 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Virreinato del Neocóquima	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC-DBL-007	Fecha 10-04-2012	Revisión A
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADÉMICO		Pág. iii(34) 5)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	EDUARD ALONSO TORRES ARÉVALO JHONMAYKEL REYES YARURO		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	AGUSTÍN ARMANDO MACGREGOR TORRADO		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S		
RESUMEN (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>LA INVESTIGACIÓN CONTIENE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE OCAÑA, EL CUAL PRESENTA SECCIONES CRÍTICAS POR CORTES HECHOS POR LAS ACCIONES ANTRÓPICAS DEL HOMBRE, EL ESTUDIO CONTEMPLÓ LA REALIZACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA DE LA LADERA, ENSAYOS DE LABORATORIOS CON MUESTRAS QUE CONFORMAN TODO EL SECTOR DE LA LADERA PARA CONOCER SUS PROPIEDADES.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 345	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 0	CD-ROM: 1



Vía 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

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE
REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO PARA UN SECTOR
DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S.

AUTORES:

EDUARD ALONSO TORRES ARÉVALO

JHON MAYKEL REYES YARURO

Trabajo de grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

AGUSTÍN ARMANDO MACGREGOR TORRADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Agosto de 2019

Agradecimientos

Los autores del trabajo de grado titulado EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S., expresan sus agradecimientos al Especialista en Geotecnia Ambiental, AGUSTÍN ARMANDO MACGREGOR TORRADO, por su ayuda y colaboración en el desarrollo de esta investigación.

También los autores expresan sinceros agradecimientos a:

Ing. Pedro Ramón Báez Cristancho por su asesoría en el desarrollo de la caracterización geológica del sector de ladera.

A los Ingenieros Jeison Stiven Sepulveda y Jonathan Carrascal por su colaboración con el levantamiento topográfico.

Al laboratorista de suelos y pavimentos Oliver Picon Vaccade de la universidad francisco de Paula Santander por su disposición en colaborararnos en la elaboración de los diferentes ensayos de laboratorio.

Al Ingeniero Juan David Herrera Galvis por su colaboración con la toma de fotografías aéreas

De igual manera agