2016)

2.2.16 ArcGIS. Este software permite realizar todos los procesos del Sistema de Información Geográfica en un mismo espacio, desde la captura de datos, edición geométrica y análisis de variables hasta la producción cartográfica. Constituye una familia de productos de software para construir un SIG completo. Esta familia es producida y comercializada por la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute).

2.3 Marco teórico

2.3.1 Tipo de falla. Según De Matteis, 2003. Se considera que la superficie de falla se forma cuando en la zona de su futuro desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material; a consecuencia de ello sobreviene la ruptura del mismo, con la formación de una superficie de deslizamiento a lo largo de la cual se produce la falla. Estos fenómenos se los denomina “deslizamientos de tierras” y puede estudiarse dos tipos bien diferenciados Gutiérrez & Vélez, 2016).

2.3.1.1 Falla rotacional. El primer lugar se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud. Esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por facilidad y sin mayor error a una circunferencia, aunque pueden existir formas algo diferentes, en la que por lo general influye la secuencia geológica local, el perfil estratigráfico y la naturaleza de los materiales, estas fallas son llamadas de rotación (De Matteis, 2003)

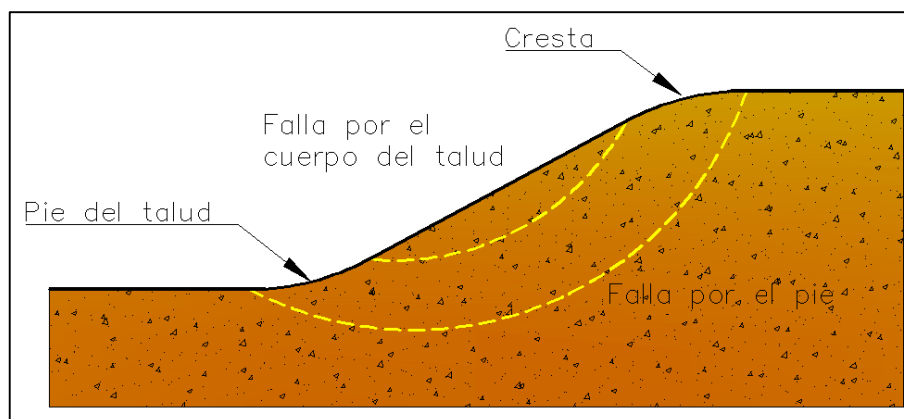


Figura 1 Falla rotacional. Gutiérrez y Vélez. (2016) Obtenido de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1228>

2.3.1.2 Falla traslacional. De Matteis (2003) nos dice que estas fallas por lo general consisten en movimientos traslacionales importantes del cuerpo del talud sobre superficies de falla básicamente planas, asociadas a la presencia de estratos poco resistentes localizados a poca profundidad del talud. La superficie de falla se desarrolla en forma paralela al estrato débil y se remata en sus extremos con superficies curvas que llegan al exterior formando agrietamientos. (Gutiérrez & Vélez. 2016)

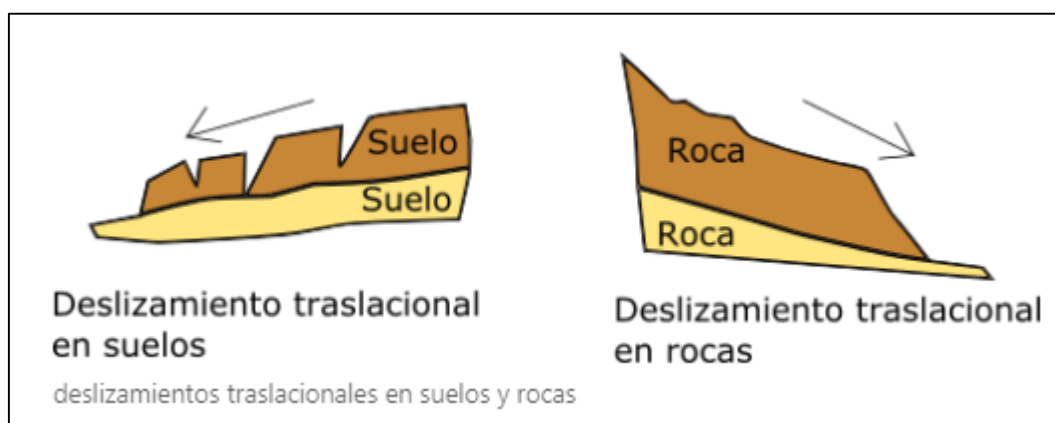


Figura 2 Falla Traslacional. Yandry M. (2018) Deslizamientos, tipos de deslizamientos y movimientos en masa [Figura] Obtenido de: https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/deslizamientos/tipos-de-deslizamientos/#Deslizamientos_traslacionales

2.3.2 Monitoreo de los fenómenos de remoción en masa. De acuerdo a la Comisión Colombiana del Espacio, no se ha podido realizar un seguimiento sistemático de estos eventos por su magnitud y extensión. Sin embargo, las corporaciones, alcaldías, gobernaciones entre otros realizan estudios frecuentes por medio de contratos con empresas privadas, universidades y centros de investigación, en base a diversos métodos realizan un diagnóstico del evento para zonas de gran impacto y de ocurrencia.

Por otro lado gracias a los sensores remotos se han desarrollado procesos para cartografiar estos fenómenos y así mitigar gran cantidad de estos eventos, a partir de la llegada de los primeros sensores remotos al mercado, se inició una revolución en el estudio de los fenómenos de remoción en masa, con esta herramienta es posible realizar seguimientos de estos eventos de forma constante y así caracterizar elementos en el paisaje que con la fotografía aérea tradicional no se podían identificar con claridad.

2.4 Marco legal

2.4.1 Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 Reglamento NSR-10. Por medio del decreto 926 del 19 de marzo de 2010, el gobierno nacional expidió el reglamento nsr-10, cuyo contenido se describe más adelante. Este decreto se expidió con base en la potestad reglamentaria que da la ley 400 de 1997 y deroga los decretos 33 de 1998, 34 de 1999, 2809 de 2000 y 52 de 2002.

2.4.2 Ley 1523 del 24 de abril del 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 Desastres y se dictan otras disposiciones.

2.4.3 Artículo 3 decreto 4147 de 2011. En el cual se establece la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, donde se crea su objeto y estructura.

2.4.4 Decreto 173 del 23 de julio de 2012. En Adopta el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres para implementarse en el municipio de Ocaña para trabajar sobre la Gestión del Riesgo y Desastre.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación

El método de investigación que se utilizará en este proyecto será de tipo descriptivo cuantitativo, teniendo en cuenta que la recolección de datos se realizará a través de herramientas como fichas para la caracterización de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa, planos, mapas y fotografías, con las cuales se medirán variables, a partir de las cuales se describirán y expondrán de manera cuantitativa en tablas de resultados dados en porcentajes y gráficos en las zonas más susceptible fenómenos de remoción en masa, con el fin de realizar análisis de la información y establecer conclusiones, generalizadas y significativas, que contribuyan a la prevención de desastres por movimientos de tierra en el municipio de Ocaña.

3.2 Población

La población que hará parte de nuestra investigación será la comunidad que habitan en las zonas de ladera en el área urbana del municipio de Ocaña, Norte de Santander

3.3 Muestra

La muestra será el número de viviendas que se encuentran propensas o que han sido afectadas por FRM en cada uno de los barrios ubicados en zonas de ladera del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

3.4 Recolección de la información

La recolección de la información se realizará mediante las siguientes técnicas:

- Búsqueda de información histórica
- Visitas.
- Fichas para la caracterización de elementos vulnerables.
- Registro fotográfico.
- Sistema de posicionamiento global, (GPS) para geo-referenciación.

3.5 Metodología

Se pretende realizar una investigación, que permita actualizar el mapa de zonas con ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, consolidando de manera estadística los sitios del perímetro urbano del Municipio de Ocaña N.S.

Para el desarrollo de los objetivos planteados en este trabajo se llevaron a cabo diferentes etapas que son conceptualizadas a continuación:

Etapa 1: Investigación de fuentes. En esta etapa se realizará la búsqueda de información histórica de las zonas con ocurrencias de fenómenos de remoción en masa, en los diferentes organismos de prevención de desastres y de atención de emergencias de la ciudad de Ocaña.

Etapa 2: Trabajo de campo. En el trabajo de campo se realizarán visitas a los sitios que históricamente han presentado afectaciones asociadas a FRM, con el objetivo de identificar el

estado en el que se encuentran, con ánimo de diligenciar la ficha técnica donde se describirá el tipo de deslizamiento que presenta, datos básicos de la vivienda, coordenadas para su geo referenciación, obras de estabilización y el registro fotográfico de los mismos. De esta manera también se podrá corroborar los datos existentes y actualizarlos.

Etapa 3: Digitalización. Toda la información recolectada por los diferentes mecanismos se procesará de manera digital, para optimizar el manejo de los datos recolectados y generar el análisis de las diferentes zonas susceptibles a problemas de FRM.

Etapa 4: Análisis de resultados Una vez digitalizada y geo referenciada la información se procederá a cruzar la información, acoplándola y organizándola en bases de datos que posteriormente será procesada en el software. Se determinarán las zonas potencialmente inestables para prevenir el riesgo de movimientos en masa, en el área urbana de la ciudad de Ocaña y así, con ánimo de determinar las zonas con ocurrencias de este fenómeno. En esta etapa se pretende realizar el trabajo de oficina, análisis estadísticos de los datos y la redacción del informe final.

Etapa 5: Actividades de sensibilización. Para culminar, una vez se realicen los análisis de los datos recolectados, se procederá a realizar visitas técnicas en donde se desarrollarán charlas de sensibilización, apoyadas con plegables sobre la importancia de conocer los fenómenos dinámicos que ocurren en los taludes y laderas, la importancia de no generar fenómenos antrópicos y el constante monitoreo ante agentes desestabilizadores como lluvias, erosiones y sismos.

Capítulo 4. Desarrollo del proyecto

Para Elaborar la actualización del mapa de las zonas con FRM mediante el software ArcGis® en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, se desarrolló los diferentes objetivos específicos de acuerdo al diseño metodológico propuesto, que a medida de su elaboración y cumplimiento permitieron culminar el trabajo de grado, los cuales se presentan a continuación.

4.1 Recopilar, evaluar y validar información existente de las zonas que han presentado fenómenos de remoción en masa activos, en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander

4.1.1 Recopilación de información histórica de la zona con ocurrencia de FRM

Para recopilar la información histórica de los sitios con ocurrencias a FRM, se realizó una recopilación de información de diferentes fuentes como trabajos de grado, bitácoras y registros en las diferentes instituciones de atención del riesgo, a partir de dicha información se realizó como se muestra en la Tabla 1, una clasificación por zonas de los diferentes barrios expuestos a fenómenos de remoción en masa.

Tabla 1

Comparación entre métodos tradicionales y la metodología BIM

ZONA NORTE	ZONA OCCIDENTAL	ZONA CENTRO	ZONA ORIENTAL	ZONA SUR
Altos del Norte	Juan XXIII	Betania	9 de Octubre	12 de Octubre
Asovigiron	San Fermín	Bruselas	Belén	3 de Abril
Colinas de la Esperanza	La Santa Cruz	Hacaritama	Camino Real	El Bambo
Colinas de la Provincia	La Torcoroma	Las Cajas	Cañaveral	El Bosque
El Líbano	Landia	Santa Ana	Comuneros	Gustavo Alayón

ZONA NORTE	ZONA OCCIDENTAL	ZONA CENTRO	ZONA ORIENTAL	ZONA SUR
José Antonio Galán	Las Delicias		Cristo Rey	La Esperanza
La Perla II	Marabelito		Cuesta Blanca	La Palmita
Los Sauces	Nueva España		El Carmen	Las Mercedes
			Fundadores	Los Almendros
			La Colina	Olaya Herrera
			La Paz	EL Carbón
			Libardo Alonso	
			Nuevo Horizonte	
			Promesa de Dios	
			Santa Lucía	
			Sesquicentenario	
			Simón Bolívar	
			Tacaloa	
			Travesías	

En ese orden de ideas, la información de interés con FRM se recopiló de la siguiente manera.

4.1.1.1 Información de estudios previos Para la obtención de esta información se

Procedió con un análisis detallado de las investigaciones realizadas por los ingenieros Contreras y Bermon (2015), así como Camargo y Becerra (2016) en donde se identificó los sitios que presentan FRM, segregando el tipo de deslizamientos activos y propensos, en las diferentes zonas del área urbana de Ocaña, las cuales se muestran en la Figura 3 y la Figura 4.

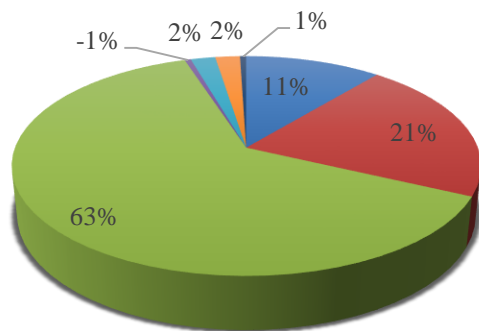


- NUMERO DE VIVIENDAS
- NUMERO DE VIVIENDAS AFECTADAS



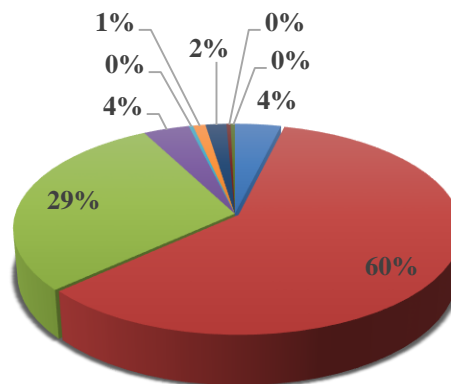
- DESLIZAMIENTOS ACTIVOS
- DESLIZAMIENTOS INACTIVOS

Tipos de Deslizamientos Activos



- TRASLACIONAL
- TRASLACIONAL - CAÍDOS
- CAÍDOS
- TRASLACIONAL - ROTACIONAL
- ROTACIONAL
- FLUJO-CAÍDOS
- FLUJO

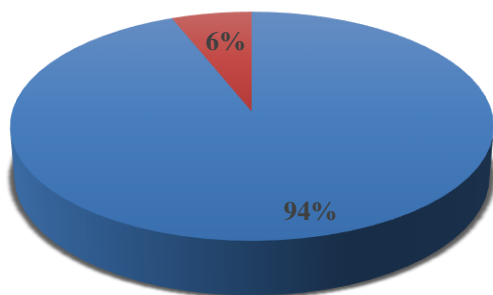
Tipo Deslizamientos Propensos



- TRASLACIONAL
- TRASLACIONAL - CAÍDOS
- CAÍDOS
- TRASLACIONAL - ROTACIONAL
- TRASLACIONAL-FLUJO - CAÍDOS
- ROTACIONAL
- FLUJO-CAÍDOS
- FLUJO
- TRASLACIONAL-FLUJO

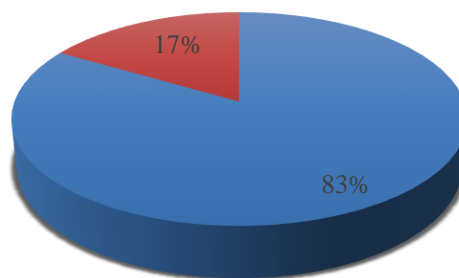
Figura 3 Resumen zona Nor-Oriental y Nor-Occidental Ocaña, Norte de Santander. (Contreras y Bermon. 2015). Obtenido de: <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/737>

Relación De Sitios



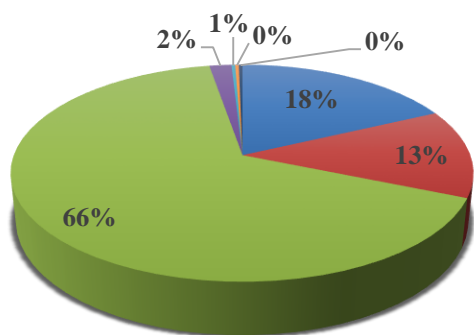
- NUMERO DE VIVIENDAS
- NUMERO DE VIVIENDAS AFECTADAS

Deslizamientos Activos



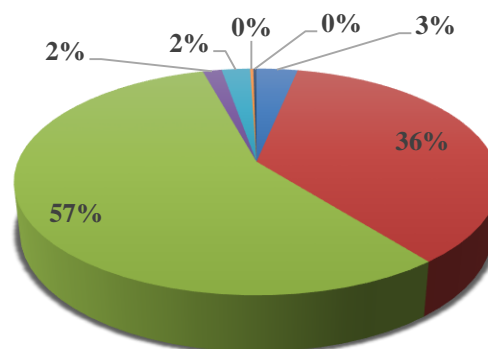
- DESLIZAMIENTOS ACTIVOS
- DESLIZAMIENTOS INACTIVOS

Tipos De Deslizamientos Activos



- TRASLACIONAL
- TRASLACIONAL - CAÍDOS
- CAÍDOS
- FLUJO-TRASLACIONAL
- ROTACIONAL-CAÍDOS
- ROTACIONAL
- FLUJO-CAÍDOS

Tipos De Deslizamientos Propensos



- TRASLACIONAL
- TRASLACIONAL - CAÍDOS
- CAÍDOS
- FLUJO-TRASLACIONAL
- TRASLACIONAL-ROTACIONAL
- FLUJO-CAÍDOS
- ROTACIONAL-CAÍDOS

Figura 4 Resumen Zona Sur-Oriental y Sur-Occidental Ocaña, Norte de Santander. Camargo y Becerra. (2016) Obtenido de http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/1234_56789/1088

4.1.1.2 Información histórica de entidades encargadas de la gestión de riesgo Para el desarrollo de esta actividad, se recurrió a los diferentes organismos de prevención de desastres y de atención de emergencias de la ciudad de Ocaña, como lo son el cuerpo de bomberos voluntarios y el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD), para indagar los sitios que habían sido reportados en el período entre (octubre de 2015- Octubre de 2019) información que se organizó y tabuló como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

Comparación entre métodos tradicionales y la metodología BIM

Día	Mes	Año	Hora	Barrio	Dirección	Evento	Nota
La colina							
10	Enero	2019		La Colina	Calle 18 a No 22 - 85	Deslizamiento de talud	Afectación de una vivienda que se encontraba a nivel más bajo
Sesquicentenario							
1	Abril	2019		Sesquicentenario	Calle 12 No 27 a-02	Deslizamiento de talud	Afectación a la vivienda
Cañaverál							
19	Mayo	2019	21:35	Cañaverál		Deslizamiento de talud	Afectación estructural de dos viviendas de la parte baja y alta de la misma
22	Mayo	2019		Cañaverál		Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda, lo cual afecto parte de la vivienda vecina.
Colinas de la provincia							
15	Mayo	2018		Colinas de la provincia		Deslizamiento de talud	Afectación a la vivienda
30	Mayo	2018	15:43	Frente a alfa transportes	KDX 707-275	Deslizamiento de talud	Cubre en totalidad un taller de motos y afectación a un restaurante de la zona
23	Noviembre	2018	09:18	Colinas de la provincia		Deslizamiento de talud	En el desprendimiento de talud, queda atrapado un señor totalmente
Las mercedes							
22	Mayo	2018		Las mercedes	Calle 7 No 12 - 40	Deslizamiento de talud y desplome de material de relleno	Afectación de vivienda y colapso de la vía
25	Mayo	2019	15:40	Las mercedes parte baja		Socavación en una vivienda	Afectación en una vivienda con socavación aproximadamente 5 metros de ancho y 7 metros de profundidad
Libardo Alonso							
7	Mayo	2018		Libardo Alonso	KDX 407 - 440	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
5	Septiembre	2018	19:23	Libardo Alonso		Colapso de muro de contención hecho en llantas debido a las fuertes lluvias	Evacuación de vivienda
José Antonio Galán							
12	Junio	2017		Galán	Manzana 6 b t 52 - 19	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda propia y viviendas colindantes
6	Junio	2018	11:46	José Antonio galán	Transversal 50 no 13c 21	Deslizamiento de talud	Afectación estructural de la vivienda

Día	Mes	Año	Hora	Barrio	Dirección	Evento	Nota
15	Junio	2018		Galán	Trasversal 50 No 3 c 21	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda
16	Mayo	2019		Galán	KDX 254 - 100	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda y riesgo para dos adultos mayores quienes la habitan
Nuevo horizonte							
3	Mayo	2018		Nuevo horizonte	KDX 457 - 280	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda en especial la fachada
11	Noviembre	2018	13:30	Nuevo horizonte	KDX 457-280	Deslizamiento de talud	Afectación patio de una vivienda
5	Marzo	2019		Nuevo horizonte	KDX 882 - 200	Debilitación de vivienda producto de que se están realizando movimientos de tierra de forma antrópica	Afectación de la vivienda propia y colindante en la que se realiza dicho movimiento
1	Abril	2019		Nuevo horizonte	KDX 881 -160	Deslizamiento de talud	Afectación a la vivienda
Fundadores							
20	Agosto	2017	21:07	Fundadores		Deslizamiento de talud	Afectación de una vivienda por remoción de tierra en lote aledaño
8	Noviembre	2017	11:40	Fundadores		Deslizamiento de talud	A raíz de la remoción se ha debilitado la montaña y ha generado afectaciones en las viviendas posteriores
10	Mayo	2018		Fundadores		Movimiento de tierra ejecutado de manera incorrecta generando desprendimiento de talud	Daños en las viviendas colindantes
21	Enero	2019		Fundadores	KDX 285 - 340	Deslizamiento de talud	Afectación del costado posterior de la vivienda y pérdida material de espacio como: 1 habitación, 1 baño y la sala
Colinas de la esperanza							
17	Abril	2017		Colinas de la esperanza	KDX 988 - 255	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
17	Mayo	2018		Colinas de la esperanza	KDX 485 - 280 y KDX 935 - 180	Deslizamiento de talud	Afectación de las viviendas, en especial los cuartos ubicados en la parte posterior
4	Abril	2019		Colinas de la esperanza	KDX 988 - 280	Deslizamiento de talud	Afectación a la vivienda
11	Octubre	2019		Colinas de la esperanza		Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda dejando sepultada a la dueña de la vivienda y causando su muerte
Villa paraíso							
23	Mayo	2017		Villa paraíso	KDX 412 - 184	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
25	Mayo	2017		Villa paraíso	Cra 44 No 8 b 57	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda

Día	Mes	Año	Hora	Barrio	Dirección	Evento	Nota
Santa cruz							
19	Mayo	2017		Santa cruz	KDX 287 - 890	Deslizamiento de talud	Afectación de la infraestructura de la vivienda
23	Mayo	2017		Santa cruz	KDX 287 - 740	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda en la parte posterior
23	Mayo	2017		Santa cruz	KDX 287 - 760	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda, especialmente en una de sus paredes y rompimiento de tuberías de acueducto
7	Mayo	2018		Santa cruz	KDX 112 - 555	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda, y enseres de la misma en la que habitan también niños
28	Noviembre	2018	17:34	Santa cruz, parte alta		Deslizamiento de talud	En la vivienda habita una mujer embarazada, pérdida total de la vivienda
11	Febrero	2019		Santa cruz	Cra 6 No 9 - 21	Afectación a Muro en gaviones	Afectación de las viviendas que se colindan con el muro.
Simón Bolívar							
15	Mayo	2017		Simón Bolívar	KDX 290 - 220	Deslizamiento de talud	Afectación en la infraestructura de la vivienda
31	Mayo	2017		Simón Bolívar	KDX 259 - 300	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda y peligro inminente para sus habitantes
10	Septiembre	2017	18:47	Simón Bolívar		Deslizamiento de talud	Afectación de una vivienda parcialmente con posible caída de la casa y frente de la misma
2	Mayo	2018		Simón Bolívar	KDX 305 - 200	Deslizamiento de talud	Afectación de la fachada de la vivienda y de viviendas colindantes
2	Mayo	2018		Simón Bolívar	Cra 27 No 9 - 34	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
2	Mayo	2018		Simón Bolívar	KDX 295 - 260	Deslizamiento de talud	Afectación de la infraestructura de la vivienda
8	Mayo	2018		Simón Bolívar	Cra 28 No 11 - 52	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
11	Noviembre	2018	01:15	Simón Bolívar	KDX 285-340	Deslizamiento de talud	Quedan sepultados dos menores de edad y su madre, sin signos vitales (madre y un hijo).
Cristo rey							
15	Mayo	2017		Cristo rey	KDX 071 - 800	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
12	Abril	2018		Cristo rey	KDX 079 - 480	Desplome de muro de contención	Afectación de varias vivienda, como también rompimiento de tuberías de aguas negras, agua potable y tubería de conducción de gas natural
4	Mayo	2018		Cristo rey	KDX 344 - 980	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda y evacuación de sus habitantes

Día	Mes	Año	Hora	Barrio	Dirección	Evento	Nota
5	Mayo	2018		Cristo rey	Calle 17 No 14 e 16	Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda
25	Junio	2018		Cristo rey	Cra 15 No 14 - 71	Deslizamiento de talud	Afectación del viacrucis 1 y 3 del camino peatonal
11	Noviembre	2018	14:00	Cristo rey		Deslizamiento de talud	La humedad del terreno hace que colapse el muro y afecta la pared de una vivienda
11	Febrero	2019		Cristo rey	KDX 344 - 200	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda
4	Mayo	2019		Cristo rey	KDX 344 - 980	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda y evacuación de sus habitantes
El Carmen							
7	Septiembre	2016	10:34	El Carmen		Desplome de muro de contención	Afectación de entrada a una vivienda
7	Septiembre	2016	10:34	El Carmen		Desplome de muro de contención	Afectación de entrada a una vivienda
7	Mayo	2018		El Carmen	Cra 28 c No 9 - 62	Desplome de muro de contención e inundación	Afectación de varias viviendas
8	Mayo	2018		El Carmen	KDX 360 - 140	Deslizamiento de tierra y lluvias torrenciales	Afectación de vivienda propia y vecina
15	Mayo	2018		El Carmen	Calle 8 a No 28 - 04	Deslizamiento de talud	Afectación de la vivienda y peligro inminente para sus habitantes
6	Marzo	2019		El Carmen	KDX 101 - 400	Deslizamiento de talud	Afectación en la vivienda y posible riesgo de sus habitantes
1	Abril	2019		El Carmen	KDX 103 - 150	Deslizamiento de talud	Afectación a la vivienda
Hospital							
8	Abril	2016	19:16	H.E.Q.C.		Desplome de muro de contención	Debido a las fuertes lluvias se produce una saturación del terreno lo que hace un empuje del muro de contención
Los seguros							
5	Agosto	2017	08:50	Los seguros		Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda
Camilo torres							
11	Noviembre	2018	13:30	Camilo torres, parte alta		Deslizamiento de talud	Afectación de vivienda
El retiro							
11	Noviembre	2018	02:00	El retiro	KDX 189-320	Deslizamiento de talud	Genera datos estructurales a una vivienda
Comuneros							
11	Noviembre	2018	12:57	Comuneros Betania		Deslizamiento de talud	Afectación estructural de viviendas aledañas

4.1.2 Evaluación y validación de información. Para realizar la evaluación y validación de la información se llevó a cabo visitas a los diferentes sitios identificados en los numerales 4.1.1.1 y 4.1.1.2, inicialmente se realizó un análisis del mapa histórico de “Sitios propensos a sufrir fenómenos de remoción en masa (FRM), en el perímetro urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander” desarrollado por el Grupo de Investigación GIGMA (2016), a partir de dicho análisis se logró identificar que muchos de los puntos incluidos en dicho mapa no coincidían con la ubicación real de acuerdo a lo evidenciado en las visitas realizadas. Por lo cual fue necesario realizar una serie de vuelos con un DRON PHANTOM 3 ADVANCE, para la obtención de ortofotos de los diferentes barrios y así poder georreferenciar en forma precisa los diferentes puntos históricos.

La comprobación de los diferentes puntos en cada una de las zonas de estudio se muestran a continuación, se optó por condensar los resultados en las siguientes tablas para facilitar su análisis, no obstante, en el Apéndice A1 se muestran en extenso los datos obtenidos.

Inicialmente es necesario realizar una descripción de las características de los puntos tanto activos como inactivos, teniendo que: un estado Activo comprende un movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente. Por el contrario, un estado inactivo, hace referencia a un estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional.

Para la zona Norte de Ocaña, es notorio el incremento de los sitios activos que presentan FRM, debido a que las condiciones que presentaban al año 2015 cambiaron y generaron que sitios que estaban propensos a estos fenómenos se activarán y así aumentarán las condiciones críticas de la zona. Como se indica en la figura 5, en total la zona norte cuenta con 81 sitios activos hasta 2015, y 30 sitios inactivos en este mismo periodo, Adicionalmente en la Figura 6 se pueden evidenciar que entre 2015 y 2019 se presentaron 80 Punto activos y 31 puntos inactivos.

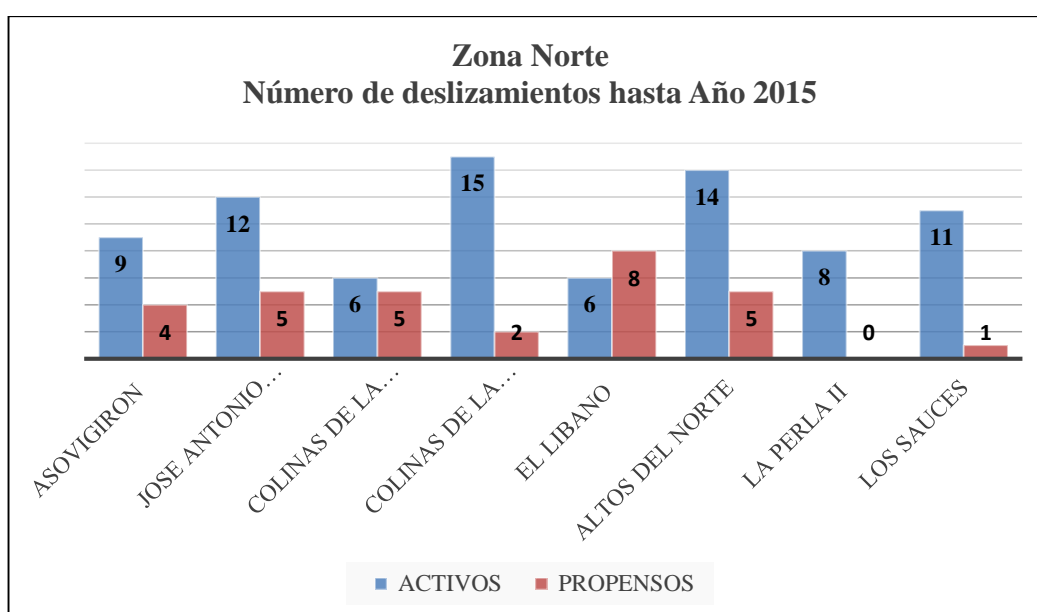


Figura 5 Número de deslizamiento zona norte hasta año 2015. Autores del proyecto, 2020.

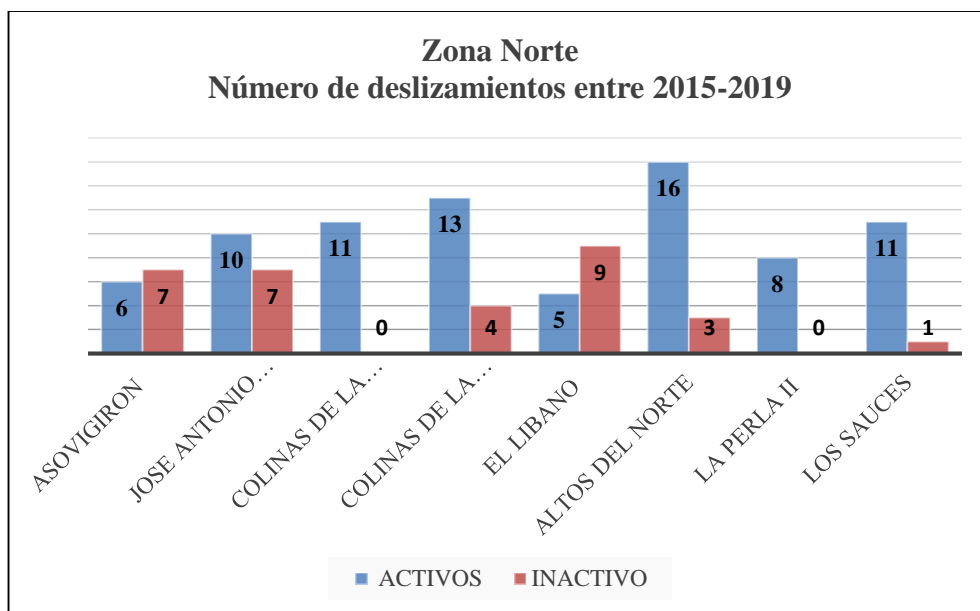


Figura 6 Número de deslizamiento zona norte entre 2015-2019. Autores del proyecto, 2020.

En esta zona, son 174 los sitios, ver figura 7 en estado Activo aumentando un solo punto en relación al año 2015, de igual forma disminuyó el número de sitios Inactivos presentando como novedad la demolición de algunas viviendas en el barrio Travesías, el difícil acceso a la verificación de información en el barrio Simón Bolívar debido a la problemática social que se presenta en dicha zona, así mismo el cambio de ubicación para los puntos que se encontraban en el barrio san Antonio y que su posición real correspondían a Santa lucía y la eliminación de los sitios que no fueron encontrados o que no presentan ninguna actividad de riesgo, de esta manera se estableció que en periodo de tiempo entre 2015 a 2019 quedaron reportados 174 Activos y de igual forma 25 sitios en estado inactivo, como se evidencia en la figura 8.

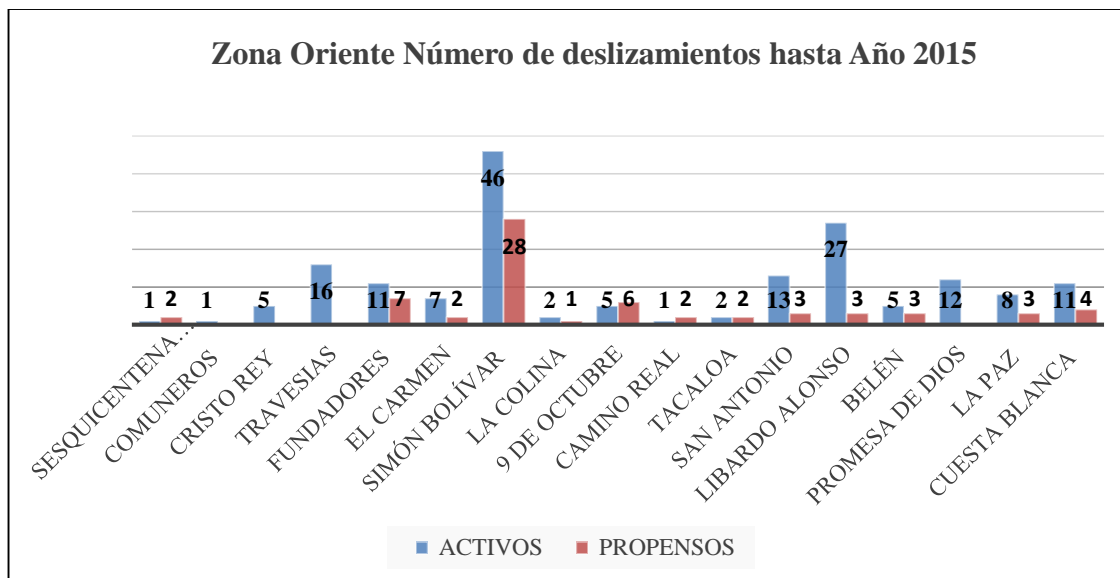


Figura 7 Número de deslizamiento zona oriente hasta año 2015. Autores del proyecto, 2020

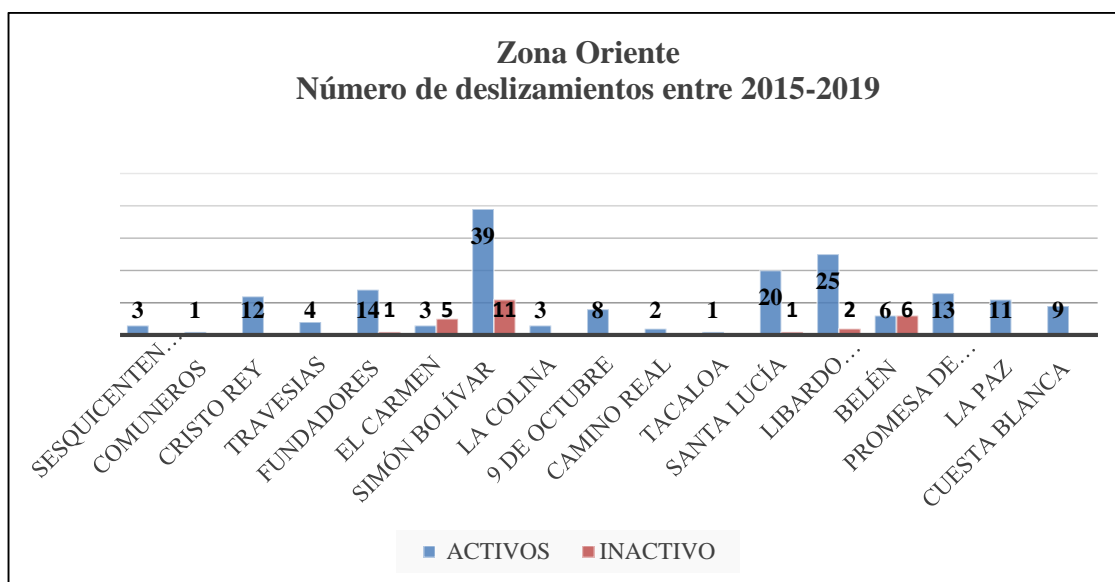


Figura 8 Número de deslizamiento zona oriente entre 2015-2019. Autores del proyecto, 2020

Como se evidencia en la figura 9 en la zona occidental de Ocaña el número de eventos en estado activo disminuyeron de 116 a 93 puntos, y de los 29 puntos en estado propenso que se encontraban en el año 2015 no se encontraron sitios inactivos para el periodo de tiempo objeto de

la actualización ver figura 10; los barrios Camilo Torres y Las Delicias fueron sitios que se eliminaron del mapa debido a que no se evidenció situación de riesgo a FRM.

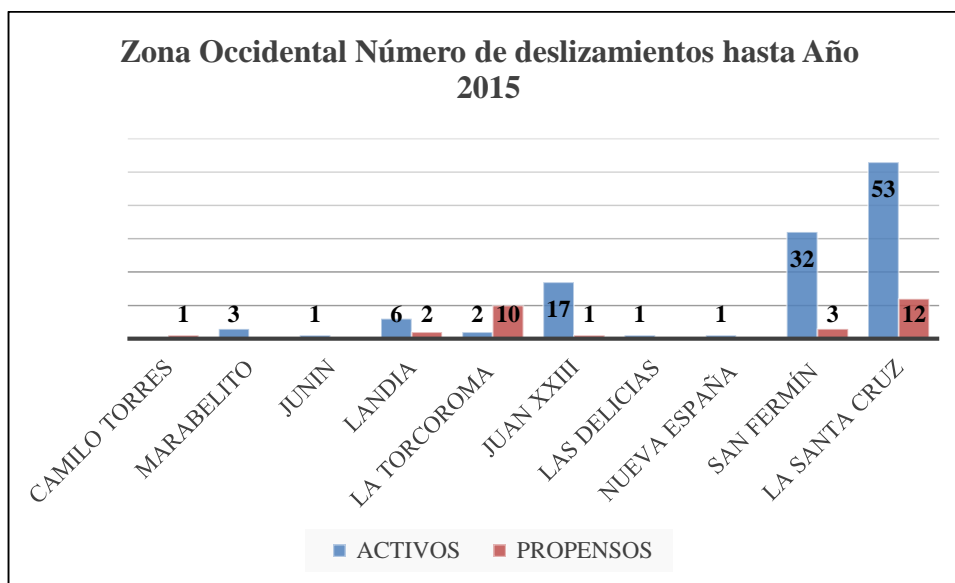


Figura 9 Número de deslizamiento zona occidente hasta año 2015. Autores del proyecto, 2020

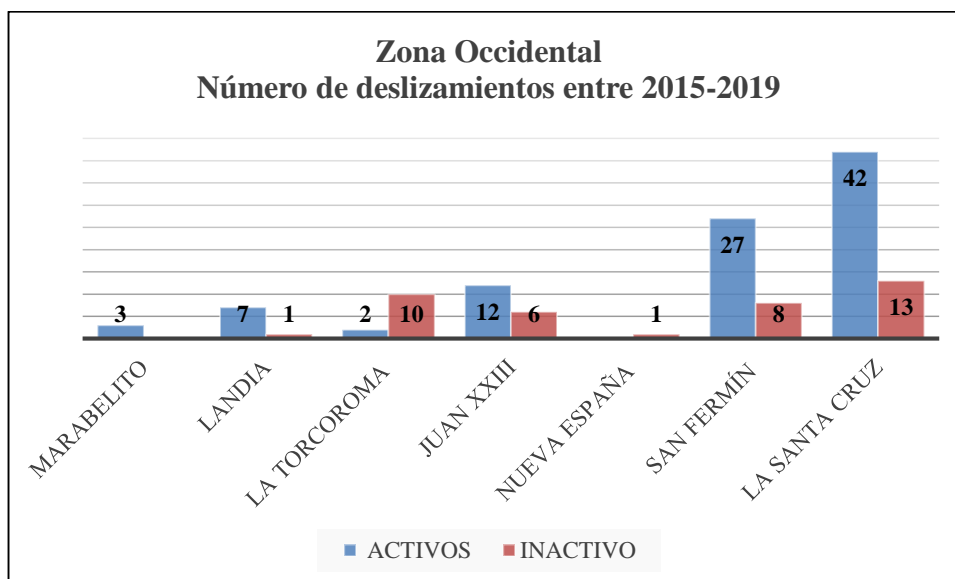


Figura 10 Número de deslizamiento zona occidente entre 2015-2019. Autores del proyecto, 2020

En la zona centro del municipio de Ocaña, de los 5 barrios que históricamente han presentado FRM y que representaban 13 puntos Activos ver figura 11, son 3 los que a la fecha de este estudio presentaron novedad, permitiendo establecer 6 sitios en estado activo y 5 inactivos en toda la zona, No encontrando los puntos identificados en los barrios Las Cajas y Bruselas razón por la cual se eliminan del mapa ver figura 12.

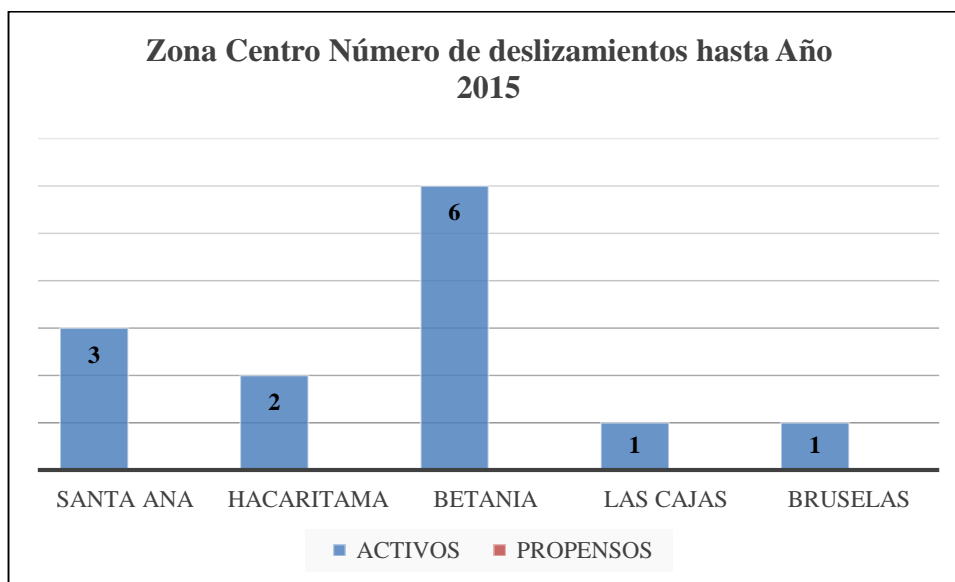


Figura 11 Número de deslizamiento zona centro hasta año 2015. Autores del proyecto, 2020

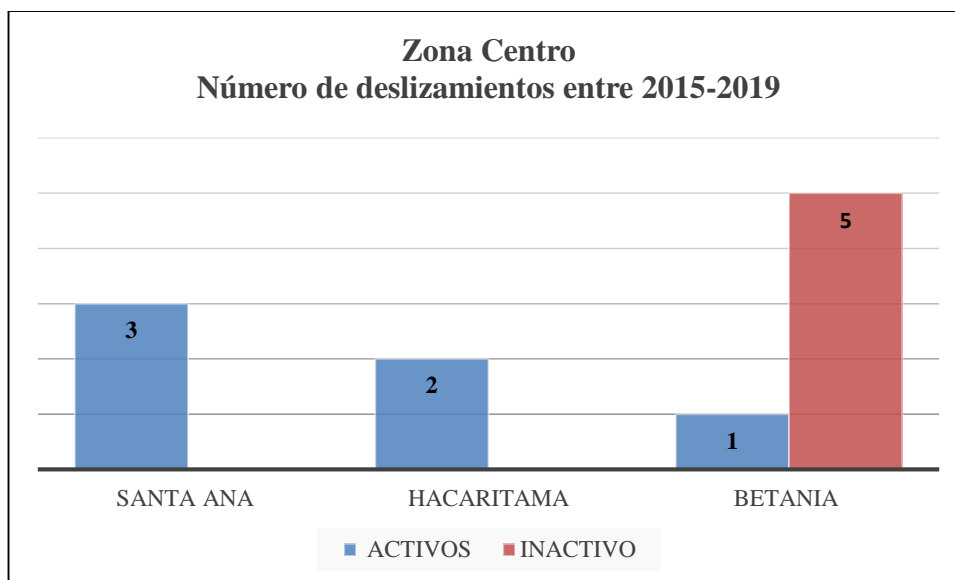


Figura 12 Número de deslizamiento zona centro entre 2015-2019. Autores del proyecto, 2020

Para la zona Sur, en la actualización se logró evidenciar la disminución de los sitios Activo que se encontraban reportados hasta el año 2015, así como el estado Inactivo de los puntos que históricamente presentaban FRM ver figura 13, no encontrándose en los distintos barrios puntos identificados años anteriores, así mismo se identificó la construcción de obras de contención en algunos sitios de la zona, quedando identificados como se evidencia en la figura 14.

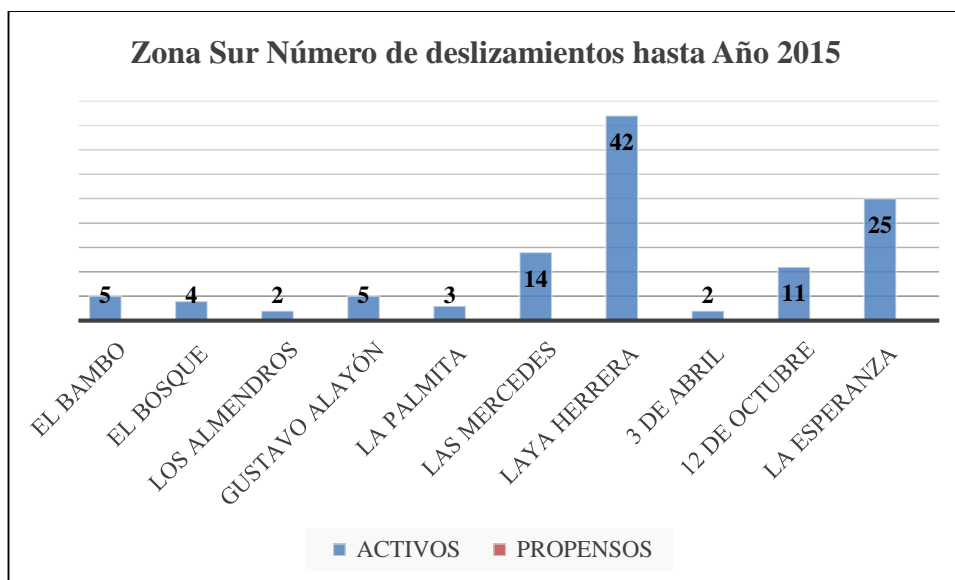


Figura 13 Número de deslizamiento zona sur hasta año 2015. Autores del proyecto, 2020

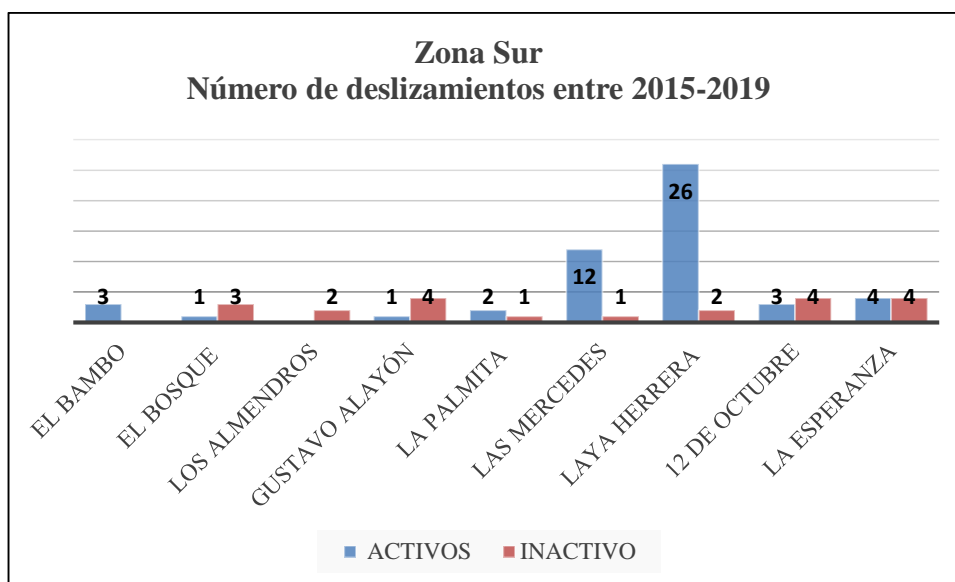


Figura 14 Número de deslizamiento zona sur entre 2015-2019. Autores del proyecto, 2020

Debido a la extensión de los datos, la actualización de la geo-referencia de los sitios con problemas o afectaciones a FRM, se presentan en el **APENDICE A**

4.2 Caracterizar los mecanismos de falla en las zonas con FRM activos e indentificar los elementos vulnerables

Con el apoyo del observatorio regional del sector de la construcción, adscrito al Grupo de Investigación en Construcción Geotecnia y Medio Ambiente (GIGMA), se desarrolló la “Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa” y la “Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos”, que permitió la toma de datos en los diferentes sitios de análisis.

4.2.1 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. La ficha de caracterización se encuentra estructurada de la siguiente manera:

4.2.1.1 Identificación, coordenadas, tipo de movimiento y observaciones. En esta primera sección, se identificó los datos básicos del sitio en estudio, así como las coordenadas que se tomó en campo para la respectiva geo referenciación; en esta ficha se puede identificar el tipo de movimiento que ocurre en el talud, considerando la situación del evento como actual o probable y en tal caso se hace observaciones de la problemática presentada. Ver Figura 15

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
IDENTIFICACIÓN					
BARRIO		FECHA		DIRECCION	
SIMON BOLIVAR		28/06/2019		KDX 287 - 480	
COORDENADAS					
NORTE	1404057,337	ESTE	1079935,827	ELEVACION	
LATITUD	8°14'57,27"	LONGITUD	73°21'7,2"	1213,33	
TIPO DE MOVIMIENTO (ACTUAL "A", PROBABLE "P")					
CAIDA DE SUELO O ROCA	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		FLUJOS	
A,P		A,P		P	
OBSERVACIONES					
<p>En la parte lateral derecha de la vivienda se encuentra un talud a una distancia de 50 cm de la misma, con una altura aproximada de 18 metros. El talud esta conformado por material de la formacion algodonol, en la corona se encuentran ubicadas dos viviendas, las cuales generan sobre cargas y una de ellas vierte directamente sus aguas lluvias y sanitarias causando erocion del material, así mismo se observa la presencia de cobertura vegetal que junto con las precipitaciones, aumentan los niveles de saturación y por ende disminuyen la resistencia al corte, quepodrian generar fenomenos de remocion en masa en forma de deslizamiento trastacional, como lo ocurrido el 10 de octubre del año 2018, causando daños en las paredes y techo de una habitacion, dejando como victimas dos personas.</p>					

Figura 15 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (a) (GIGMA, 2019)

4.2.1.2 Obras de estabilización. En este apartado se encuentra consignadas las obras de estabilización que pueden tener las viviendas como medida de mitigación al riesgo que presentan como son: Elementos de drenaje, estructuras de contención, la protección superficial entre otros.

Ver Figura 16

OBRAS DE ESTABILIZACION: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			
ELEMENTOS DE DRENAJE	MUROS DE CONTENCION	PROTECCION SUPERFICIAL	OTROS
OBSERVACIONES			

Figura 16 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (b) (GIGMA, 2019)

4.2.1.3 Registro fotográfico. Finalmente, como parte de la información recolectada mediante las encuestas realizadas, se llevó un registro fotográfico de las diferentes viviendas visitadas como se aprecia en la figura 17, dichas fotografías permitieron ilustrar la problemática presentada en cada vivienda.



Figura 17 Ficha de caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos. (c) (GIGMA, 2019)

4.2.2 Caracterización de taludes con fenómenos de remoción o propensos a ellos, con sus respectivos a resúmenes estadístico por barrio. La ciudad de Ocaña, se encuentra en el departamento de Norte de Santander, sobre la cordillera oriental y está situada a $8^{\circ} 14' 15''$ Latitud Norte y $73^{\circ} 2' 26''$ Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m.

La caracterización que generó los resúmenes estadísticos en el municipio de Ocaña norte de Santander, inicia a partir de la segregación de los diferentes barrios con fenómenos de remoción en masa o propensos a ellos. La delimitación urbana se muestra en la Figura 18

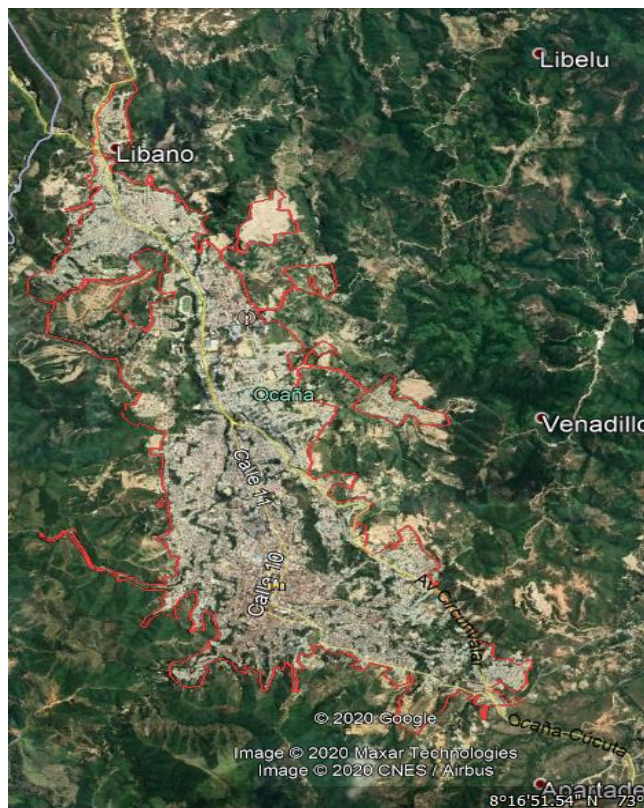


Figura 18 Delimitación urbana del municipio de Ocaña. Google Earth, (2019) obtenido de: https://earthmapsco.com/co/?k=google%20world&gclid=EAIaIQobChMIq637kOWY5wIVDYiGCh1NigznEAAAYASAAEgLatfD_BwE

Nota: el achurado está definido por el perímetro urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander, tomado de PBOT (Plan básico de ordenamiento territorial).

De acuerdo a la distribución urbana y geográfica del municipio, se delimitó en 5 zonas (Norte, Oriente, Occidente, Centro y Sur,) en donde se identificaron y actualizaron 46 barrios con FRM o propensos a ellos, en concordancia con la ficha de caracterización descrita en el numeral 4.2.1, posteriormente se realizaron fotografías aéreas con el uso de Drone, finalmente se

procesó toda la información de campo en oficina. A continuación, se presenta cada uno de los resúmenes estadísticos productos de la presente investigación.

Resúmenes estadísticos de la zona norte.

En la zona norte de municipio de Ocaña, se analizaron 8 barrios que presentan afectaciones por los FRM, estos corresponden a: Colinas de la Esperanza, Colinas de la Provincia, Asovigirón, La Perla II, El Líbano, Altos del Norte, José Antonio Galán y Los Sauces.

En la zona norte se encuentra un total de 112 viviendas afectadas por los FRM, o que está susceptibles a sufrirlos, damnificando de manera directa a los habitantes. El número total de viviendas afectadas en esta zona es de 78 y se pueden observar en la figura 19.

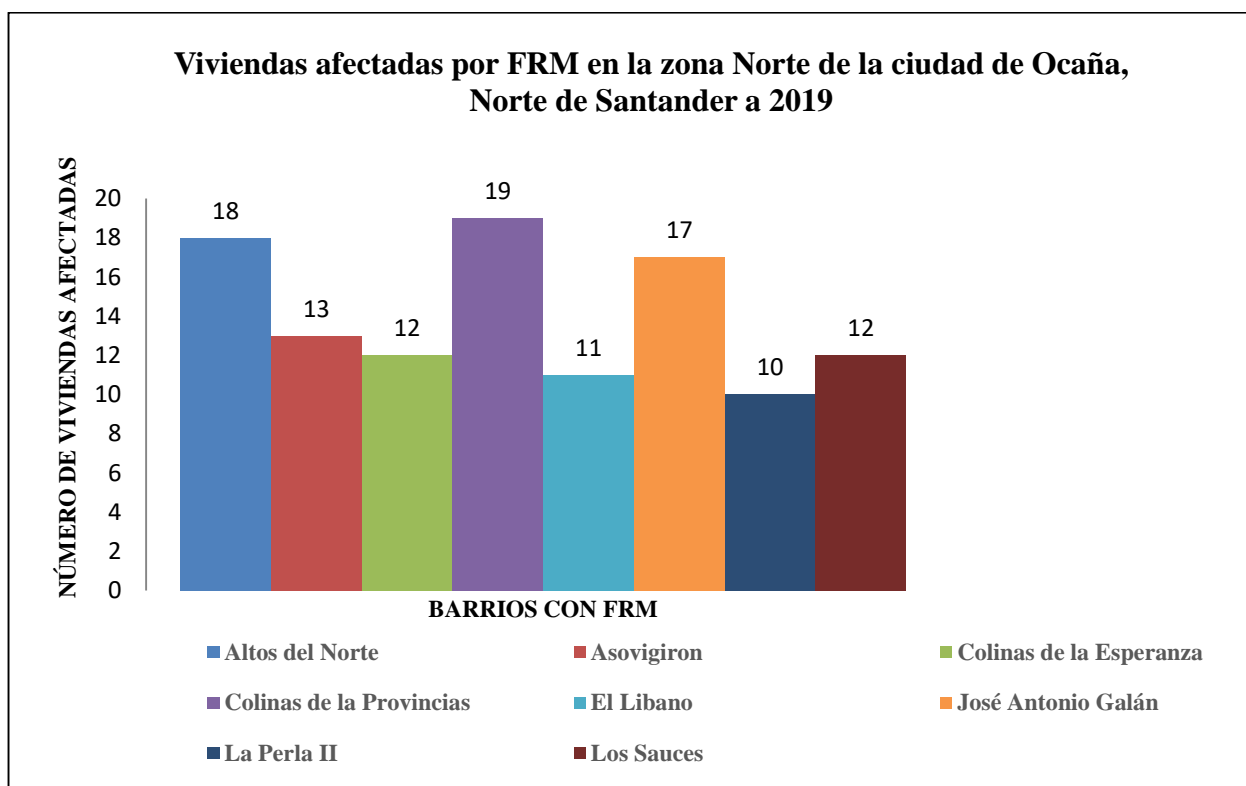


Figura 19 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Norte. Autores del proyecto, 2020

De la zona norte el barrio donde más eventos de FRM se han presentado es colinas de la provincia, esto se debe a factores antrópicos, puesto que en este barrio se han asentado familias que provienen de zonas de conflicto, realizando cortes inadecuados de laderas para construir sus viviendas (Ver figura 20, sección a). Además, este barrio no cuenta con sistema de alcantarillado, por ende, la comunidad realiza la descarga de aguas residuales y lluvias en el terreno, generando saturación en el mismo (Ver figura 20, sección b).



(a)



(b)

Figura 20 Fotografía de factores antropicos que generan FRM,barrio Colinas de la Esperanza.Autores del Proyecto, 2019.

El área total que presenta FRM en la zona norte es aproximadamente de 7874,74 metros cuadrados, distribuidos en los diferentes barrios, las zonas delimitadas en el barrio José Antonio Galán son las que mayor área suman del sector norte, con un porcentaje del 24%, pero ninguna de ellas se encuentra en situación crítica; el porcentaje restante es para colinas de la provincia con un 15%, un 13% para El Líbano, el 12% para Colinas de Esperanza, en Asovigiron un 10%,

un porcentaje bajo de 9% para La Perla II y Altos del Norte y finalizando Los Sauces con un 8%, como se evidencia en la figura 21

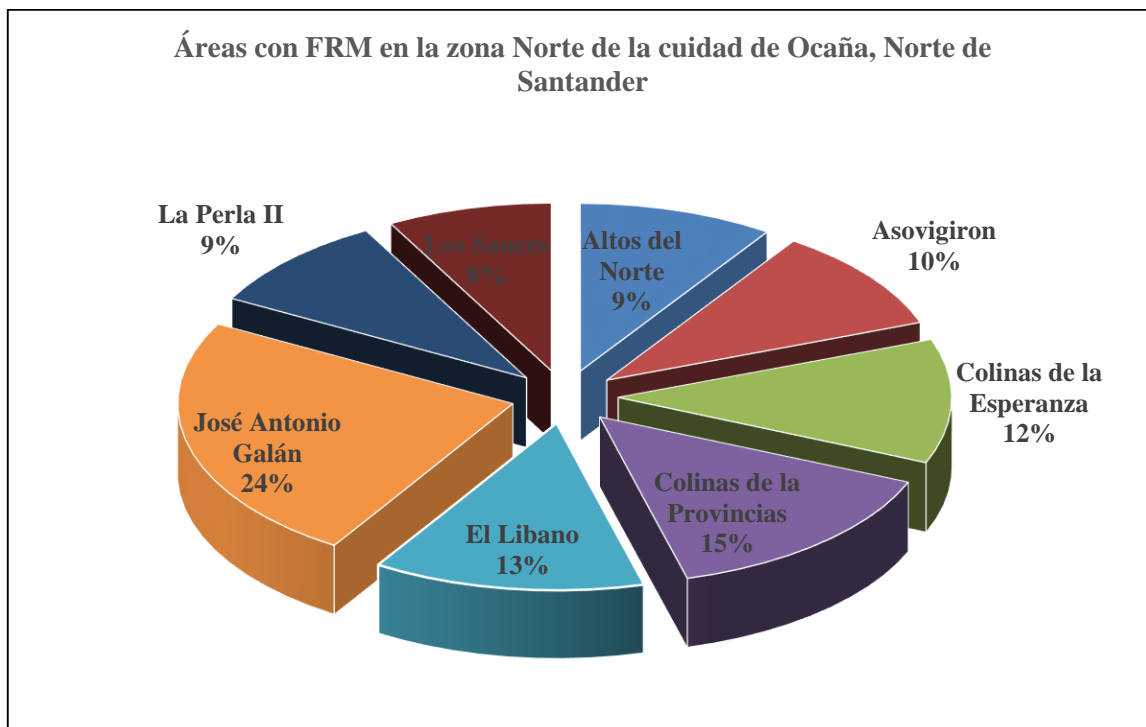


Figura 21 Resumen áreas con FRM en la zona Norte. Autores del proyecto, 2020

En la figura 22 se muestran los porcentajes de cada tipo de FRM en la zona norte de la ciudad, y se observa que predomina el deslizamiento traslacional con el 55%, seguido un 32% para Caídos, y un porcentaje bastante bajo para flujo de tierra, desprendimiento de material de la cara del talud por erosión hídrica y deslizamiento rotacional, con un 6%, 5% y 2% respectivamente.

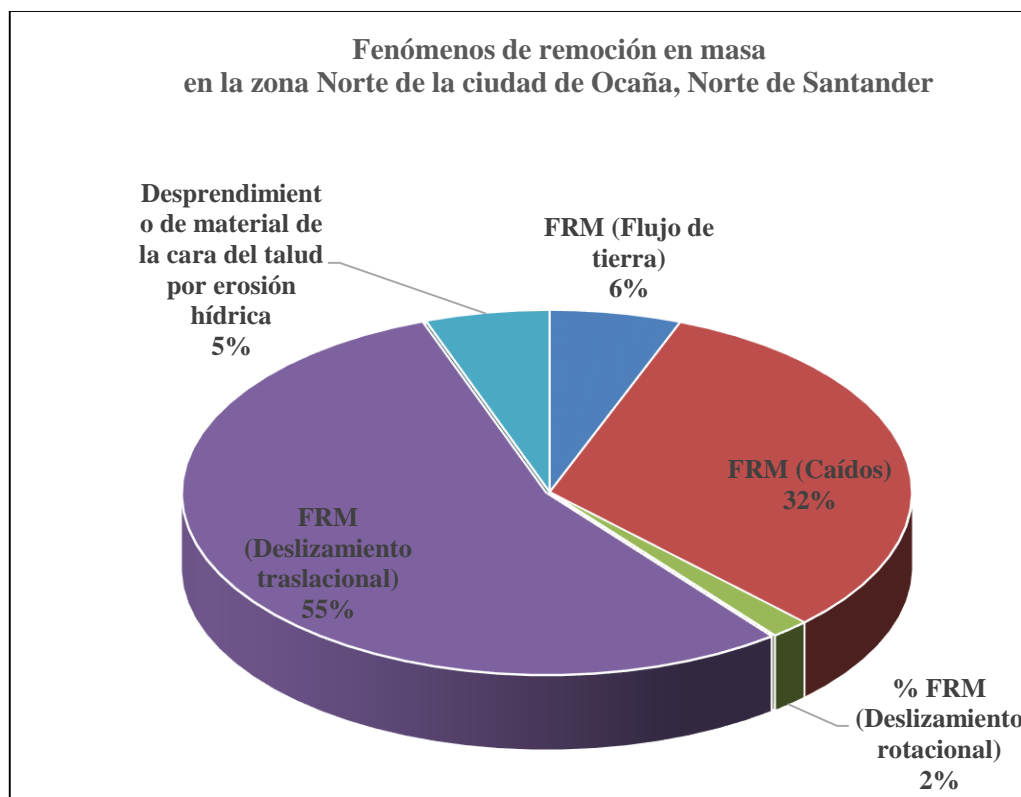


Figura 22 Resumen tipos de FRM en la zona Norte. Autores del proyecto, 2020

En las visitas que se realizaron fue notorio que determinados puntos que se localizan en los diferentes sectores de la zona norte de la ciudad, se encuentran en estado crítico, debido a que representan un riesgo para la comunidad y se considera necesario hacer énfasis en estos, dichos puntos se encuentran ubicados en el barrio Altos del Norte.

Teniendo en cuenta la nomenclatura que maneja la empresa CENS, las direcciones de las viviendas donde se presentan los puntos críticos son: KDX 370-160, KDX 370-180, KDX 370-200, KDX 370-300, sus coordenadas para su respectiva georreferenciación son latitud 8,269829 y longitud -73,3681145.

En talud se encuentra ubicado en la parte posterior de la vivienda (patio) como se muestra en la figura 23, con una separación de 2,0 metros, una altura de 8,0 metros, un área de escarpe de 195,60 metros cuadrados aproximadamente; está conformado por material residual areno-arcilloso del complejo ígneo intrusivo-extrusivo.



Figura 23 Localización de talud crítico,barrio Altos del Norte. GIGMA, 2019.

Como se puede observar en la figura 24, en la corona del talud se encuentran ubicadas un par de viviendas una de ellas canaliza sus aguas lluvias, pero aun así genera sobre carga, por otro lado, la cara del talud está cubierta con plástico negro con el objetivo de evitar que la lluvia caiga directamente sobre esta y genere desprendimiento del material de la misma debido a la erosión hídrica, por los pequeños espacios donde no se ve recubierta se puede evidenciar maleza que

genera retención de agua y facilita la saturación de la misma, que conlleva a deslizamientos traslacional. Se hace necesario obras de mitigación. Esta zona se ha visto afectada desde el año 2014.



Figura 24 Fotografía talud crítico,barrio Altos del Norte. Autores del proyecto, 2019

Resúmenes estadísticos de la zona Oriental

La zona oriental es donde se acoge la mayor cantidad de barrios que han presentado FRM en la ciudad de Ocaña, siendo un total de 19 barrios, estos son: 9 de Octubre, El Carmen, Simón Bolívar, Sesquicentenario, Comuneros, La Colina, Cristo Rey, Travesías, Camino Real, Tácaloa, Santa Lucía, Nuevo Horizonte, Libardo Alonso, Belén, Promesa de Dios, La Paz, Cuesta Blanca y Cañaveral.

La zona oriental no solo tiene la mayor cantidad de barrios con FRM, sino que también es la zona donde más viviendas han sufrido afectaciones por movimientos en masa, con un total de 240. La figura 25 presenta la relación de barrio con el correspondiente número de viviendas afectadas.

Simón Bolívar es el barrio de toda la ciudad que más eventos de FRM a registrado, 65 puntos se lograron verificar en dicho barrio, y junto con el barrio Fundadores son barrios que históricamente han tenido latente esta problemática. Para el caso particular de Nuevo Horizonte y Cañaveral son barrios que solo han presentado estos eventos en el lapso de tiempo de 2015 a 2019.

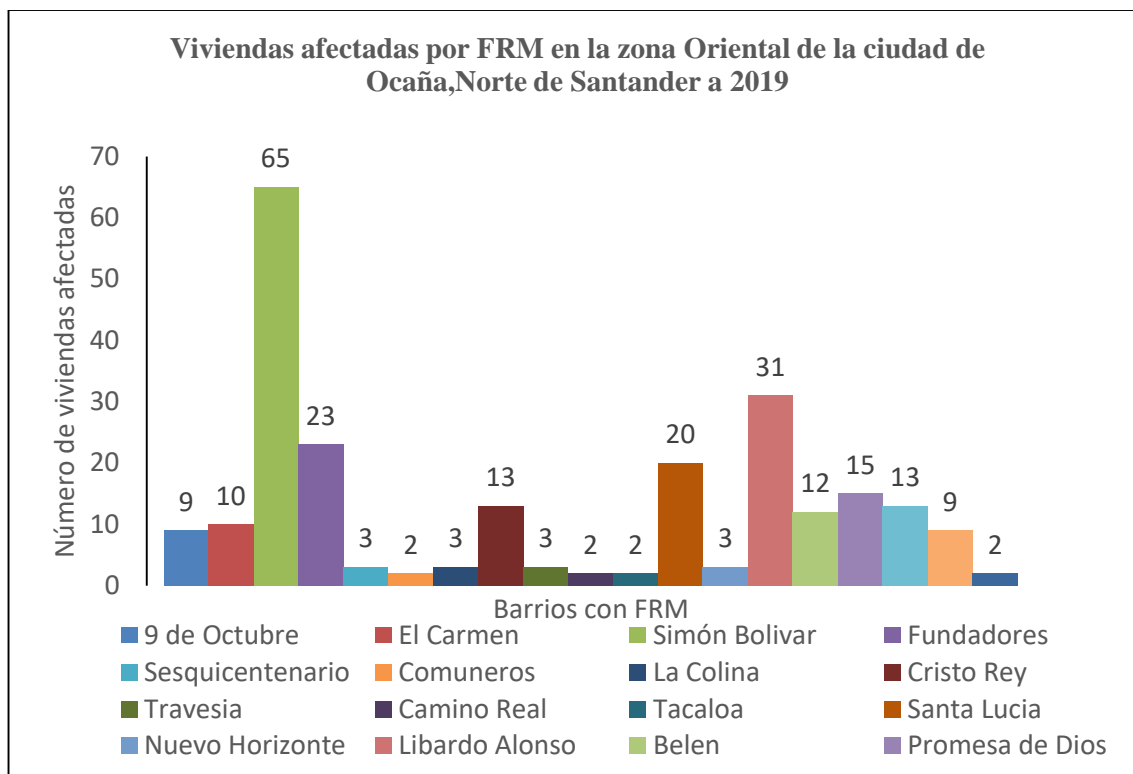


Figura 25 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Oriental. Autores del proyecto, 2020

Un total de 19641,34 metros cuadrados es el área que se encuentra con FRM para la zona oriental de la ciudad de Ocaña, el barrio Simón Bolívar tiene taludes de pequeña dimensión, pero el hecho que sea el barrio donde más puntos se encuentra hace que sea el de mayor área con FRM siendo estos 3439,91 metros cuadrados para un 18% del sector oriental con lo muestra la figura 26. El barrio Travesías a pesar de tener tan solo 3 puntos es el segundo barrio en la zona oriental con mayor área demarcada de FRM con 3287,55 metros cuadrados correspondiente al 17%.

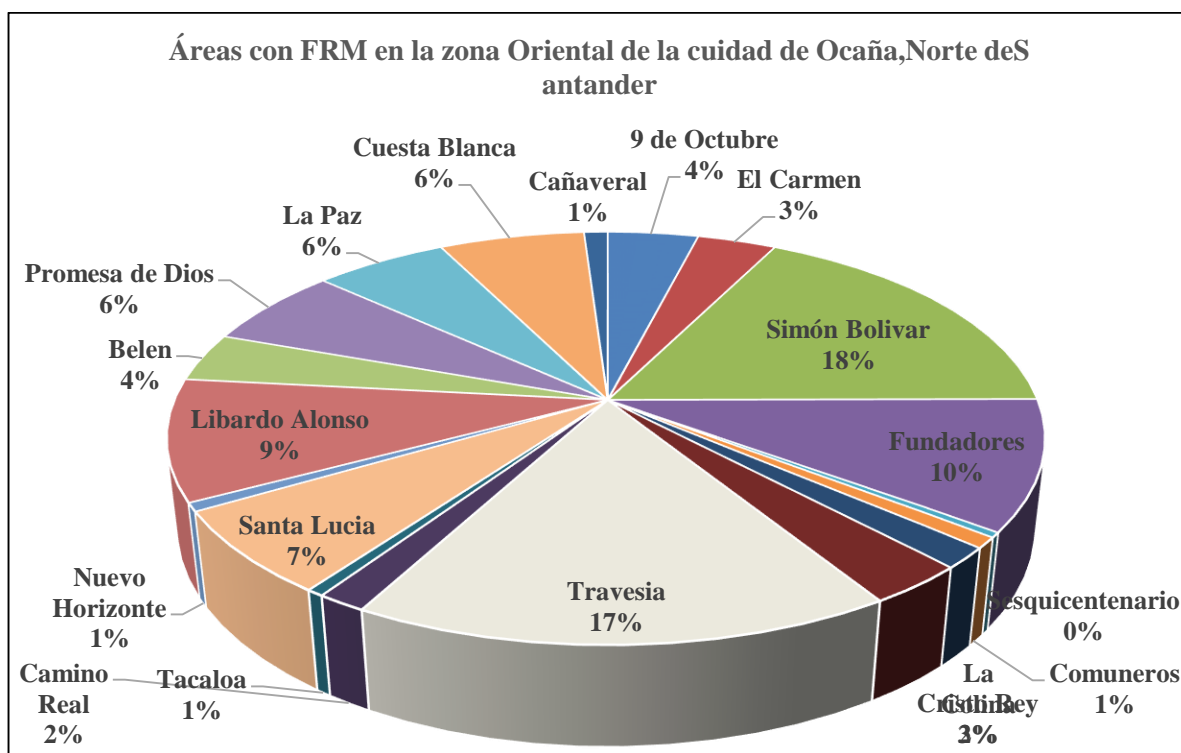


Figura 26 Resumen áreas con FRM en la zona Oriental. Autores del proyecto, 2020

El barrio La Colina a pesar de tener un bajo porcentaje del 2% tiene un talud que se encuentra en situación crítica, para el cual se realizó el siguiente análisis.

El talud se encuentra ubicado según la nomenclatura que maneja la empresa CENS, en la dirección KDX 068-970 con coordenadas, latitud: 8,244729 y longitud -73,351654, con una altura de aproximadamente 10 metros, alrededor de 3 viviendas se ven damnificadas por la presencia del mismo como se puede observar en la figura 27.



Figura 27 Localización de talud crítico, barrio La Colina. GIGMA, 2019.

La vivienda se encuentra ubicada en la corona del talud lo que le produce sobrecarga, factor que incide en la inestabilidad del talud, de modo que se presenten caídos. Así mismo, la vivienda descarga las aguas lluvias directamente en el talud, esto permite que en temporada

invernal aumenten los niveles de saturación del suelo, y se disminuya la resistencia al corte, del plano de falla del talud, desencadenando FRM, que también son inducidos por la erosión hídrica existente en el talud. Una fracción de la zona de escarpe se encuentra cubierta con plástico negro, la cual tiene un área de 48,78 metros cuadrados. Como se evidencia en la figura 28 la losa del piso se encuentra en el aire sin soportarse en terreno. Es recomendable como medida de mitigación inmediata el manejo de aguas de escorrentía.



Figura 28 Fotografía talud crítico, barrio La Colina Autores del proyecto, 2019.

A partir de las visitas de campo en los barrios con FRM que conforma la zona oriental logro establecer que para dicha zona el tipo de FRM que prevalece son el de tipo deslizamiento

traslacional con 55%, seguido de los caídos con un 34%, el 7% corresponde a los flujos de tierra, y un pequeño porcentaje para el desprendimiento de material de cara del talud por erosión hídrica del 3% y deslizamiento rotacional con el 1%. Los porcentajes pueden detallarse en la figura 29.

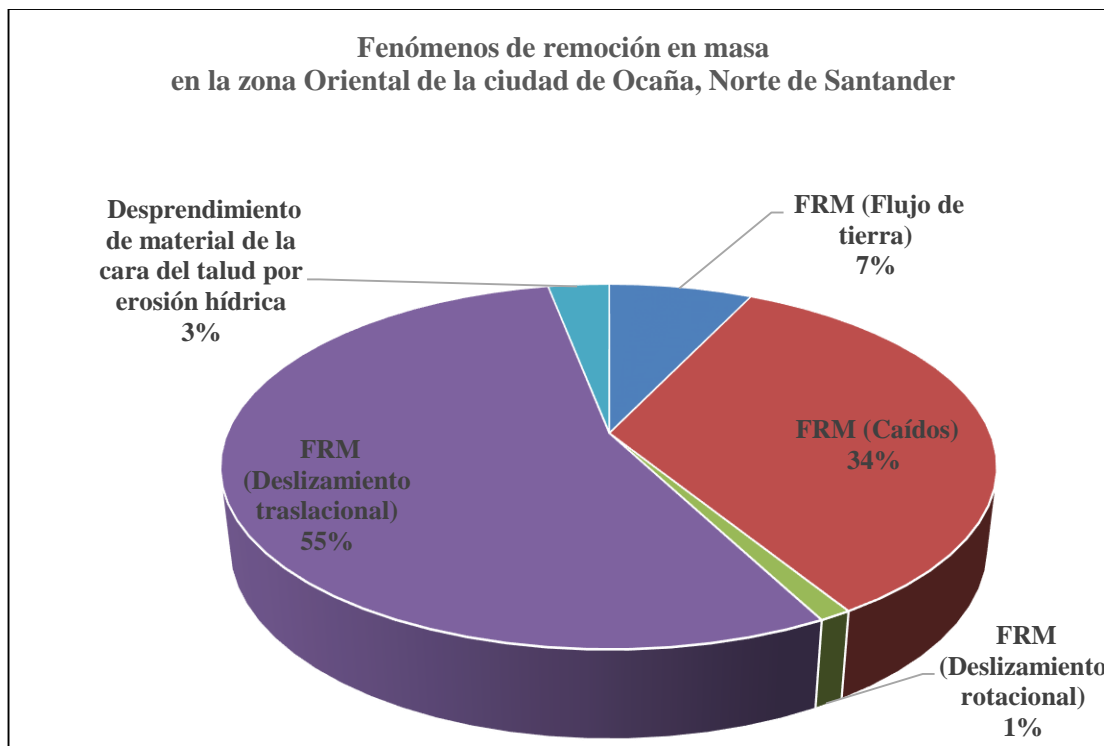


Figura 29 Resumen tipos de FRM en la zona Oriental. Autores del proyecto, 2020

Resúmenes estadísticos de la zona occidental.

En la localidad occidental de la ciudad de Ocaña, se estudiaron 8 barrios donde se han venido presentado FRM, estos son: San Fermín, Juan XII, La Santa Cruz, La Torcoroma, Marabelito, Landia, Nueva España y Las delicias. Los dos últimos barrios tenían tan solo un punto, pero no fue posible realizar la verificación del punto, en el barrio Nueva España no fue posible hallar la dirección que se obtuvo en la recopilación de información, y para el barrio las

Delicias la vivienda se encontraba desocupada y la comunidad dijo no estar informada de que esta se viera afectada por los FRM.

La zona occidental es la segunda con mayor número de viviendas que se han visto perjudicadas por los FRM, A continuación, en la figura 30 se relaciona el barrio con el correspondiente número de viviendas afectadas, en total la zona occidental presenta 133 viviendas afectadas.

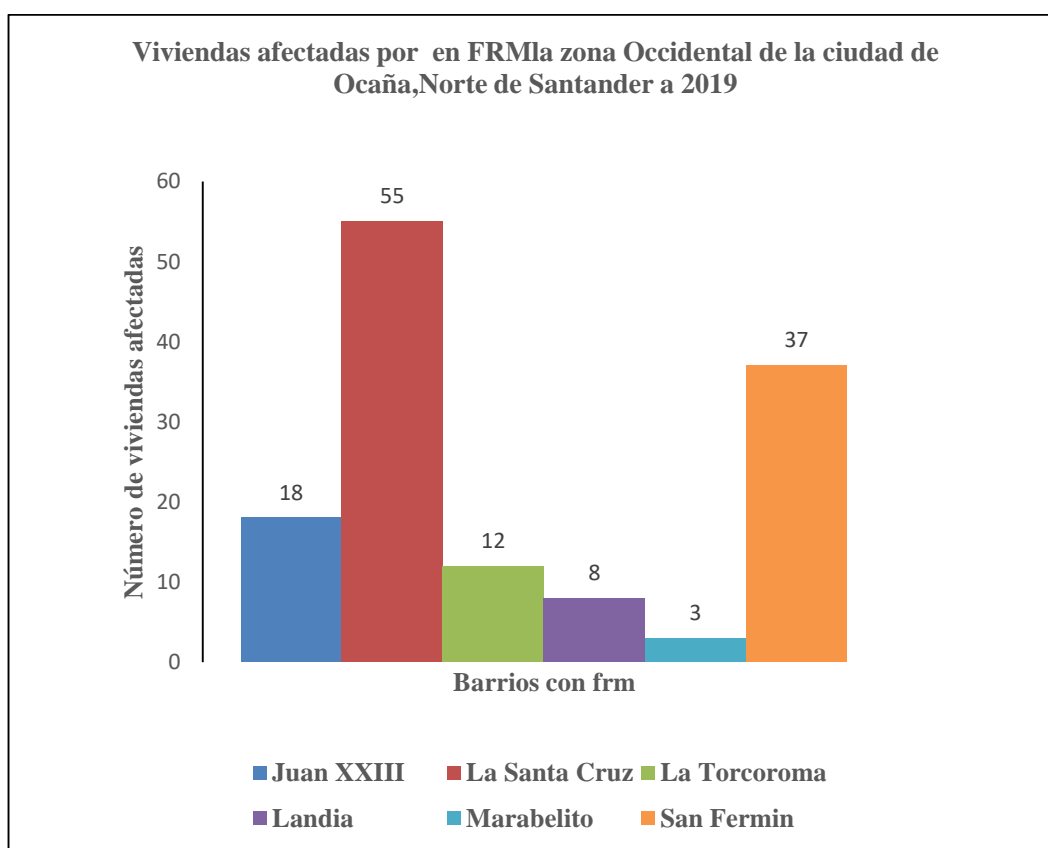


Figura 30 Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Occidental. Autores del proyecto, 2020

En la zona occidental se encuentran dos barrios que se han visto muy susceptibles a presentar FRM, como lo son el barrio San Fermín y la Santa Cruz, además de ello estos barrios presentan puntos críticos, para los cuales se les realizó un seguimiento especial.

En particular el barrio La Santa Cruz sus viviendas se encuentran ubicadas por terrazas y al momento de construirlas los propietarios realizaron cortes inadecuados en las laderas sin implementar obras de estabilización.

Según la nomenclatura que maneja la empresa CENS, la dirección donde se encuentra ubicado el talud para el barrio San Fermín es KDX 224-18, sus coordenadas de georreferenciación son, latitud: 8,226337 y longitud -73,361169, este se caracteriza por tener gran extensión, perjudicando a más de 15 viviendas como se puede detallar en la figura 31.



Figura 31 Localización de talud crítico, barrio San Fermín. GIGMA, 2019.

Para las viviendas que se localizan al pie del talud colindan con su patio a una distancia de 2 metros aproximadamente. Este talud está conformado por materiales producto de la meteorización del complejo ígneo intrusivo- extrusivo. Como se observa en la figura 32 en la corona del talud se encuentra construidas viviendas a una distancia de 50cm del corte, que por su proximidad al mismo se convierte en sobrecarga que incide de forma negativa en la estabilidad de este, también se aprecia que la zona de escarpe que se estima tiene un área de 271,72 metros cuadrados está cubierta por plástico con medida de mitigación, para que en épocas de lluvia no se presente erosión a causa del agua de escorrentía, generando debilitamiento progresivo y consecuentemente caídos de suelo o roca, pero aun así, los habitantes afirman que siempre se presentan fuertes precipitaciones hay desprendimiento de material.



Figura 32 Fotografía talud crítico,barrio San Fermin. Autores del proyecto.2019

Para el talud de condiciones críticas en el barrio La Santa Cruz su dirección es KDX 284-600 según la nomenclatura que maneja la empresa CENS, las coordenadas tomadas en campo para la georreferenciación fueron longitud -73,359312 y latitud 8,233513, el talud se encuentra en la parte posterior de una vivienda de dos niveles, en el segundo nivel se encuentra el pie del mismo a una distancia de 2 metros del patio de ropas. En la figura 33 se puede observar lo anteriormente mencionado

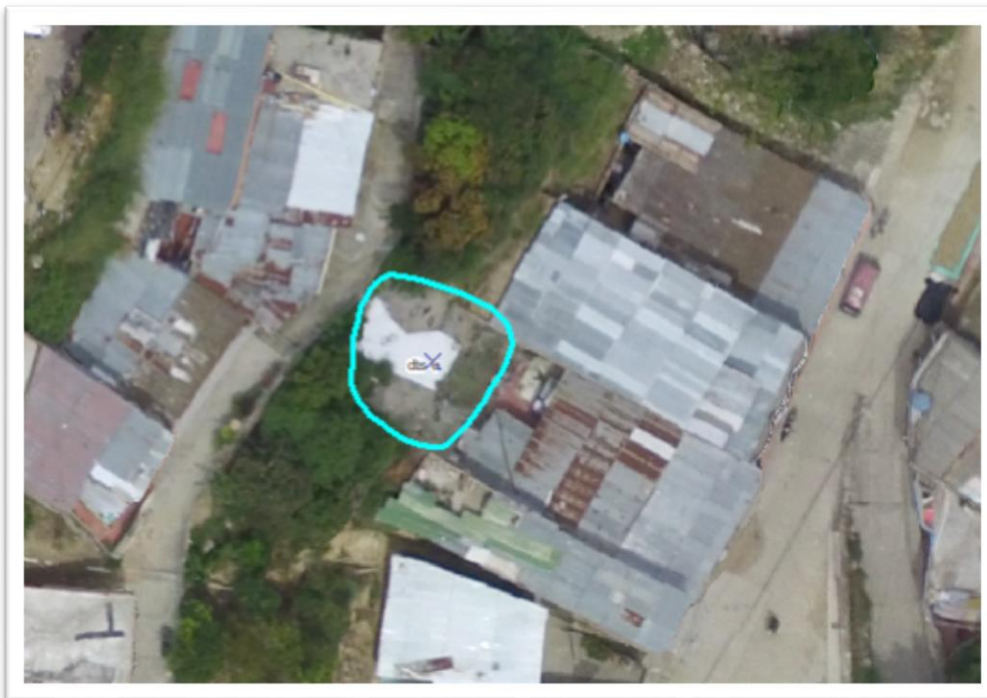


Figura 33 . Localización de talud crítico, barrio La Santa Cruz. GIGMA, 2019.

La altura del talud es de 8 metros, el tipo de formación presente en esta zona es Algodonal y su material es roca meteorizada, en la corona del talud se ubica un sendero peatonal el cual genera sobre carga, además no tiene canalizada el agua de escorrentía, las cuales se vierten directamente al talud ;en el mismo se localiza la red de alcantarillado del barrio, según información de la propietaria la tubería se encuentra en mal estado, filtrando aguas residuales sobre el terreno saturando el mismo y generando los FRM, esta zona a presentado FRM de tipo deslizamiento traslacional. En la figura 34 se puede observar la cara del talud la cual tiene un área de aproximadamente 157,06 metros cuadrados y está cubierta con plástico para evitar la erosión hídrica en temporada de invierno.



Figura 34 . Fotografía talud critico,barrio La Santa Cruz. Autores del proyecto.2019

Son 6020,06 metros cuadrados el total de área aproximada que se ve afectada en zona accidental por los FRM, el barrio de la Santa Cruz es de esta zona el que mayor área se ve afectada con 36%, pero solo alrededor de 4 puntos se ven en condiciones críticas, caso contrario al barrio San Fermín que ocupa el segundo con un 26%, con la mayoría de sus puntos en situación crítica. Las estadísticas se muestran en la figura 35.

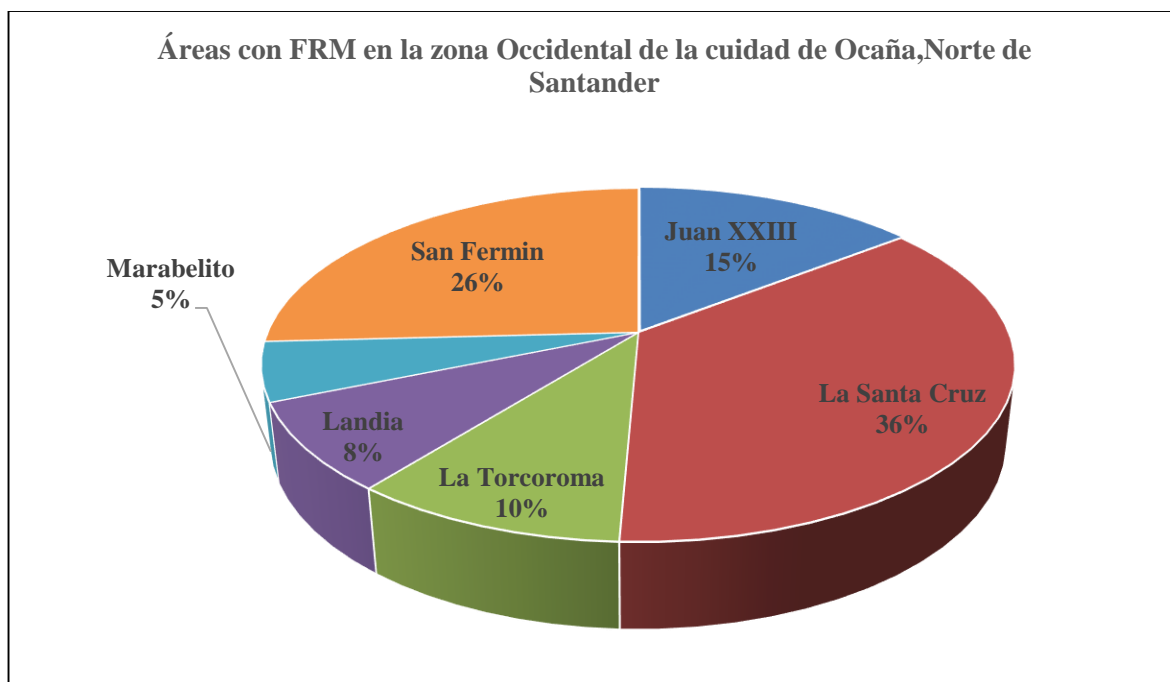


Figura 35 . Resumen áreas con FRM en la zona Occidental. Autores del proyecto, 2020

Y es la zona Occidental donde mayor número de puntos inactivos se pueden encontrar, 38 para precisar, dichos puntos no han presentado actividad en los últimos años. La zona occidental a diferencia de los 4 restantes es la única donde prevalece el desprendimiento de material de la cara del talud por erosión hídrica y no el deslizamiento traslacional como en las otras. Los porcentajes de cada tipo de FRM se muestran en la figura 36.

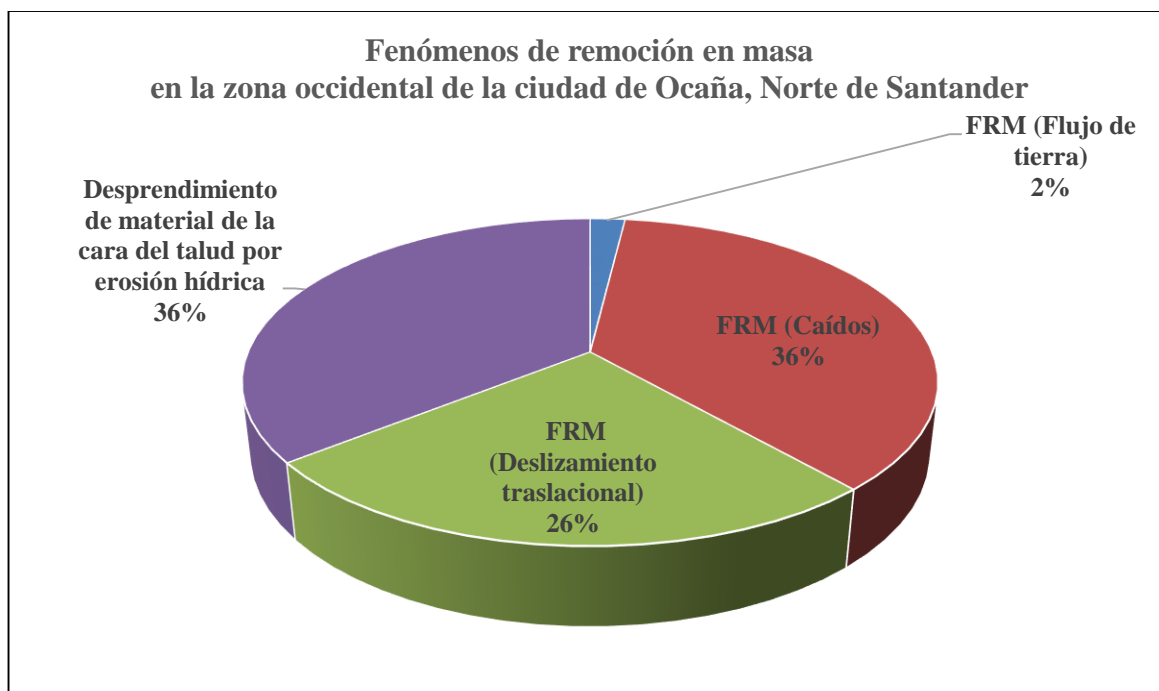


Figura 36 . Resumen tipos de FRM en la zona Occidental. Autores del proyecto,2020

Resúmenes estadísticos de la zona centro

En la zona céntrica del municipio de Ocaña, se analizaron 5 barrios que se han visto afectados por los FRM, siendo estos: Betania, Bruselas, Hacaritama, Las Cajas y Santa Ana. Al momento de realizar las visitas no fue posible encontrar el punto que se ubicaba en el barrio Las Cajas y para el caso del barrio Bruselas el punto a evaluar no se evidencia que haya presentado FRM o que este propenso a sufrirlo, el punto se encuentra localizado en un taller que al momento de la visita se encontraba cerrado y por información de la comunidad se corrobora la anteriormente concluido.

El sector centro es de las 5 zonas la que menor número de viviendas se encuentran damnificadas, con un total de 14.

Los tres barrios a los cuales se les logro verificar y evaluar los FRM se muestran en la con la figura 37 respectivas viviendas afectadas.

EL barrio Betania es de la zona centro donde más eventos de FRM se han ocasionado, pero en los últimos 4 años el 56% de los movimientos de masa no han presentado actividad.

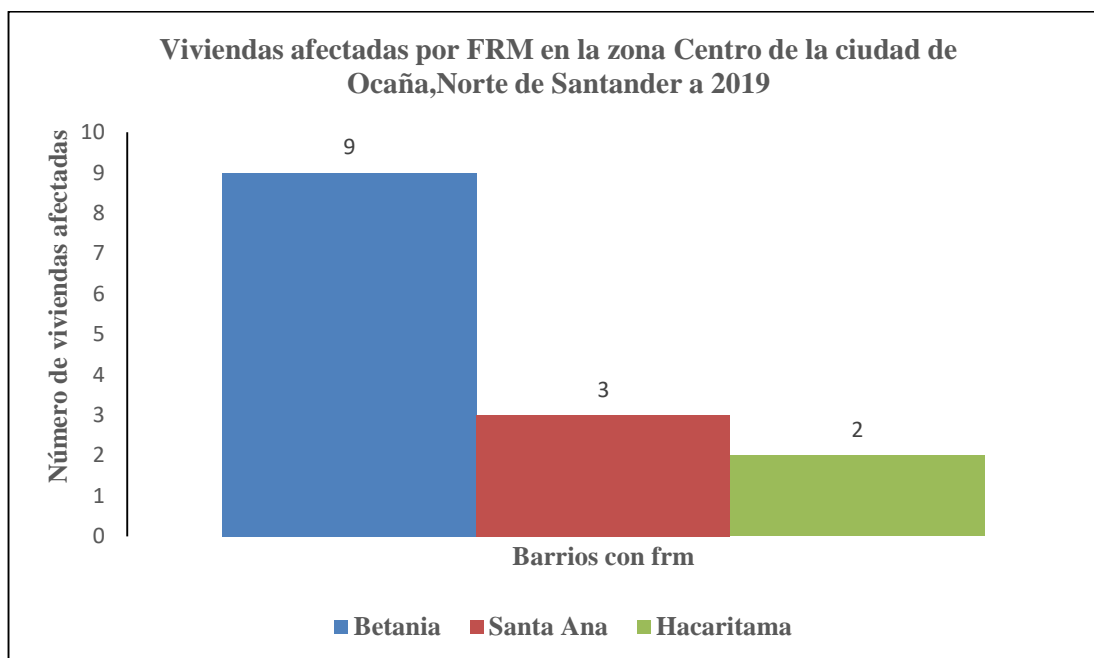


Figura 37 . Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Centro. Autores del proyecto,2020

El área total que presenta FRM en la zona norte es aproximadamente de 1730,17 metros cuadrados, disperso en los 3 barrios, Betania tiene la mayor área con un 58%, como se muestra en la figura 38, en cuanto a Santa Ana y Hacaritama la diferencia es muy poca con un 20% y 22 % respectivamente.

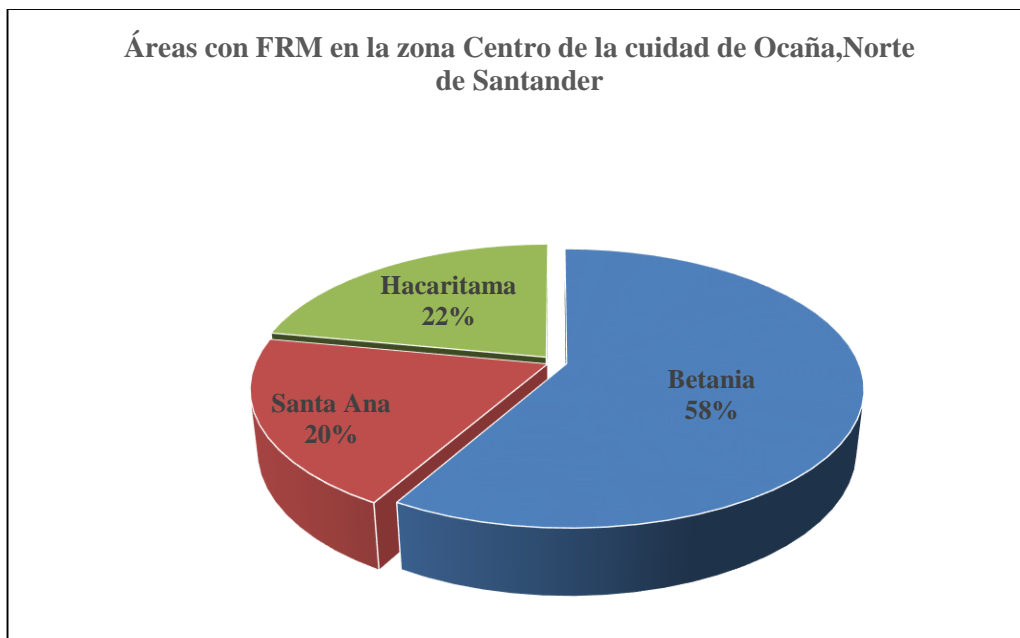


Figura 38 . Resumen áreas con FRM en la zona Centro. Autores del proyecto, 2020

En la zona norte no se presentaron FRM de tipo deslizamiento rotacional ni desprendimiento de material de la cara del talud por erosión hídrica, pero como se detalla en la figura 39 los FRM que con mayor porcentaje se ocasionaron fueron los deslizamientos traslacionales con un 62%, seguido de los caídos con un 33% y para los flujos de tierra el menor porcentaje con un 5%.

Al momento de las visitas ninguno de los 14 eventos registrados en esta zona se encuentra en estado crítico.

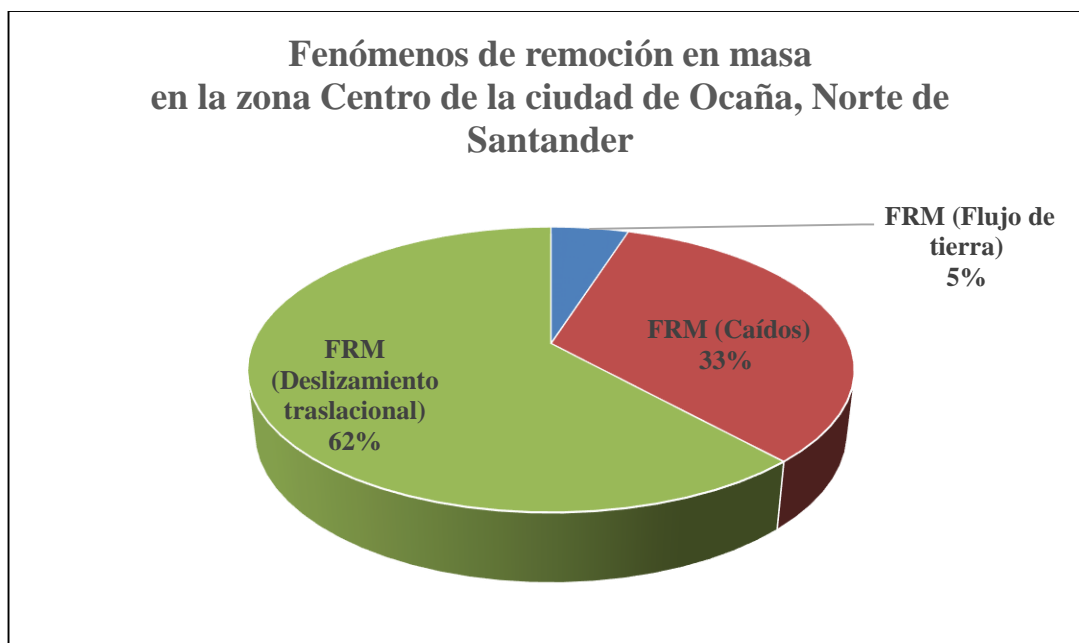


Figura 39 . Resumen tipos de FRM en la zona Centro. Autores del proyecto,2020

Resúmenes estadísticos de la zona Sur

Por último se encuentra la zona sur la cual la conforman los siguientes barrios que se han visto afectados por FRM, 12 de Octubre, 3 de Abril, El Bambo, El Bosque, Gustavo Alayón, La Esperanza, La Palmita, Las Mercedes, Los Almendros, Olaya Herrera y el carbón.

En el barrio 3 de Abril según la información recopilada se habían presentado 3 puntos con FRM, al momento de la visitas a campo para la verificación y análisis de los eventos uno de ellos no se logró localizar y los otros dos hacían parte era del barrio Olaya Herrera, debido a q estos dos barrios colindan y los eventos se presentaron en sus límites.

La zona sur después de la zona céntrica es la que menor número de viviendas se ven afectadas por los movimientos en masa, tan solo dos barrios superan el valor de 10 viviendas,

estos son Las Mercedes con 13 y Olaya Herrera con 28. Los demás barrios están por debajo de 10 como se observa en la figura 40.

El barrio el carbón cuenta con un solo talud el cual por su gran tamaño afecta a 5 viviendas, dicho talud presento FRM en el periodo de 2015 a 2019.

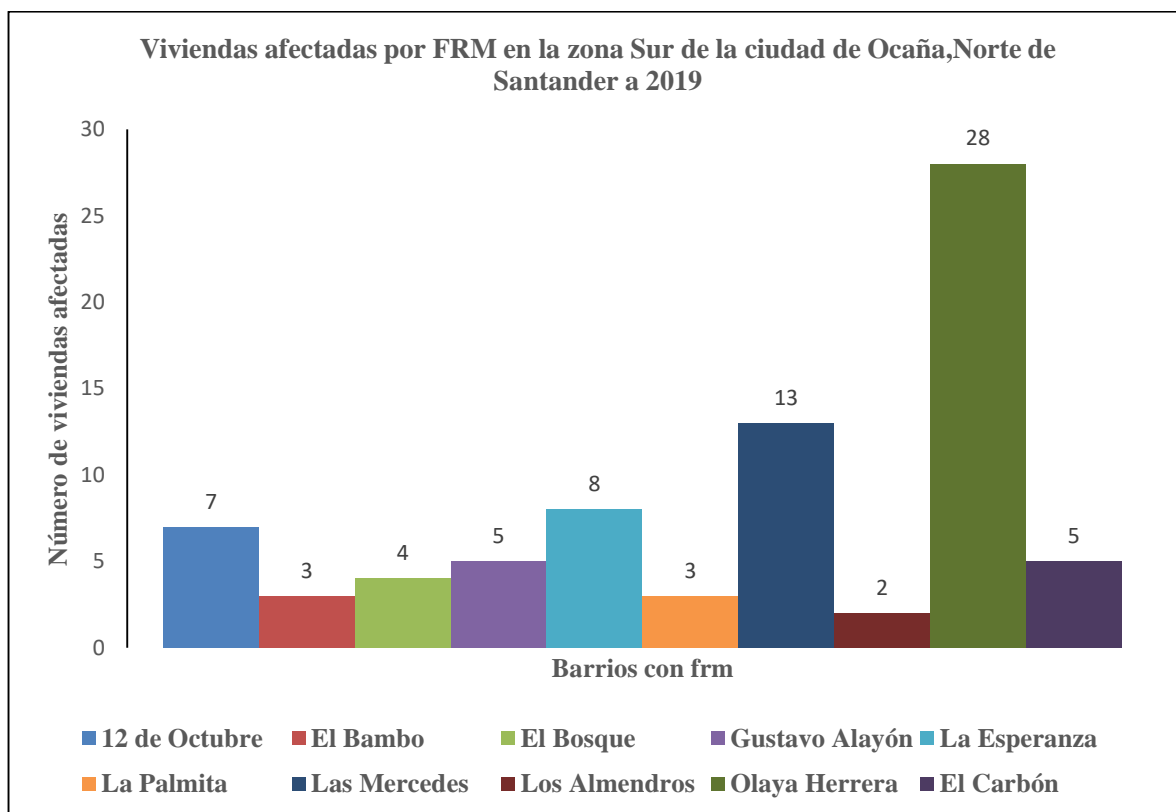


Figura 40 . Resumen de viviendas afectadas por FRM en la zona Sur. Autores del proyecto,2020

El barrio Olaya Herrera tiene el porcentaje más alto de área de FRM con un 23%, y donde el 93% de sus puntos se encuentra en estado activo, el 29% siendo el segundo porcentaje más alto es para el barrio Las Mercedes donde uno de sus puntos se encuentra muy susceptible a los FRM, esto se puede detallar en figura 41.

En el barrio los Almendros se ubican dos puntos los cuales la suma de sus áreas es de 72,06 metros cuadrados siendo en 1% en la zona sur, dichos puntos se encuentran en estado inactivo, debido a que no han presentado actividad en los últimos años y según las condiciones actuales del talud ya no constituye una zona susceptible de deslizamiento.

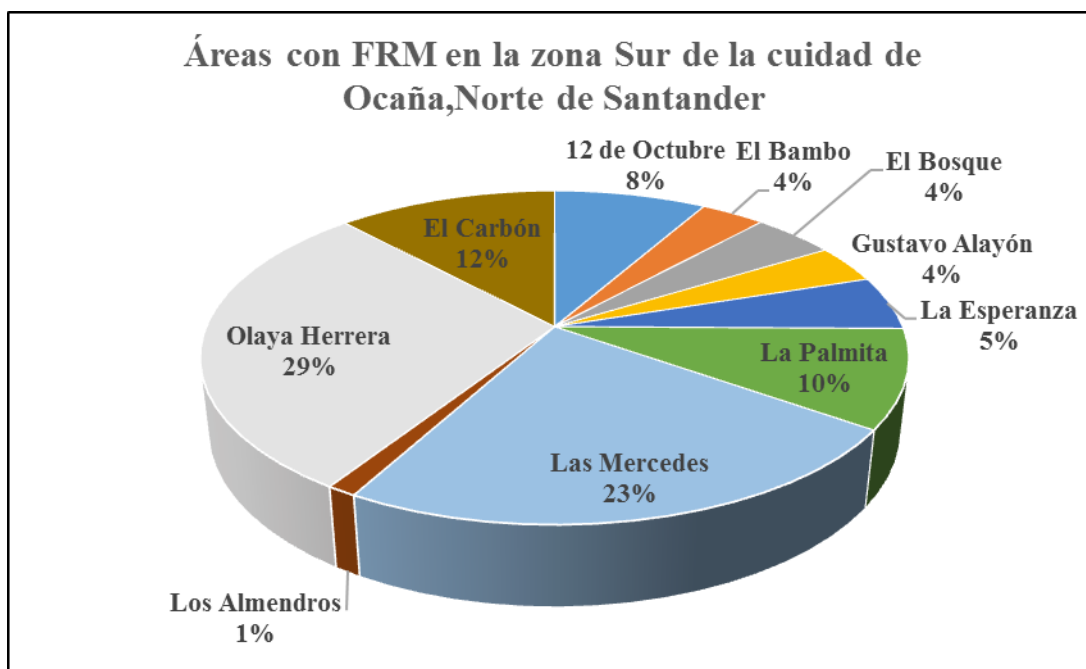


Figura 41. Resumen áreas con FRM en la zona Sur. Autores del proyecto, 2020

Como anteriormente se menciona en el barrio Las Mercedes se encuentra un punto muy propenso a los movimientos de masa, el cual se describe a continuación.

El talud se encuentra ubicado en el parqueadero de buses, sus coordenadas son las siguientes, latitud 8,230815 y longitud -73,351014, ha presentado FRM de tipo deslizamiento traslacional. Ver figura 42



Figura 42. Localización de talud propenso,barrio Las Mercedes. GIGMA, 2019.

El talud tiene una altura de aproximadamente 10 metros, conformado por materiales pertenecientes a la formación algodonal. En su corona se observa presencia de maleza densa que acumula humedad y facilita la saturación del suelo en temporada de lluvias y sumado a su peso genera sobrecarga, inestabilidad del mismo para que se presenten FRM.

Como obra de estabilización cuenta un muro en mampostería con pórticos en concreto reforzado con altura de 4m, el cual no logra abarcar toda su altura como se observa en la figura 43, como protección superficial la cara del talud está cubierta con plástico lo cual evita la erosión hídrica en temporada de invierno por el agua de escorrentía superficial; lo cual ocasiona saturación, erosión y debilitamiento progresivo por los ciclos de humedecimiento – secado y consecuentemente desprendimientos del material.



Figura 43. Fotografía talud propenso,barrio Las Mercedes. Autores del proyecto,2019

El tipo de deslizamiento que más eventos ha manifestado en la zona sur, es el deslizamiento traslacional con un 61%, seguido de los caídos con un 18%, el desprendimiento de material de la cara del talud por erosión hídrica un 13%, el 5% es para el flujo de tierra y con un porcentaje muy bajo de 3% para el deslizamiento rotacional, como se muestra en la figura 44.

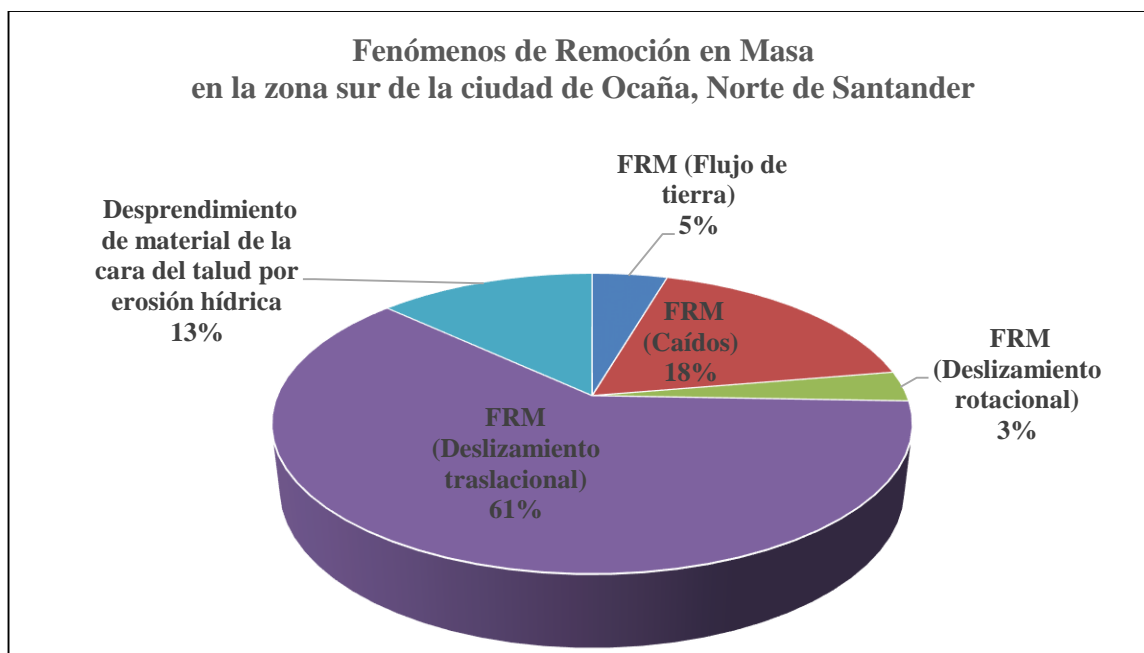


Figura 44. Resumen tipos de FRM en la zona Centro. Autores del proyecto, 2020

De acuerdo a la información recolectada y analizada se logró consolidar la cantidad total de fenómenos de remoción en masa, distribuido en los diferentes tipos como flujos, caídas, deslizamientos y erosión, así mismo en su estado de actividad.

Durante el desarrollo del proyecto de grado, se identificó y clasificó 581 fenómenos de remoción en masa, siendo estos la actualización de los puntos históricos obtenidos hasta el 2015 y la suma de los nuevos eventos ocurridos en el periodo de 2015 a 2019, como se presenta en la tabla 3 y que se discriminan por tipo en la figura 45.

Tabla 3

Consolidado de la Caracterización de FRM en Ocaña

Tipos De FRM	Numero De Eventos	% Numero De Eventos
Flujo	41	7.06
Deslizamiento	320	55.08
Caída	182	31.33
Erosión	38	6.54
TOTAL	581	100

Como se puede observar en la figura 45 anterior, el 55% de los FRM en el municipio son de tipo deslizamientos, el 31% tipo Caída de suelo, el 7% a flujos de tierra y el 7% causados por erosión hídrica.

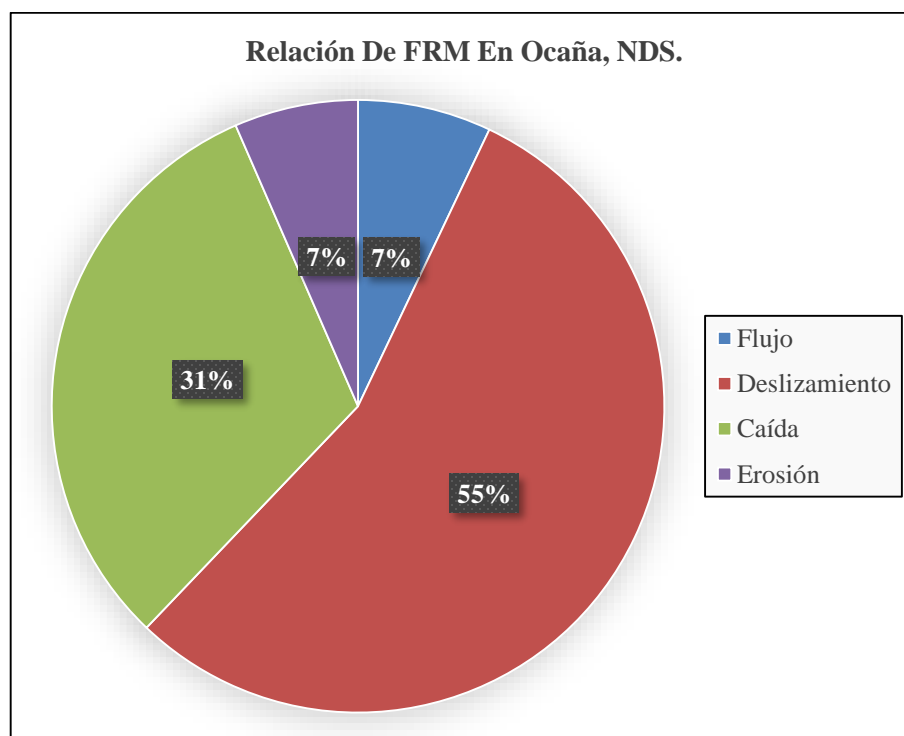


Figura 45. Consolidado de FRM en Ocaña. Autores del Proyecto, 2020.

Por otro lado, el estado de actividad de los FRM se presenta en la figura 46. Se pudo estimar que de los 581 FRM identificados en el municipio, 454 equivalen a un estado activo, que corresponden al 78%, así mismo 127 FRM se encuentran en estado inactivo que corresponden al 22%

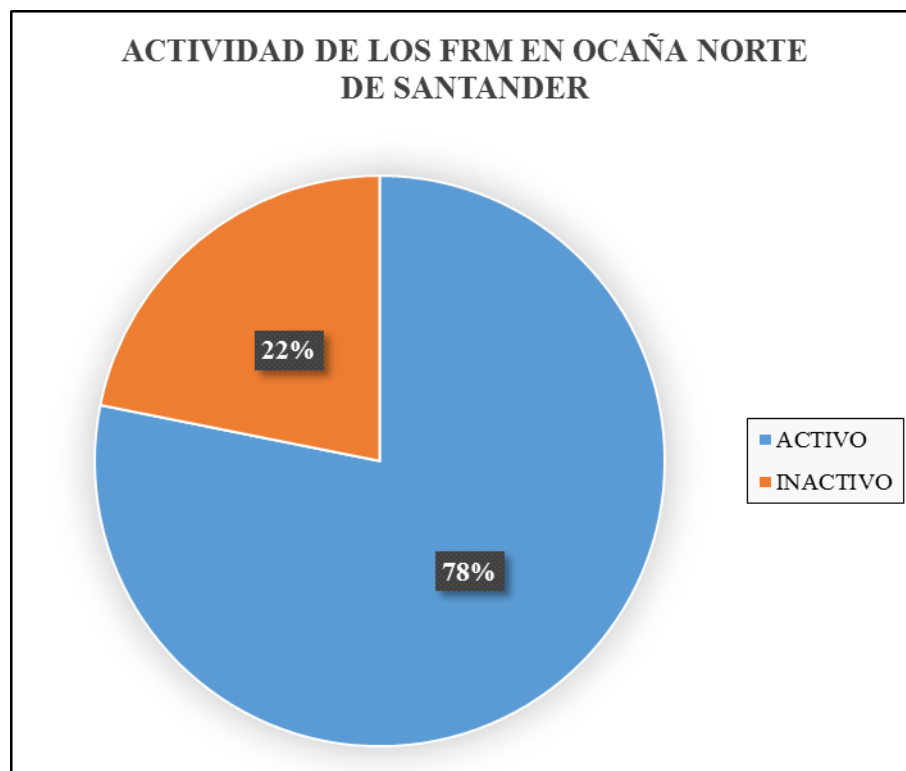


Figura 46. Consolidado de la actividad de los FRM en Ocaña. Autores del Proyecto, 2020.

Toda la información relacionada en bases de datos con los resúmenes estadísticos se presenta en el **APENDICE B.**

4.2.3 Estructura de la “Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa”

4.2.3.1 Identificación y datos de la vivienda. En esta primera sección, se relacionó toda la información básica de identificación, el barrio, la fecha de visita, la dirección de la vivienda teniendo en cuenta la nomenclatura que maneja la empresa CENS, las coordenadas de geo referenciación (norte, este, elevación) y el área (perímetro urbano, centro poblado, rural disperso). De igual forma se inspecciona el tipo de vivienda, número de personas que la habitan, ubicación de la misma de acuerdo a la ladera, el tipo de amenaza por factores geodinámicos e hidrometeorológicos. Ver figura 47.



 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña 														
FICHA PARA IDENTIFICACION DE ELEMENTOS VULNERABLES A FENOMENOS DE REMOCION EN MASA														
IDENTIFICACION														
DIRECCION SEGÚN CENS	<input type="text" value="KDX 287-480"/>	FECHA												
BARRIO	<input type="text" value="SIMON BOLIVAR"/>	<table border="1"> <tr> <td>D</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>6</td> <td>2019</td> </tr> </table>	D	M	A	28	6	2019						
D	M	A												
28	6	2019												
PENDIENTE	<input type="text"/>	COORDENADAS												
AREA	<input type="text" value="1"/>	<table border="1"> <tr> <td>Talud</td> <td>Pie</td> <td>Corona</td> </tr> <tr> <td>Norte</td> <td>1404057,337</td> <td>1404028,195</td> </tr> <tr> <td>Este</td> <td>1079935,827</td> <td>1079924,111</td> </tr> <tr> <td>Elev</td> <td>1213,33</td> <td>1230,5</td> </tr> </table>	Talud	Pie	Corona	Norte	1404057,337	1404028,195	Este	1079935,827	1079924,111	Elev	1213,33	1230,5
Talud	Pie	Corona												
Norte	1404057,337	1404028,195												
Este	1079935,827	1079924,111												
Elev	1213,33	1230,5												
1. Perímetro urbano 2. Centro poblado 3. rural disperso														
DATOS DE VIVIENDA														
TIPO VIVIENDA	<input type="text" value="2"/>	1. Cuarto 2. casa o apartamento 3. local comercial 4. otro												
SI ES OTRO, CUAL?	<input type="text"/>													
OBSERVACIONES	<input type="text"/>													
NUM. HABITANTES	<input type="text" value="4"/>													
TIPO DE AMENAZA A	<input type="text" value="1 2"/>	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">A. GEODINAMICOS</th> </tr> <tr> <td>0. Ninguno</td> <td>1. Mov. Remocion . en masa</td> </tr> <tr> <td>2. Avalancha</td> <td>3. Erosion</td> </tr> <tr> <td>4. Hundimientos</td> <td>5. Grietas en el terreno</td> </tr> </table>	A. GEODINAMICOS		0. Ninguno	1. Mov. Remocion . en masa	2. Avalancha	3. Erosion	4. Hundimientos	5. Grietas en el terreno				
A. GEODINAMICOS														
0. Ninguno	1. Mov. Remocion . en masa													
2. Avalancha	3. Erosion													
4. Hundimientos	5. Grietas en el terreno													
TIPO DE AMENAZA B	<input type="text" value="2"/>	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">B. HIDROMETEOROLOGICOS</th> </tr> <tr> <td>0. Ninguno</td> <td>1. Inundaciones 2. lluvias torrenciales. 3. Huracanes</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4. Incendios forestales</td> </tr> </table>	B. HIDROMETEOROLOGICOS		0. Ninguno	1. Inundaciones 2. lluvias torrenciales. 3. Huracanes		4. Incendios forestales						
B. HIDROMETEOROLOGICOS														
0. Ninguno	1. Inundaciones 2. lluvias torrenciales. 3. Huracanes													
	4. Incendios forestales													
TIPO DE VIVIENDA	<input type="text" value="B1"/>	Descripción de material de vivienda de a cuerdo a escala MSK ver cuadro 1 "pag 3"												
UBICACIÓN DE VIVIENDA, DE ACUERDO A LA LADERA	<input type="text" value="3"/>	1. Parte alta 2. Parte media 3. Parte baja												

Figura 47. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa. GIGMA, 2010.

Para el diligenciamiento de la casilla correspondiente al segundo tipo de vivienda se tiene en cuenta la figura 48 donde se clasifican las edificaciones de acuerdo al material de construcción.

CUADRO 1 CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES DEACUERDO A SUS MATERIALES DE CONSTRUCCION	
TIPO	DESCRIPCION
R	RANCHO
A1	TRADICIONAL: Paredes de adobe y techo de teja
A2	TRADICIONAL: Paredes de tapia y techo de teja
A3	TRADICIONAL: paredes de bahareque y techo de teja
A6	TRADICIONAL: paredes de bahareque y techo de zin o tejalit
AB	TRADICIONAL REFORZADA: paredes de tierra o bloques, columnas, techo de teja
B1	ARTESANAL: paredes de bloque trabado y techo de zino o tejalit
B2	ARTESANAL: paredes de bloque, machones y techo de zino o tejalit
B4	ARTESANAL: paredes de bloque, columnas y techo de zinc o tejalit
B5	ARTESANAL: paredes de bloque, columnas y vigas
C	DISEÑO ESTRUCTURAL

Figura 48. Cuadro descripción de material de vivienda de acuerdo a escala MSK. GIGMA, 2010

4.2.3.2 Nivel socio económico, servicios públicos, estructuras de contención y tipo de formación geológica del talud. En esta sección se especificó el nivel socio económico, estrato, los ingresos, actividad económica y nivel de escolaridad de la persona encuestada.

Se indagó de los servicios públicos básicos con los que debería contar la vivienda, como lo son, energía eléctrica, alcantarillado, acueducto, gas natural, recolección de basura y teléfono; así mismo el servicio sanitario.

El final de esta sección se hace referencia si posteriormente del FRM se construyó alguna estructura de contención que ayude a mitigar el evento, teniendo como opción seis tipos de estructuras como alternativas de respuesta. Ver Figura 49

NIVEL SOCIO ECONOMICO			
ESTRATO	<input type="text" value="1"/>	1. Estrato I	2.Estrato II 3.Estrato III
INGRESOS	<input type="text" value="1"/>	1.menos SMMLV	2.Un SMMLV 3.Dos o mas SMMLV
ACTIVIDAD ECONOMICA	MOTOTAXISMO		
NIVEL DE ESCOLARIDAD	<input type="text" value="0"/>	1.Basica primaria	2.Basica secundaria 3. Universitaria
SERVICIOS PUBLICOS			
1.SI 2.NO	<input type="text" value="1"/>	ENERGIA ELECTRICA	<input type="text" value="2"/>
	<input type="text" value="1"/>	ALCANTARILLADO	<input type="text" value="1"/>
	<input type="text" value="1"/>	ACUEDUCTO	<input type="text" value="2"/>
		0. No tiene	1. Letrina
		2.Inodoro sin conexión a alcantarillado. Ni pozo septico	
		3.Inodoro con conexión a pozo septico	
		4. Inodoro con conexión a alcantarillado	
		5.Descarga directa al terreno	
SERVICIO SANITARIO	<input type="text" value="4"/>		
ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN			
TIPO DE ESTRUCTURA	<input type="text" value="0"/>	0. Ninguna	1.Muro en lantás 2.Muro en costales 3.Muro en gaviones 4.Muro ciclopeo 5.Reforzado 6. Aligerado
TIPO DE FORMACION GEOLOGICA DEL TALUD			
MATERIAL DE EL TALUD SOBRE EL QUE SE ASIENTA LA CASA	<input type="text" value="3"/>	TIPO DE FORMACION DE SUELO	<input type="text" value="1"/>
1. Roca meteorizada		1.Formacion algodonal	
2.Suelo residual		2.Formacion ignea	
3. Suelo Transportado			

Figura 49. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en mas GIGMA, 2010.

4.2.3.3 Nivel de susceptibilidad, descarga de agua lluvia por la cubierta de la vivienda y el historial de inestabilidad. Esta sección hace constatar la forma de cómo se realiza las descargas de las aguas lluvias de la vivienda.

Se recolecta información sobre las pérdidas que causo el FRM, subdividida en dos, pérdidas directas físicas y perdidas indirectas, las primeras haciendo referencia a las afectaciones de los propietarios de la vivienda y las ultimas a interrupciones que damnifican a la comunidad.

Ver figura 50

NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD			
A. Limitantes asociadas al borde del talud	<input checked="" type="checkbox"/> A1 - A3 <ul style="list-style-type: none"> A1. Inestabilidad generada por cercanía al borde del talud A2. Inestabilidad generada por ubicación en corona del deslizamiento A3. Presencia de agua en el talud 		
B. Limitantes asociadas con la masa deslizada.	<input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> B1. Presenta evidencia de manto freático alto, debido a cercanía al río. B2. Presencia de algunos asentamientos diferenciales. 		
C. Factores externos	<input checked="" type="checkbox"/> C2 <ul style="list-style-type: none"> C1. Deslizamiento provocado en caso de escenario sísmico (falta de confinamiento). C2. Alta densidad de viviendas situadas en la corona del talud con el consecuente colapso sobre una parte del barrio 		
DESCARGA DE AGUA LLUVIA POR LA CUBIERTA DE LA VIVIENDA			
FORMA DE DESCARGA	<input checked="" type="checkbox"/> 5 <ul style="list-style-type: none"> 1. A un agua con descarga al talud 2. A un agua con descarga a la vía 3. A dos aguas con descarga a el talud y vía 4. A dos aguas con descarga al talud sup y talud inf 5. A un agua con descarga al patio 6. A dos aguas con descarga a el patio y a la vía 7. A dos aguas con descarga a el patio y talud inferior 		
HISTORIAL DE INESTABILIDADES			
PERDIDAS DIRECTAS FISICAS			
AÑO	PERSONAS AFECTADAS	VICTIMAS	COSTO DE DAÑOS \$
2018	4	2	\$5.000.000
SE AFECTO LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA			SI
SE AFECTARON LOS SECTORES DE AGRICULTURA			NO
SE AFECTARON LOS SECTORES DE GANADERIA			NO

Figura 50. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa. GIGMA, 2010.

4.2.3.4 Pérdidas indirectas: interrupción de funcionamiento, historia. En esta sección se redacta las historias que narran las personas encuestadas del día que se presentó el evento de FRM. Ver figura 51.

PERDIDAS INDIRECTAS: INTERRUPCION DE FUNCIONAMIENTO	
SE AFECTARON LOS SECTORES DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE	NO
SE AFECTARON LOS SECTORES DE SERVICIO PUBLICO	NO
SE AFECTARON LOS SECTORES FINANCIEROS Y ECONOMICOS	NO
SE CUENTA CON MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGACION Y ATENCION DEL DESASTRE POR PRTE DE LA COMUNIDAD Y AUTORIDADES COMPETENTES	NO
HISTORIA	
<p>Debido a las fuertes lluvias presentadas en el mes de octubre de 2018, y a la carencia de un sistema colector de aguas lluvias y sanitarias en la corona del talud, se produce un deslizamiento de tipo traslacional ocasionando graves daños a la vivienda, sepultando a la dueña de la misma y su hijo, cuya consecuencia se produjo el deceso de la propietaria del inmueble y deja a su hijo en estado crítico(UCI). Debido a que este evento se presento ha altas horas de la noche (entre 11:00 pm a 12:00 am) y el difícil acceso al lugar, las entidades a cargo de la gestión del riesgo en el municipio no pudieron hacer presencia inmediata en el sitio, por ello los bomberos fueron el organismo de socorro encargados de atender esta emergencia.</p>	

Figura 51. Ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en más. GIGMA, 2010.

4.2.3.5 Foto de vivienda. Para finalizar, en esta sección se encuentra un registro fotográfico que refleja las condiciones en las que se encuentra el punto geo-referenciado. Ver figura 52.

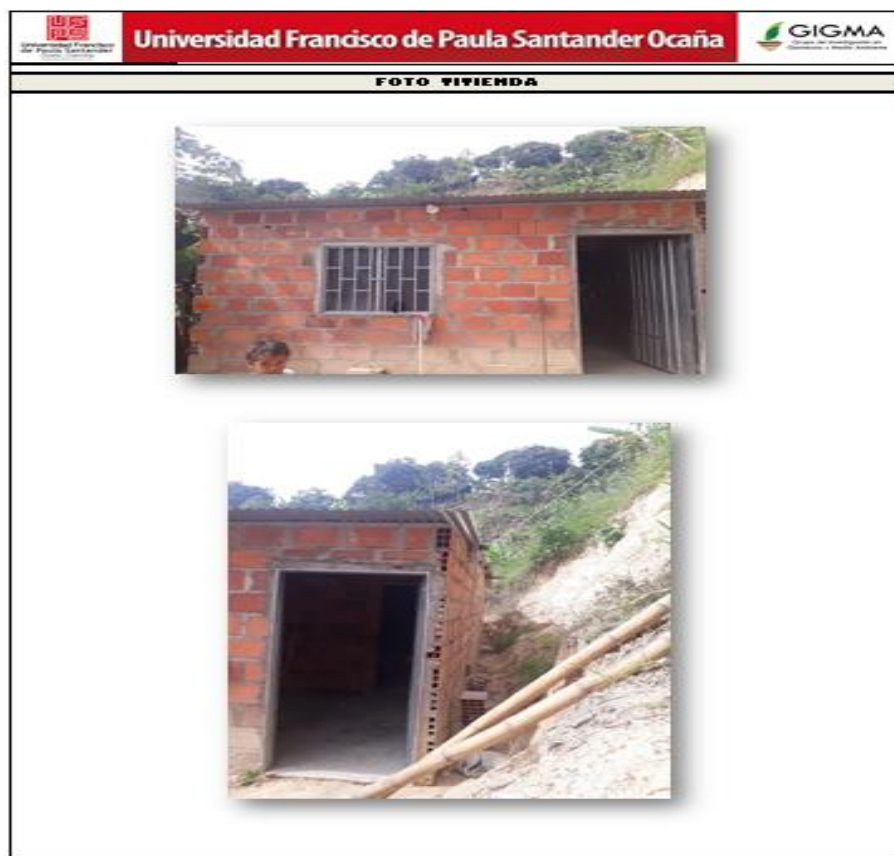


Figura 52. Sección E ficha para identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa. GIGMA, 2010.

Luego de la recopilación y caracterización de los fenómenos de remoción en masa del municipio de Ocaña Norte de Santander, se logró constatar que durante el periodo que comprende (octubre de 2015 a octubre de 2019) se presentaron en 11 barrios, nuevos fenómenos de remoción en masa de acuerdo a la recolección de los datos correspondientes a las fichas técnicas de identificación de elementos vulnerables.

4.2.4 Zona que presentaron puntos nuevos de fenómenos de remoción en masa para el periodo 2015-2019 Durante la actualización del mapa de Fenómenos de remoción en masa, de acuerdo a la información previamente recolectada y a la información recolectada en

campo se logró constatar que en 11 barrios se presentaron nuevos fenómenos de remoción en masa, los cuales se identificaron, clasificaron de acuerdo a la ficha estructurada en el literal 4.2.3.

Los barrios en donde se presentaron nuevos fenómenos se relacionan en la Tabla 50.

Tabla 4 Sitios Que Presentan Nuevos Fenómenos de Remoción en Masa (octubre 2015 a octubre 2019)

N°	Barrio	N° sitios Encontrados
1	Colinas de la Esperanza	10
2	Betania	4
3	Simón Bolívar	17
4	El Carmen	3
5	Fundadores	18
6	Cristo Rey	2
7	Comuneros	3
8	Cañaveral	2
9	Libardo Alonso	3
10	Nuevo Horizonte	3
11	El Carbón	2
12	San Fermín	3
	Total	70

Debido a la gran extensión de la identificación y datos de cada una de las viviendas afectadas por los nuevos fenómenos de remoción en masa, la caracterización, resumen y gráficos, para cada uno de los once barrios se presentan en el APÉNDICE C.

De la información suministrada por la Ficha para “identificación de elementos vulnerables a fenómenos de remoción en masa”. Como se describe en el numeral 4.2.3, se lograron identificar las condiciones más detonantes que hacen que estos sitios sean más susceptibles a los FRM; siendo éstas relacionadas así:

De las 70 viviendas que en total fueron encuestadas, se encontró que el tipo de vivienda más predominante en la ciudad de Ocaña, corresponde a tipo Casa o Apartamento representando el 89 % de la población, encontrándose así mismo un porcentaje bajo del 11 % de tipo Cuarto, como se indica en la figura 53; Así mismo en la figura 54 se evidencia que la mayor parte de las viviendas se encuentran ubicadas en la Parte Baja del talud, significando un 44% de la muestra seguida de un 40% en la Parte Media y un 16% en la Parte Alta de las diferentes zonas.

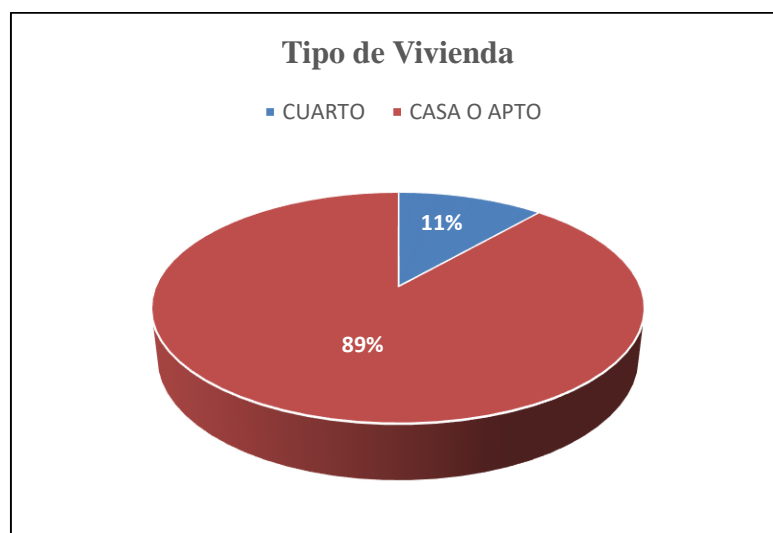


Figura 53. Tipo de Vivienda presentes en la ciudad de Ocaña Autores del Proyecto, 2020.

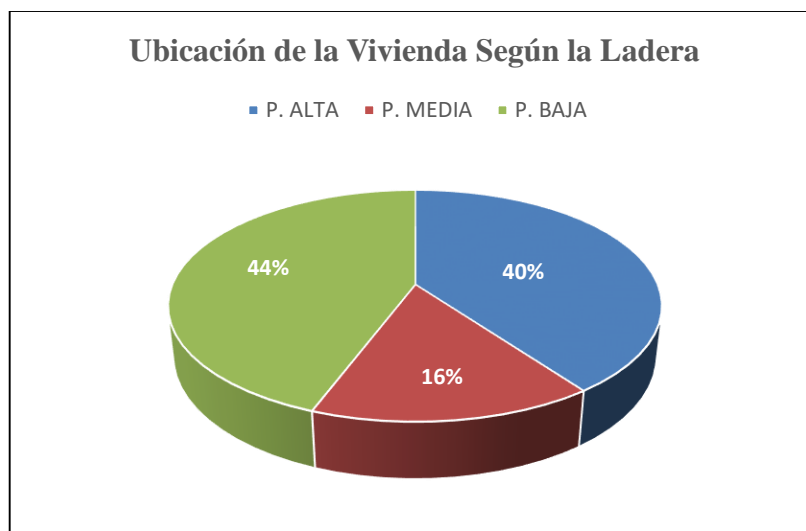


Figura 54. Ubicación de la vivienda según el Talud, en Ocaña Autores del Proyecto, 2020.

Como un resultado de esta investigación se logró evidenciar que el aumento de sitios susceptibles a FRM se debe en gran medida a la falta de estructuras de contención que mitiguen estos riesgos, encontrándose esta condición con un 83% de la población que no cuenta con estas obras y que en proporciones bajas cuentan con otras estructuras como lo son Muros en concreto Reforzados en un 10 % , y en bajas proporciones obras de tipo Muros en Llantas ,Muros en Concreto Aligerado y Muro en Gaviones representados en 4 % , 1% y 1% respectivamente, como se muestra en la figura 55. De igual forma es importante detonar que la mayor parte de la población que se encuentra expuesta a estos fenómenos pertenecen al estrato 1 con un porcentaje del 84% , ver figura 56; correspondientes a comunidades de escasos recursos con ingresos menores a un salario mínimo como se evidencia en la figura 57

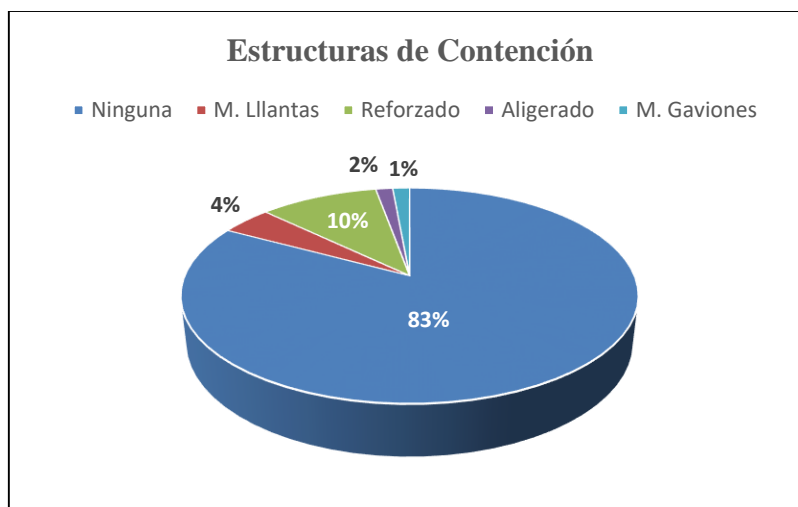


Figura 55. Estructuras de Contención predominantes en la ciudad de Ocaña. Autores del Proyecto, 2020.

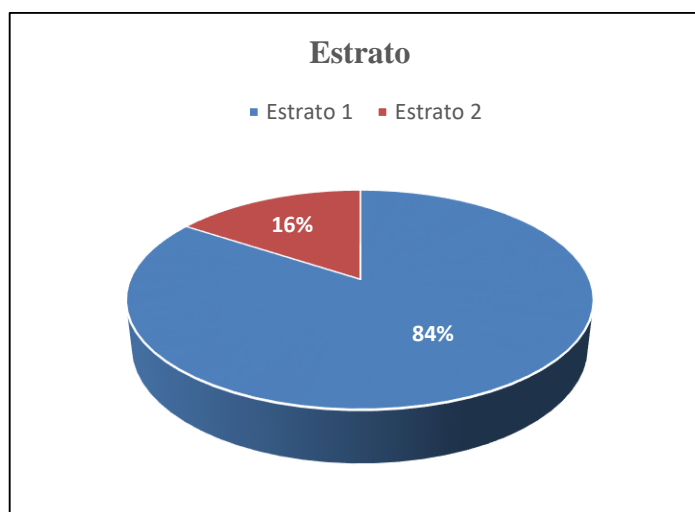


Figura 56. Estrato socio económico de Ocaña Autores del Proyecto, 2020.

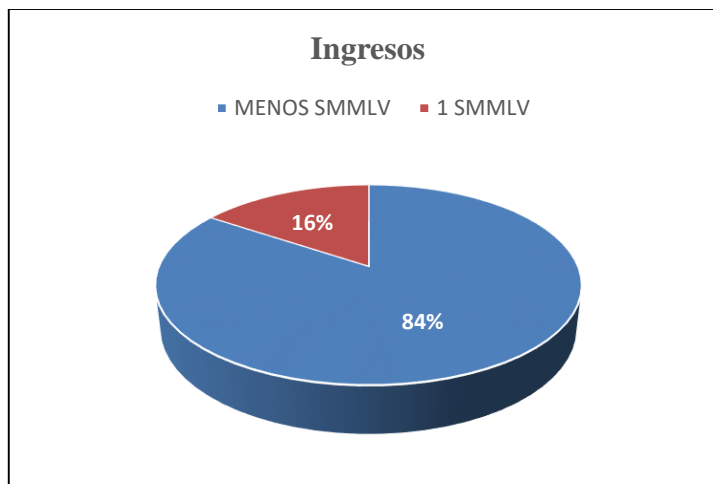


Figura 57. Ingresos dominantes en la ciudad de Ocaña Autores del Proyecto, 2020.

Debido a la gran extensión de la identificación y datos de cada una de las viviendas afectadas por los nuevos fenómenos de remoción en masa, la caracterización, resumen y gráficos, para cada uno de los once barrios se presentan en el **APÉNDICE C.**

4.3 Elaborar la actualización del mapa de las zonas susceptibles a FRM y sus principales características mediante el software ArcGis®

Al finalizar la validación y verificación en campo de la información consignada en el mapa existente, se trazaron planes de vuelo fotogramétricos con el fin de obtener imágenes aéreas que cubrieran las áreas de interés del proyecto.

Para el desarrollo de los vuelos se hizo uso de un equipo de vuelo no tripulado, comúnmente conocidos como Drone, propiedad de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, con las siguientes características (ver tabla 5):

Tabla 5

Especificaciones Dron Phantom 3 Advance

Especificación	Característica
Peso (baterías y hélices)	1280 Gr
Tamaño diagonal	350 mm
Velocidad promedio	7m/s
Angulo de inclinación	35°
Sistema de posicionamiento satelital	GPS diferencial
Cámara	sensor 1/2.3" CMOS
Píxeles efectivos	12.4 m (píxeles totales: 12.76M)
Velocidad de obturador electrónico	8-1/8000s

La planificación de los vuelos se llevó a cabo con el uso de la plataforma DroneDeploy, la cual permitió configurar el polígono sobre el cual se desarrollaría cada levantamiento fotogramétrico, también otras características como el traslape longitudinal, solape lateral, dirección y velocidad del vuelo, estos parámetros son importantes para garantizar la calidad de la información obtenida por el sensor del dron y el resultado final del procesamiento. En la figura 58 se puede observar el plan de vuelo sobre el barrio Colinas de la Provincia.



Figura 58. Plan de vuelo barrio Colinas de la Provincia. Autores del proyecto, 2020

La duración de cada misión estaba entre 9 y 14 minutos, de acuerdo a la extensión del polígono, y el número de fotos en promedio de cada vuelo está cerca de las 220, las cuales eran almacenadas por el drone en una tarjeta micro SD para posteriormente ser descargadas en un equipo de cómputo.

La totalidad de los vuelos, con su hora de inicio y duración se presentan a continuación en la tabla 6

Tabla 6

Registros de vuelo del RPAS

N°	FECHA			LUGAR DE VUELO	CLASE DE VUELO	HORA DE INICIO		DURACIÓN DEL VUELO			TIEMPO DE VUELO ACUMULADO
	DD	MM	YYYY			HH	MM	HH	MM	SS	
1	03	09	2019	Colinas de la Esperanza	Autónomo	07	54	00	06	33	0:06:33
2	03	09	2019	Colinas de la Provincia	Autónomo	08	40	00	08	29	0:15:02
3	04	09	2019	Líbano	Autónomo	07	35	00	08	14	0:23:16
4	04	09	2019	Altos del Norte	Autónomo	08	33	00	06	09	0:29:25
5	10	09	2019	Asovigiron	Autónomo	07	33	00	07	55	0:37:20
6	11	09	2019	José Antonio Galán	Autónomo	15	29	00	08	26	0:45:46
7	12	09	2019	El Carmen	Autónomo	15	15	00	07	02	0:52:48
8	24	09	2019	Fundadores	Autónomo	07	30	00	07	02	0:59:50
9	01	10	2019	Cristo Rey	autónomo	08	00	00	09	27	1:09:17
10	01	10	2019	Travesías	autónomo	09	30	00	09	36	1:18:53
11	02	10	2019	9 de Octubre	autónomo	08	23	00	11	11	1:30:04
12	02	10	2019	Los Almendros	autónomo	10	03	00	05	41	1:35:45
13	08	10	2019	Tacaloa	autónomo	08	00	00	08	11	1:43:56
14	08	10	2019	Libardo Alonso	autónomo	09	40	00	09	34	1:53:30
15	10	10	2019	Promesa de Dios	autónomo	08	15	00	05	45	1:59:15
16	10	10	2019	Belén	autónomo	09	30	00	08	31	2:07:46
17	15	10	2019	Bambo	autónomo	10	00	00	09	31	2:17:17
18	15	10	2019	Cuesta Blanca	autónomo	11	20	00	06	09	2:23:26
19	16	10	2019	Simón Bolívar	autónomo	08	30	00	09	44	2:33:10
20	16	10	2019	Simón Bolívar	autónomo	08	30	00	09	36	2:42:46
21	22	10	2019	Camilo Torres	autónomo	08	10	00	09	40	2:52:26
22	22	10	2019	Landia	autónomo	09	40	00	11	35	3:04:01
23	23	10	2019	La Torcoroma	autónomo	08	05	00	10	06	3:14:07
24	23	10	2019	Juan XXIII	autónomo	10	25	00	10	35	3:24:42

N°	FECHA			LUGAR DE VUELO	CLASE DE VUELO	HORA DE INICIO		DURACIÓN DEL VUELO			TIEMPO DE VUELO ACUMULADO
	DD	MM	YYYY			HH	MM	HH	MM	SS	
25	30	10	2019	San Fermín	autónomo	08	45	00	09	10	3:33:52
26	30	10	2019	La Santa Cruz	autónomo	10	50	00	12	10	3:46:02
27	05	11	2019	Gustavo Alayón	autónomo	07	56	00	09	39	3:55:41
28	05	11	2019	Olaya Herrera	Autónomo	09	58	00	12	25	4:08:06
29	06	11	2019	Las Mercedes	Autónomo	08	30	00	09	58	4:18:04
30	06	11	2019	12 de Octubre	Autónomo	10	15	00	12	25	4:30:29
31	12	11	2019	Nuevo Horizonte	Autónomo	08	00	00	06	00	4:36:29
32	12	11	2019	El Carbón	Autónomo	09	15	00	06	30	4:42:59
33	12	11	2019	Cañaveral	Autónomo	14	28	00	08	10	4:51:09
34	12	11	2019	Santa Ana	Autónomo	14	56	00	07	45	4:58:54
35	13	11	2019	Los Cristales	Autónomo	08	10	00	06	10	5:05:04
36	13	11	2019	Betania	Autónomo	08	50	00	11	20	5:16:24
37	14	11	2019	El Molino	Autónomo	10	35	00	11	00	5:27:24

Para el procesamiento de las fotos se hizo uso del software Pix4d Mapper®. Para la obtención del orto mosaico, mediante esta herramienta se siguen 4 etapas.

La etapa inicial es la creación y configuración del proyecto, en la cual se le da un directorio de salvado al software, se cargan las fotografías de cada vuelo, y se le asignan un sistema de coordenadas a la información de salida, que para el caso particular se le asignó el sistema Magna Colombia Bogotá, que es aplicable a la zona del país en el cual se ubica el municipio de Ocaña. En las figuras de 59 a 62 se muestran estos procesos

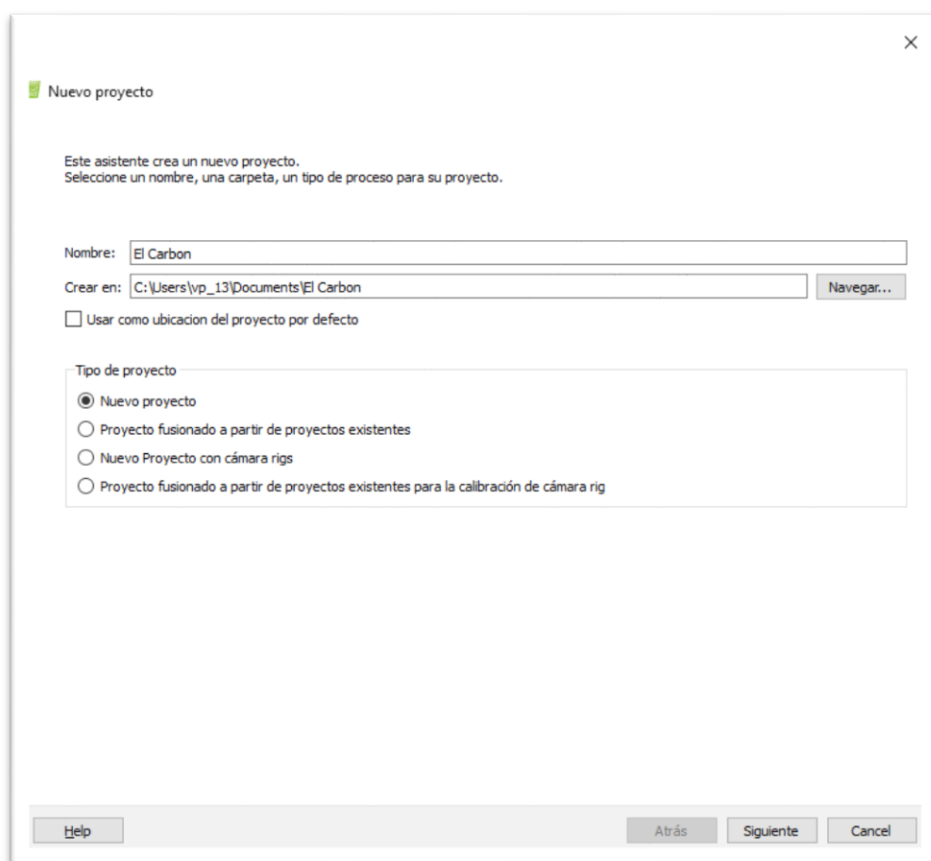


Figura 59. Creación del proyecto Autores del proyecto, 2020

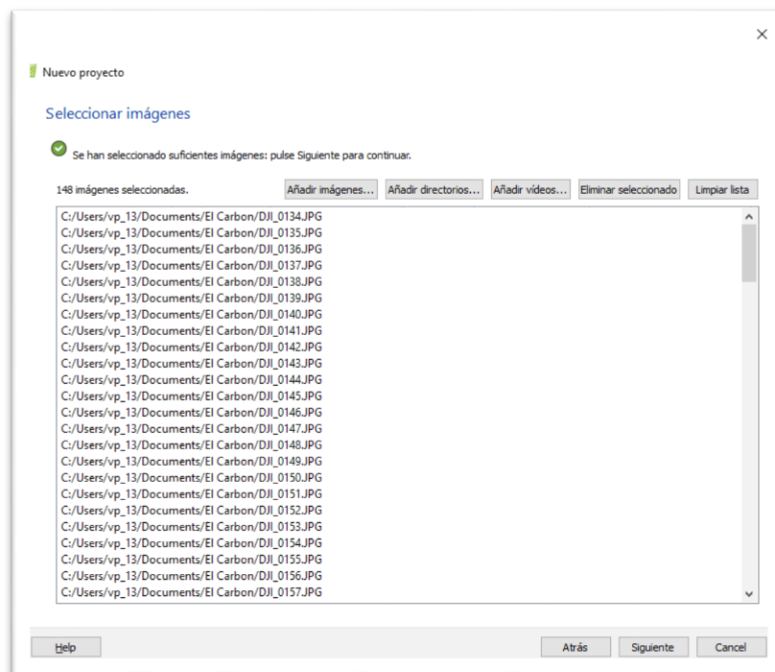


Figura 60. Cargar las imágenes. Autores del proyecto,2020

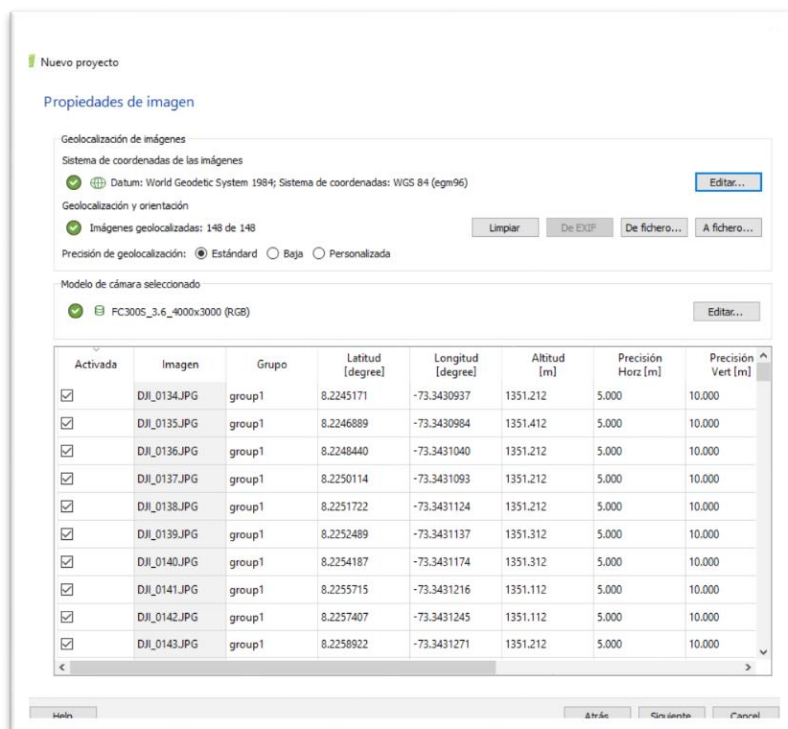


Figura 61. Revisión de las propiedades de las fotografías. Autores del proyecto,2020

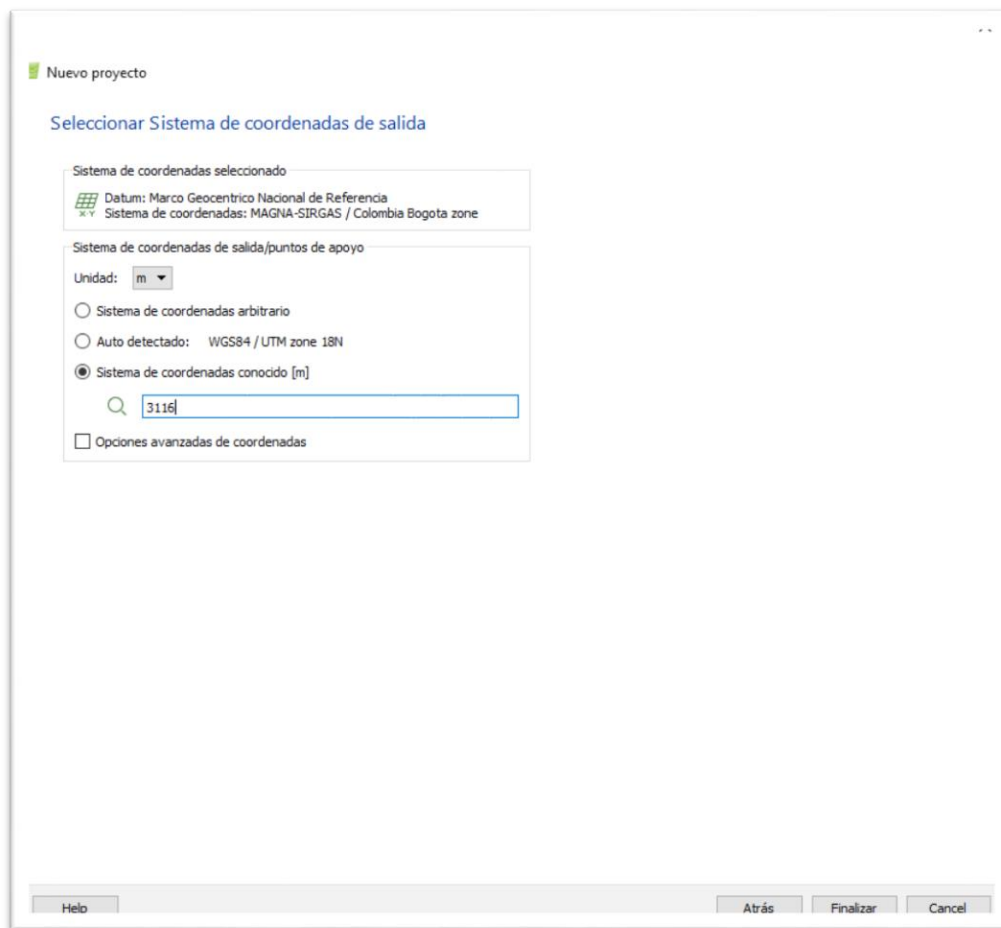


Figura 62. Configuración de sistema de coordenadas de salida. Autores del proyecto, 2020

Al finalizar estas configuraciones, la herramienta informática, muestra la distribución de las fotografías espacialmente, es decir localiza cada una de ellas de acuerdo a las coordenadas que posee dentro de su archivo, tal como se muestra en la Figura 63.

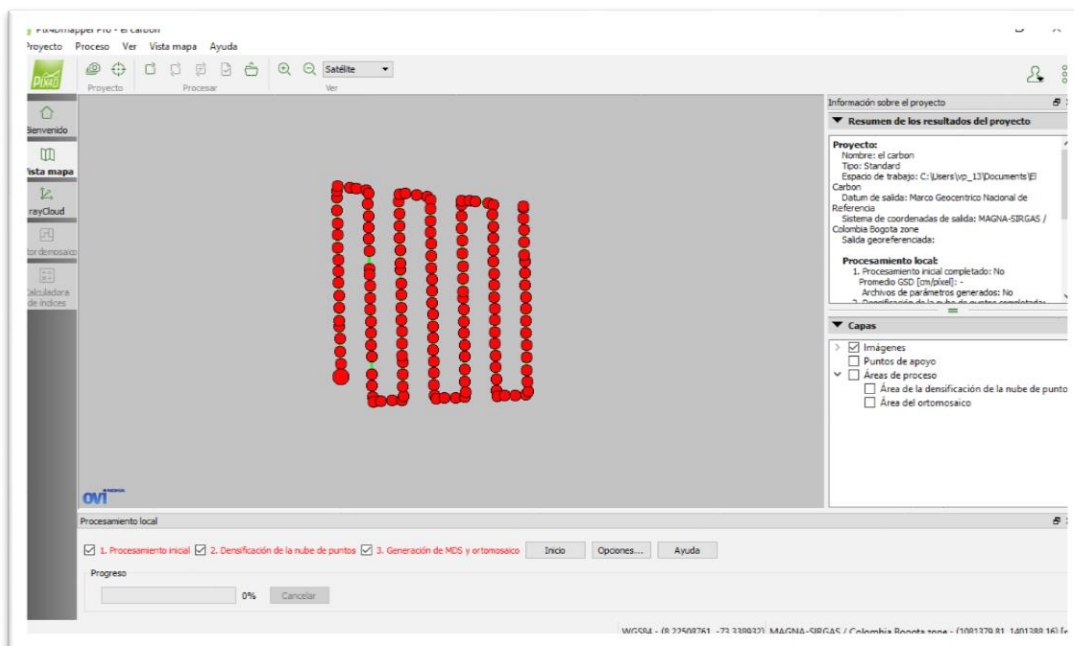


Figura 63. Distribución de las fotografías. Autores del proyecto, 2020.

Una vez cargada toda la información, se procede a establecer los parámetros de procesamiento en las tres etapas siguientes, la función de esta configuración es ingresarle al software la calidad con la cual realiza cada tratamiento de las imágenes, con el fin de obtener los resultados con la mejor resolución posible. Las variables usadas para el procesamiento de todos los vuelos se muestran en las figuras 64 a 66.

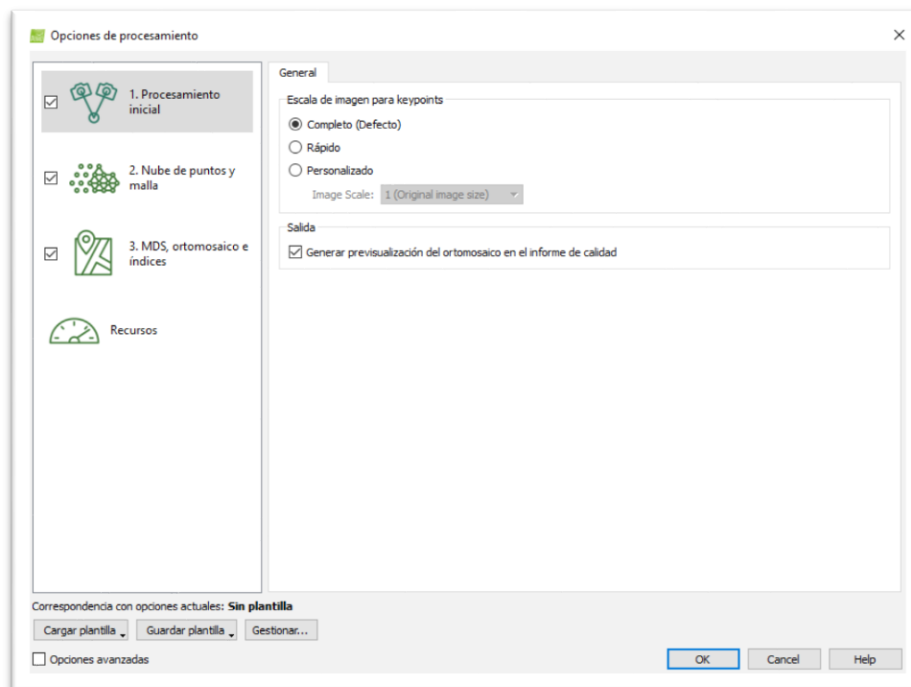


Figura 64. Configuración del procesamiento inicial. Autores del proyecto,2020.

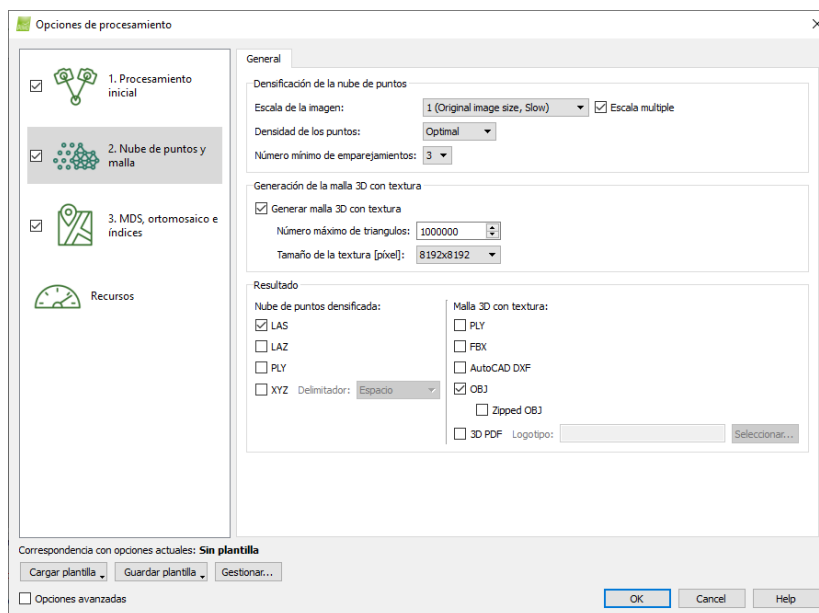


Figura 65. Configuración de la nube de puntos y malla. Autores del proyecto,2020.

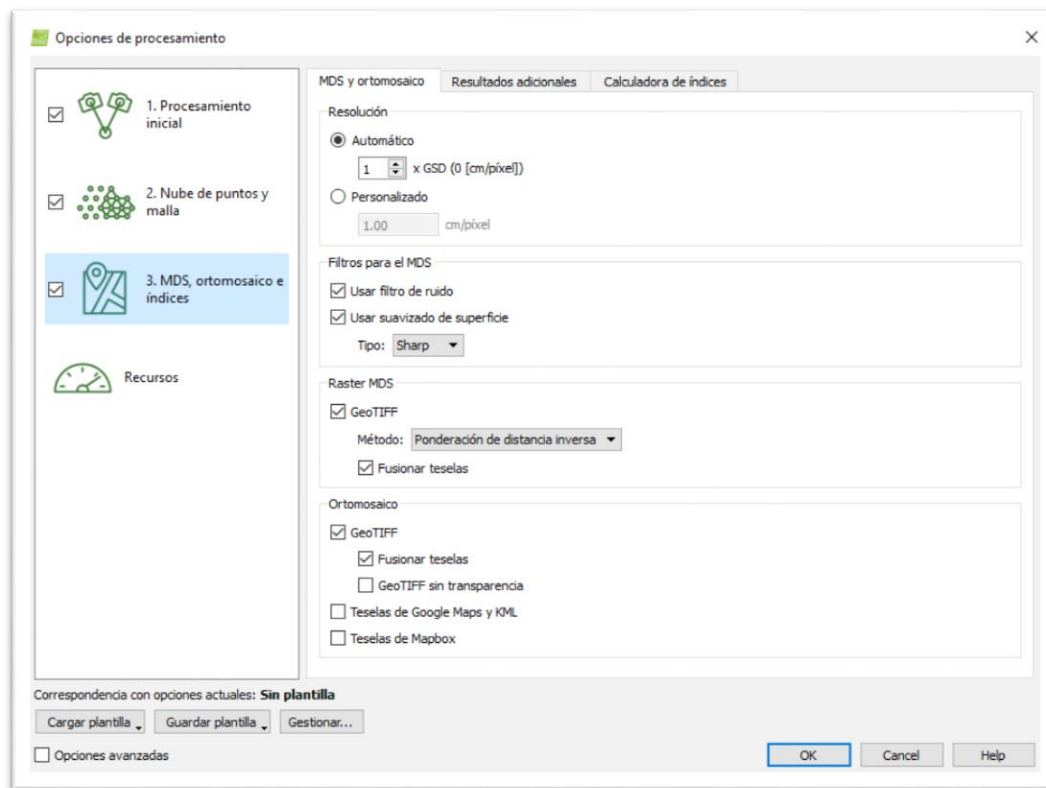


Figura 66. Configuración para la creación del MDS y el orto mosaico. Autores del proyecto,2020.

Una vez terminada la configuración se da inicio al primer proceso, en el cual el software reconoce los puntos comunes existentes entre cada par de fotografías contiguas, también conocidos como puntos homólogos, durante esta etapa también se corrige la posición de cada una de las fotografías teniendo en cuenta la ubicación espacial de los puntos homólogos, los cuales deben tener las mismas coordenadas en cada imagen que los contenga. Los resultados de esta etapa se pueden ver en la figura 67.

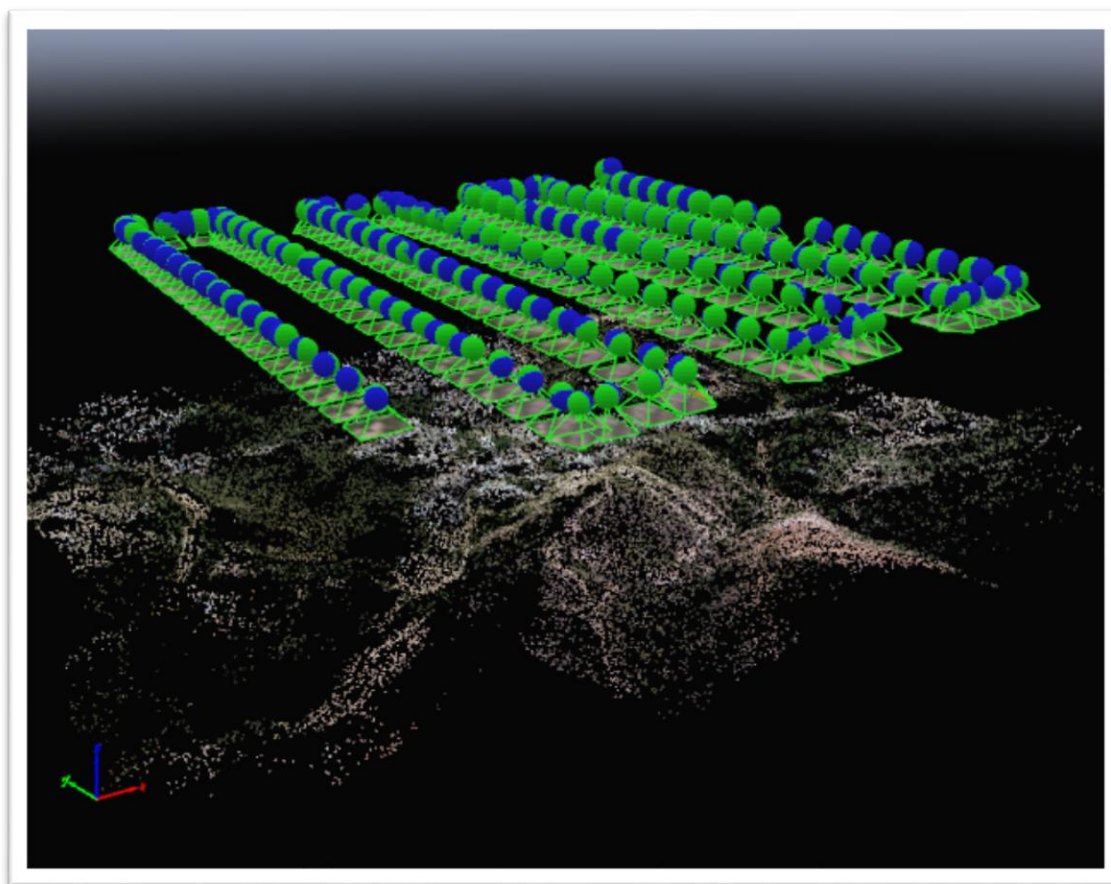


Figura 67. Resultados del procesamiento inicial. Autores del proyecto,2020.

El siguiente paso es la densificación de la nube de puntos y creación de la malla, en donde se analizan las regiones de solape entre los conjuntos de imágenes y se obtienen una serie de puntos con coordenadas X,Y y Z, la cantidad de puntos obtenidos varía de acuerdo a la configuración asignada al iniciar el procesamiento, obtener una mayor cantidad de puntos involucra una mejor calidad de información de salida. La malla se genera mediante la creación de triángulos entre los puntos de la nube densa. En la figura 68 se muestra el resultado de esta operación.

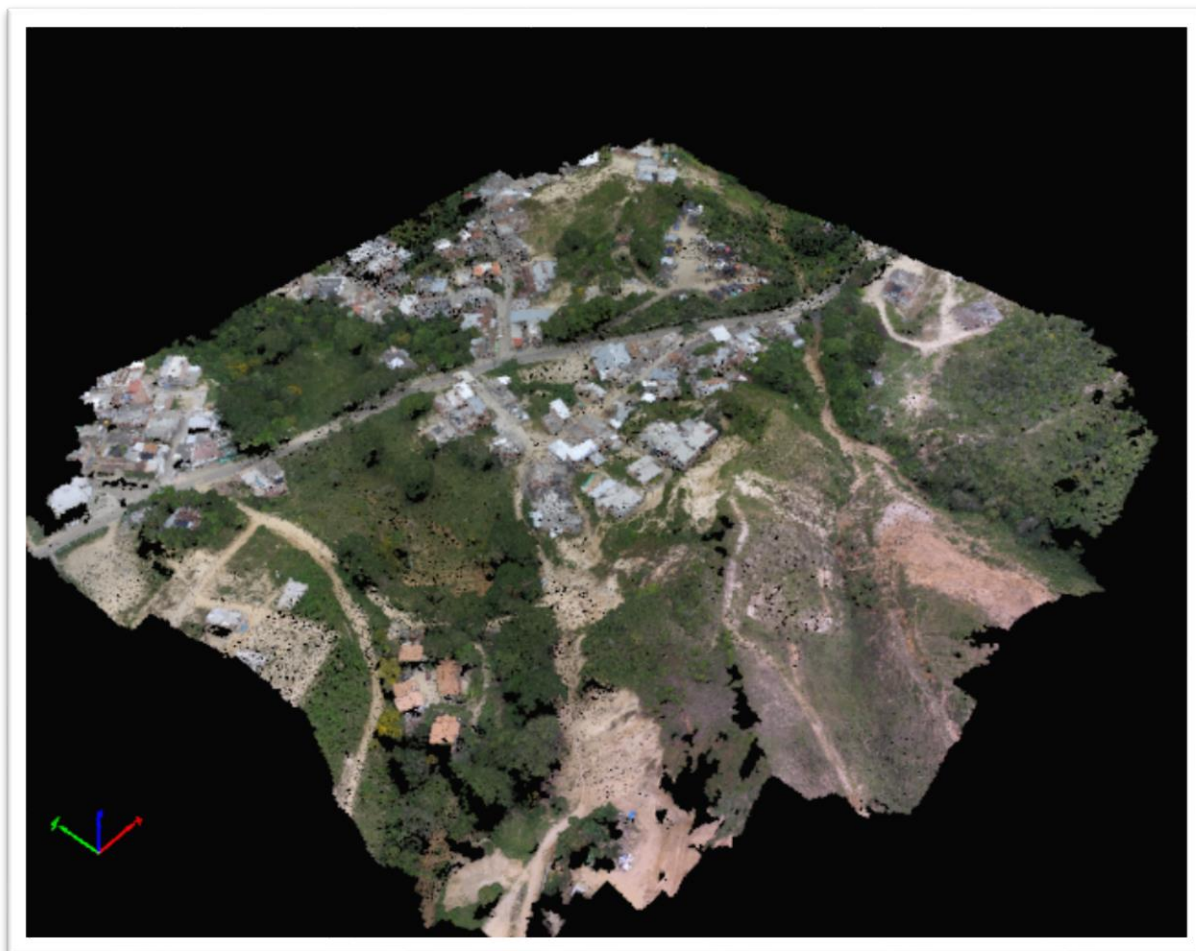


Figura 68. Nube de puntos densa. Autores del proyecto, 2020.

Una vez creada la nube de puntos densa, el siguiente paso es la generación del Modelo Digital de Superficie o DSM (por sus siglas en inglés), que es un archivo de tipo raster en el cual cada pixel posee un valor de altura o cota (ver figura 69), este modelo es la base para la ortorectificación de las imágenes corrigiendo las distorsiones geométricas y ajustándolas al modelo tridimensional del terreno, finalmente se obtiene el orto mosaico formado por todas las fotografías, ajustado al MDS, y georeferenciado con el sistema de coordenadas elegido, como se muestra en la figura 70.

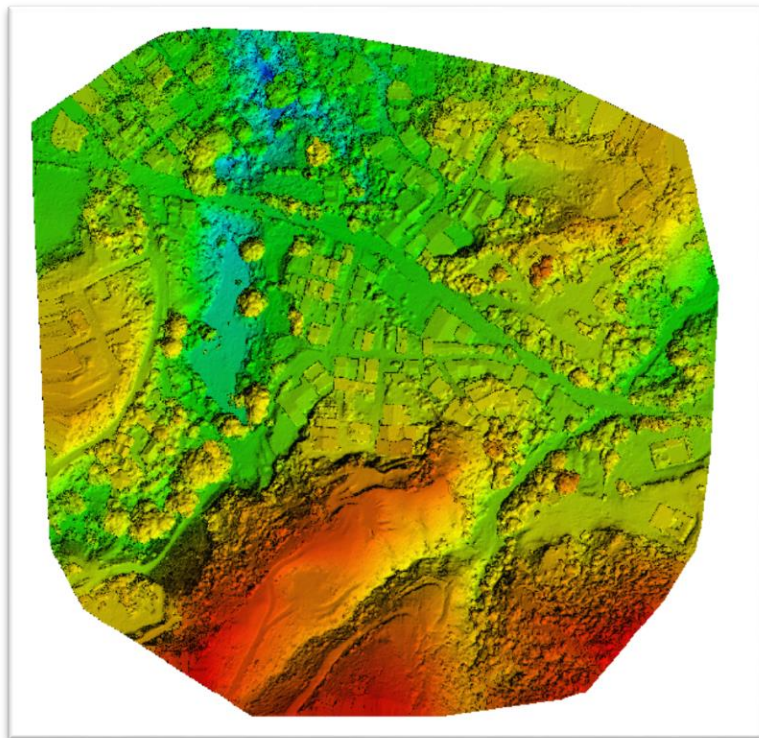


Figura 69. Nube de puntos densa. Autores del proyecto,2020.



Figura 70. Orto mosaico. Autores del proyecto,2020

Una vez procesada toda la información obtenida con el dron, se procedió a la actualización del mapa haciendo uso del software ArcGIS®, en el cual se cargó la información base del plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Ocaña, como lo es el perímetro urbano y la división de manzanas; así como todos los orto mosaicos obtenidos a partir de vuelos de dron.

La actualización de la cartografía de fenómenos de remoción en masa, derivó en el desarrollo de dos mapas. Un primer mapa donde se representan las diferentes tipologías de FRM de acuerdo a lo establecido en la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa del Servicio Geológico Colombiano del año 2017 y otro donde se identifican las áreas propensas a ser afectadas por estos mismos eventos.

Para la composición de estos dos mapas, dentro del aplicativo ArcMap del software ArcGIS®, se crearon dos capas (shapefile) de información de tipo polígono (ver figura 71), la primera para identificar los movimientos existentes, en la cual se pudiera consignar la información de cada movimiento, como tipo, subtipo, actividad, parte del movimiento, verificación en campo y acrónimo que lo identifica (Ver figura 72); y la segunda para delimitar las áreas que se pudieran ver afectadas en caso de nuevos fenómenos de remoción en masa.

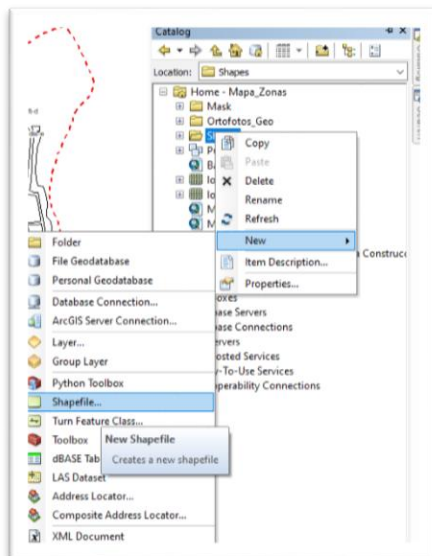


Figura 71. Creación de un Shapefile. Autores del proyecto,2020

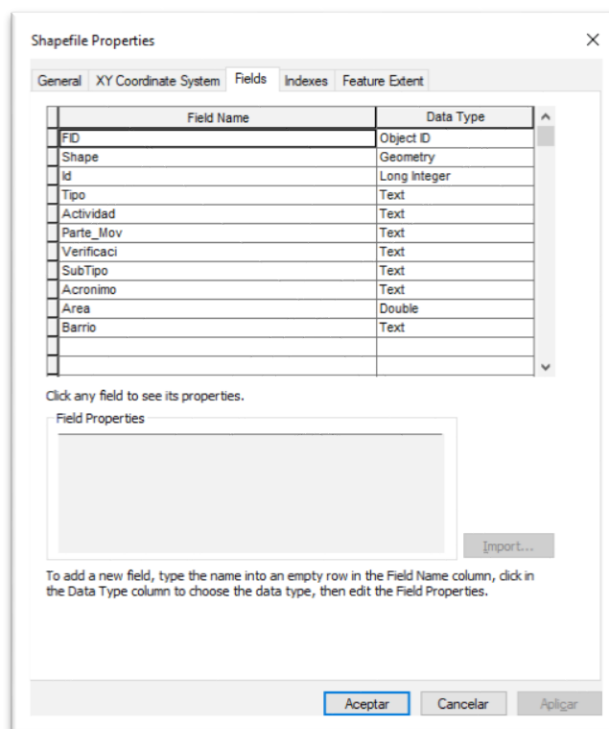


Figura 72. Atributos de la capa de identificación de FRM. Autores del proyecto,2020

En la capa de identificación se crearon los polígonos de cada uno de los movimientos en masa verificados del mapa existente y los eventos presentados entre los años 2015 y 2019 delimitando las áreas de escarpe y cuerpo de ellos acorde a las visitas de verificación realizadas y a la información visible en los orto mosaicos (Ver figura 73).

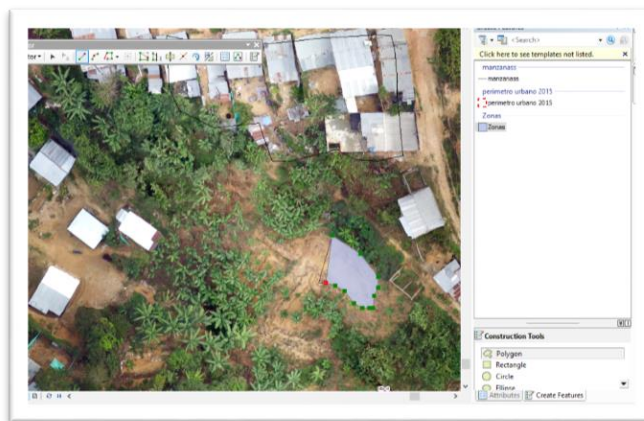


Figura 73. Digitalización de información. Autores del proyecto,2020

Al terminar de crear cada polígono, se digitó la información respectiva a su identificación (ver figura 74)

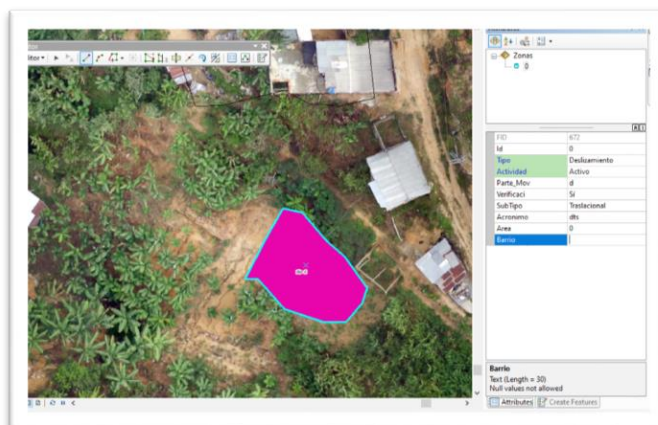


Figura 74. Asignación de información de la zona. Autores del proyecto,2020

Para la capa de áreas susceptibles a FRM, solo se crearon los polígonos de acuerdo a los movimientos existentes, y a su identificación en el mapa y sobre las imágenes aéreas, para el caso de esta capa el único atributo que se calculo fue el área en metros cuadrados. (Ve figura 75)

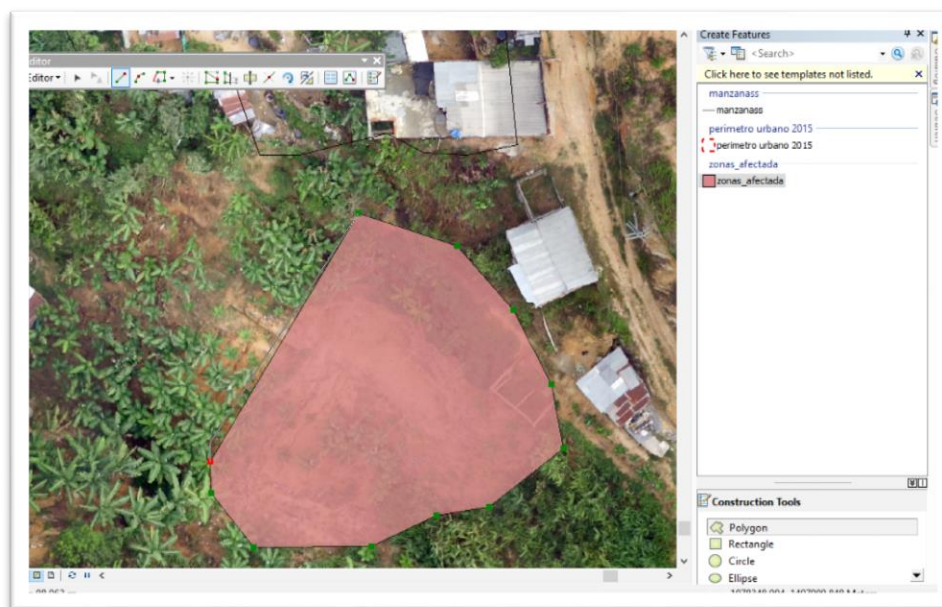


Figura 75. Zonificación de áreas susceptibles a FRM. Autores del proyecto,2020

Al terminar de digitalizar toda la información en las dos capas antes mencionadas, se procedió a la generación de los dos mapas en formatos PDF, conformados cada uno por la información cartográfica, titulo, cuadro de convenciones, sistema de coordenadas y escala, que son los elementos básicos en la estructura de un mapa. Los mapas se muestran en las figuras 76 y 77, y se puede apreciar completamente en el **APÉNDICE D**.

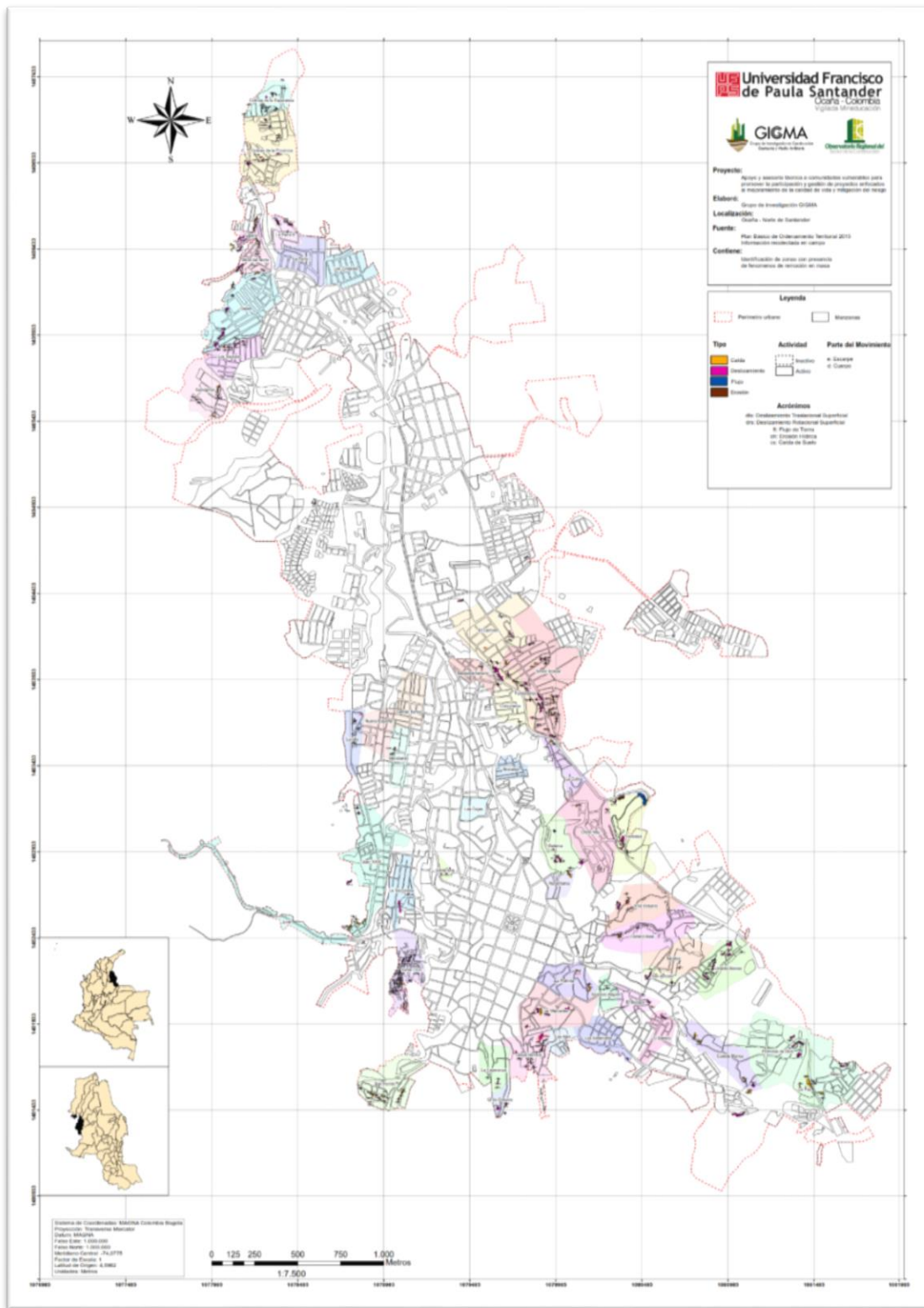


Figura 76. Mapa de identificación de FRM. Autores del proyecto, 2020

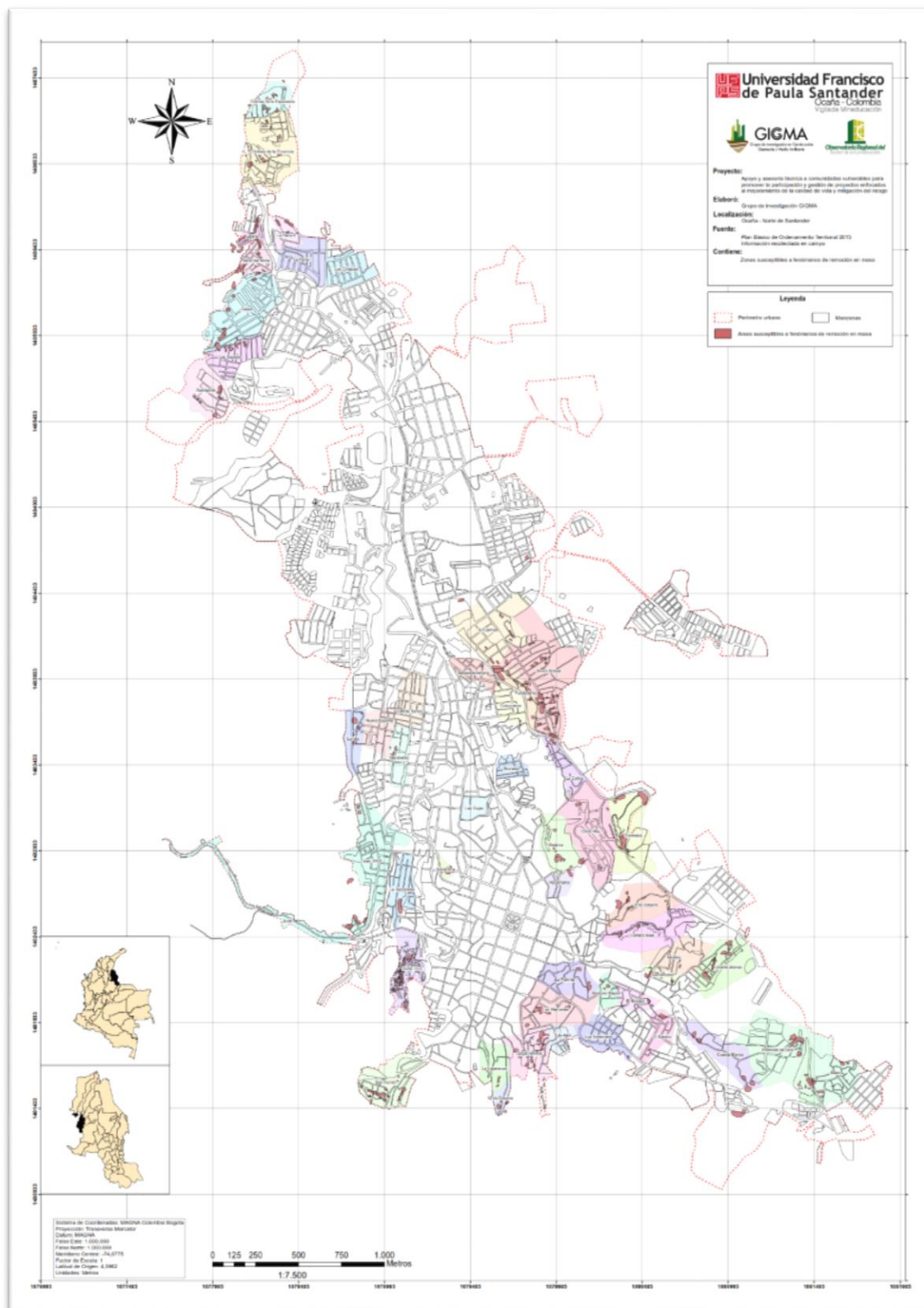


Figura 77. Mapa de áreas susceptibles a FRM. Autores del proyecto, 2020

4.4 Realizar actividades de sensibilización a la comunidad que se encuentren en zonas propensas a FRM.

Para esta actividad se realizaron visitas de campo a cada uno de los barrios identificados en el periodo de tiempo objeto de la actualización, realizando actividades de sensibilización individual y actividades de sensibilización colectivas en zonas más críticas, seleccionando aquellas comunidades que presentaban condiciones más desfavorables, que históricamente han presentado más problemáticas de FRM y que además de esto eran más receptivas y mejor organizadas. Para tal caso se estableció una jornada denominada “primera jornada de capacitación a comunidades vulnerables” actividad que se realizó conjunta con el Observatorio Regional del Sector de la Construcción y CMGRD seleccionando los barrios Colinas de La Esperanza y La Santa Cruz, con el siguiente contenido.

4.4.1 Sensibilización a sitios que presentaron fenómenos de remoción en masa.

Aprovechando la actividad de verificación de los puntos históricos se realizó una sensibilización por viviendas encuestadas en donde se le hacía entrega de un plegable que evidencia recomendaciones a tener en cuenta antes, durante y después de que ocurre un FRM, alertando a la comunidad del riesgo que presentaba la vivienda al momento de la visita así como de las actividades que ayudaban a mitigar los riesgos en la misma, como ejemplo se les indicaba formas sencillas y económicas para la recolección de las aguas lluvias y no verterlas directamente al talud.

En la figura 78 y figura 79 se presenta el plegable, que se utilizó para la sensibilización de los diferentes barrios afectados por FRM.



Figura 78. Portada de plegable para sensibilización. GIGMA, 2019.

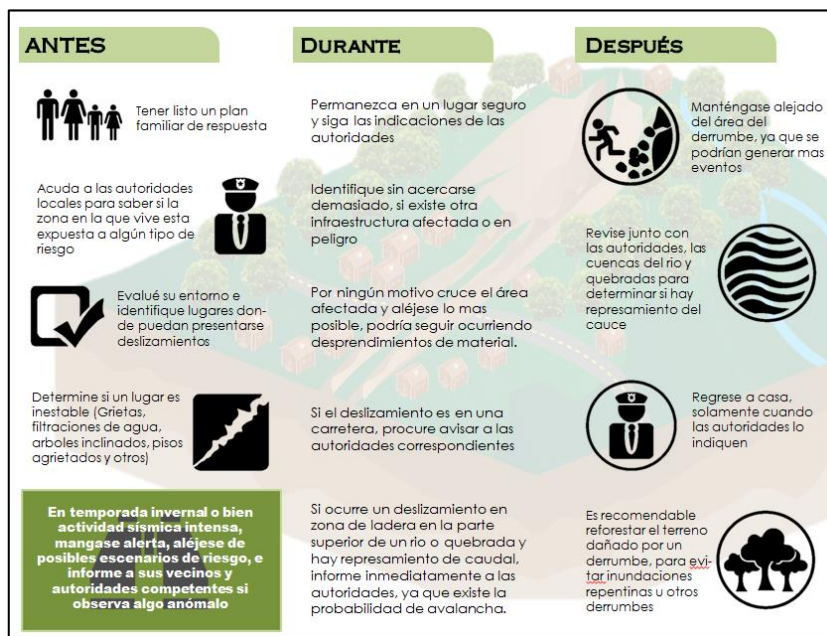


Figura 79. Contenido interior de plegable para sensibilización. GIGMA, 2019.

El plegable presentado en la sensibilización muestra en su portada, información relacionada con características y efectos de los fenómenos de remoción en masa y los diferentes números de emergencia a los que pueden acudir cuando se presente un fenómeno de este tipo.

Por otro lado, el contenido interior del plegable presenta diferentes recomendaciones para la población que se encuentre en zonas propensas a fenómenos de remoción en masa en diferentes momentos como antes, durante y después del suceso de uno de estos fenómenos.

Luego de identificar y verificar los puntos históricos reportados en los anteriores trabajos de grado y de clasificar los nuevos puntos identificados en la Tabla 1 se realizó capacitaciones y sugerencias con el ánimo de mitigar las causas generadoras de fenómenos de remoción en masa en cada una de las viviendas afectadas por este tipo de fenómenos. Como se muestra en el literal 4.4.2

Esta sensibilización se desarrolló en forma conjunta con el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres y con el Observatorio Regional del Sector de la Construcción adscrito al Grupo de Investigación GIGMA de la UFPS Ocaña.

De acuerdo a los datos recolectados en estas capacitaciones se pudo relacionar la información que se presenta en tabla 7.

Tabla 7

Viviendas sensibilizadas en visitas

Barrio	N° de Viviendas	N° de Personas	Total personas
Colinas de la Esperanza	15	4	60
Colinas de la Provincia	10	5	50
Santa Cruz	20	4	80
San Fermín	10	4	40
Libardo Alonso	10	4	40
Fundadores	10	4	40
Simón Bolívar	20	5	100
Olaya Herrera	15	3	45
La Esperanza	6	5	30
TOTAL	116		485

Se logró capacitar a 485 personas de 116 viviendas, sobre los aspectos más relevantes de los fenómenos de remoción en masa, en cuanto a identificación, sensibilización y la forma de reaccionar en cada una de las etapas de estos fenómenos, esto durante las visitas realizadas puerta a puerta. Como se muestra en la figura 65.



(a)



(b)



Figura 80. Sensibilización de habitantes en zonas propensas a FRM. a) B. los Sauces. b) B. El Líbano. Gustavo Alayón. d) b. Villa Paraíso. Autores del proyecto, 2020.

4.4.2 Jornadas de capacitacione a familias ubicadas en zonas vulnerables. Para la realización de esta actividad se organizó previamente con los primeros respondientes, (grupo de personas que está a cargo del barrio) y la junta de acción comunal, una reunión para desarrollar la primera jornada de capacitaciones a comunidades vulnerables, que se llevó acabo el día 20 de noviembre de 2019 y que contó con el siguiente orden.

1. Se realizó la presentación de los aspectos que generan los deslizamientos en la zona, dando a conocer un significado de los mismos y evidenciando casos puntuales del barrio en donde se encontraban las causas identificadas en las visitas de campo, así como recomendaciones que ayudaran a la mitigación de estos riesgos.

2. Se identificaron las zonas críticas con su respectivo tipo de deslizamiento mediante la cartografía generada a partir de las fotografías aéreas.

3. Para hacer recomendaciones más didácticas se contó con la proyección de un video denominado "conceptos claves de gestión del riesgo de desastres", (Ver **APÉNDICE E**) en el cual se detallaban la características más relevantes de los deslizamientos y su forma de prevención y mitigación.

4. Como actividad final se realizó entrega de plegable en el cual se le hacían recomendaciones de cómo responder antes, durante y después de que ocurra un desastre par habitantes que viven en zonas de laderas.

En los barrios colinas de la esperanza y el barrio la santa cruz se socializó y capacitó a las personas de manera colectiva con apoyo del CMGRD y el Observatorio Regional de la Construcción adscrito al Grupo de Investigación GIGMA, tomando como herramienta fundamental, los mapas producto de la investigación, en donde se caracterizaba y localizaba cada uno de los fenómenos de remoción en masa, tal como se presenta en la Figura 66 y la Figura 67.

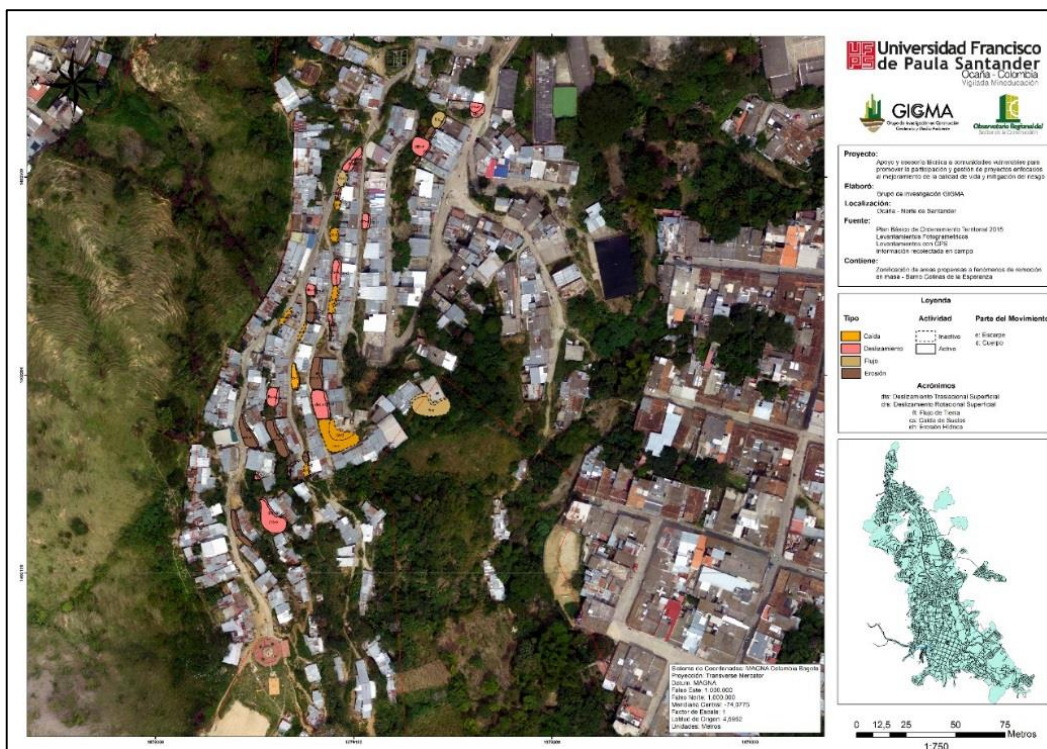


Figura 81. Mapa de zonificación de FRM, barrio la Santa Cruz. GIGMA, 2019.

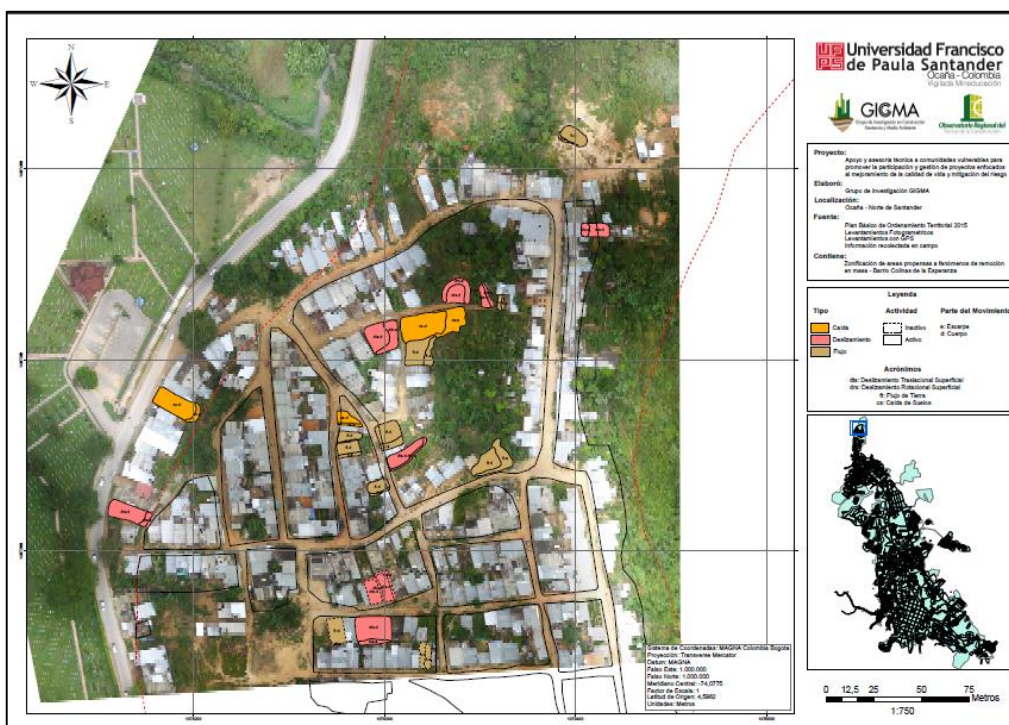


Figura 82. Mapa de zonificación de FRM, barrio Colinas de la Esperanza. GIGMA, 2019.

Las jornadas de capacitación a familias vulnerables ubicadas en zonas vulnerables más Críticas, se realizó de forma colectiva en horarios nocturnos para obtener una mayor asistencia, los participantes en las jornadas de capacitación se relacionan a continuación en la tabla 8 y la tabla 9.

Tabla 8

Relación de la Participación de la comunidad en el barrio Colinas de la esperanza

Jornada de Capacitación a Familias Ubicadas en zonas Vulnerables	
Tipo de Asistente	Cantidad
Adultos	16
Menores de Edad	6
Total	22

Tabla 9

Relación de la Participación de la comunidad en el barrio La Santa Cruz

Jornada de Capacitación a Familias Ubicadas en zonas Vulnerables	
Tipo de Asistente	Cantidad
Adultos	41
Menores de Edad	1
Total	42

El registro de los asistentes en las jornadas de capacitación se presenta en el **APÉNDICE**

F.



Figura 83. Sensibilización grupal. Autores del proyecto, 2020.

Conclusiones

En la recopilación y actualización de zonas propensas a FRM en el lapso comprendido entre octubre de 2015 a octubre de 2019 se evaluaron 46 barrios del municipio de Ocaña, Norte de Santander, en donde se identificaron y actualizaron 581 sitios con problemas asociados a fenómenos de remoción en masa.

De los 51 barrios que históricamente presentaban FRM hasta el año 2015, 43 siguen siendo barrios con amenaza activa por deslizamiento, 6 ya no se encuentra en amenaza (Bruselas, Las Cajas, 3 de Abril, Junín, Camilo Torres y Las Delicias) y a 2 no se les logro realizar estudio debido al difícil acceso (La Perla y Los Cristales). Adicionalmente se encontró que en el lapso de tiempo entre (Junio – octubre de 2019). Se hallaron 3 nuevos sectores en la ciudad que presentan FRM que corresponden a los barrios El Carbón, Nuevo Horizonte y Cañaveral, debido a que en estos 3 barrios se asentó nueva población y se realizaron cortes inapropiados.

Al realizar la actualización del mapa, se logró determinar que de los 581 puntos con FRM, encontrados y analizados en el municipio, 454 puntos se encuentran activos, de los cuales el 55% corresponden a deslizamientos, seguido del 30% para caída de suelo, el 8% erosión hídrica y el 7% flujo de tierra; los otros 127 puntos son inactivos, de estos el 56% corresponde a deslizamiento, seguido del 38% para caída de suelo y el 6% para los flujos de tierra. Así mismo, a partir del análisis realizado se logró determinar que en su mayoría los principales factores detonantes de estos FRM se deben a cortes inadecuados en zonas de ladera y la descarga directa de las aguas lluvias al talud.

Se determinó que el tipo de fenómeno de remoción en masa más recurrente en el municipio de Ocaña es el de tipo deslizamiento traslacional con 53% y deslizamiento rotacional con un 1%, los fenómenos de tipo caída de suelo con un 30%, también se presentan fenómenos de tipo flujos de tierra y erosión hídrica con un porcentaje bajo de alrededor del 7%.

En el desarrollo de la investigación se dedujo que el barrio más propenso a fenómenos de remoción en masa es Simón bolívar con un área de 3439.9 m², distribuido en 65 puntos afectadas, en donde el 83% corresponde a fenómenos en estado activo.

El factor detonante, que más incide en los deslizamientos que se presentan en el barrio Simón bolívar, el cual posee más de 60 zonas con FRM, es la intervención antrópica, por cortes de ladera, sumado a que se identificó el hecho de que las descargas de los techos de las terrazas superiores caen sobre los taludes de la terraza inferior, lo cual genera erosiones hídricas que afectan de manera directa el terreno.

Mediante el software ArcGis® se logró caracterizar cada uno de los 581 FRM, con sus diferentes movimientos. Gracias al mapa realizado, se desarrolló una herramienta fundamental, para realizar el seguimiento por las diferentes entidades de la gestión del riesgo a cada una de las zonas que presentan fenómenos de remoción en masa.

Se encontró que de las 46 comunidades en zonas propensas a deslizamientos un 95.65% no han tenido ningún tipo de capacitación o sensibilización sobre la problemática por parte de las

entidades encargadas de la gestión del Riesgo, y que con este trabajo se ha abarcado tan solo un 4.35% del total de comunidades que se encuentran en las zonas identificadas como propensas a los FRM.

En las jornadas de sensibilización se evidenció que las comunidades eran conscientes que estaban asentadas en una zona vulnerable a los FRM debido a los cortes inapropiados a las laderas, pero justifican que debido a sus condiciones económicas se exponen a esas condiciones de riesgo

Recomendaciones

Se recomienda que las entidades de gestión del riesgo, mejoren las fichas técnicas de recolección de datos, debido que cuando se recolecto información de estas entidades, la información era dispersa e imprecisa, como dirección, tipo de fenómeno, entre otras.

Durante la caracterización se recomienda que las entidades de gestión del riesgo municipales, brinden mayor acompañamiento, a la hora de realizar visitas técnicas y más apoyo por parte de la comunidad.

A la hora de realizar la actualización del mapa de fenómenos de remoción en masa de tipo deslizamiento en el software ArcGis®, es importante que las imágenes que se tomen tengan una alta resolución que permitan realizar el zoom adecuado para así poder establecer de manera más detallada la zona de escarpe y el cuerpo del movimiento, con lo cual se permite delimitar las áreas verdaderamente afectadas

Se recomienda que se realicen sensibilizaciones más frecuentes por parte de las entidades de gestión del riesgo municipal, para educar a las personas afectadas por los FRM.

Referencias

- Andrade, A., & Peñaranda, S. (2014) *actualización del historial de zonas propensas a fenómenos de remoción en masa en el municipio de Ocaña, Norte de Santander*. (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/739/1/27840.pdf>
- Camargo, J., & Becerra, J. (2016). *Elaboración del mapa de zonas propensas a fenómenos de remoción en masa en la parte sur-occidental y sur-oriental del área urbana del municipio de Ocaña, Norte de Santander*. (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1088>
- Contreras, Z., & Bermon, M. (2015). *Elaboración del mapa de zonas propensas a fenómenos de remoción en masa en la parte nor-oriental y nor-occidental del área urbana del municipio de Ocaña, Norte de Santander*. (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/737>
- DPN.gov.co. (2018). Obtenido de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentacion%20B3n%20C3%8D%C3%8Dndice%20Municipal%20de%20Riesgo%20de%20Desastres.pdf>
- De Matteis, Á. F. (2003). *Geología y geotecnia, estabilidad de taludes*. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina. Obtenido de: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>

- Gómez, N., Osorio Y., & Salazar, J., (2013) *SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca del rio campoalegre. (Tesis de especialización)*. Universidad De Manizales, Manizales. Obtenido de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmloi/bitstream/handle/6789/1011/SIG%20PARA%20DETERMINAR%20%20LA%20USCEPTIBILIDAD%20A%20MOVIMIENTOS%20EN%20MASA%20EN%20LA%20CUENCA%20DEL%20RIO%20CAMPOALEGRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez, E.A. (2014). *Gramalote, post desastre. Un espacio para la planificación del territorio*. Obtenido de: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/465
- Gutiérrez, J.C., & Vélez, M.F. (2016) *análisis probabilístico y de sensibilidad en la estabilidad de taludes utilizando la aplicación Slope/w[®]* (Tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1228/1/28819.pdf>
- Humanitarian Response. (2017) *Inundaciones en Mocoa* obtenido de: <https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/colombia/document/colombia-inundaciones-en-mocoa-putumayo-reporte-de-situaci%C3%B3n-no-03-al>
- Navarro, J. (2012) “*susceptibilidad y amenaza de movimientos de ladera mediante s.i.g. en el municipio de berlin, el salvador*”.(Tesis de maestría) Universidad Complutense De Madrid, Madrid. Obtenido de https://eprints.ucm.es/19876/1/TFM_JNV_FINALCUT.pdf
- Cifra de víctimas de avalancha en Mocoa (2017). *Portafolio*. Obtenido de: <http://www.portafolio.co/economia/gobierno/cifra-de-victimas-de-la-avalancha-en-mocoa-504803>

República De Colombia. Congreso De La República. 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 Desastres y se dictan otras disposiciones. (24 de abril de 2012). Diario oficial, no. 48.411, 2012, 24, abril.

Servicio geológico colombiano (2017) *Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1: 25.000*. ISBN: 978-958-59782-2-5

Suarez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*.

Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda. Obtenido de:

<http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>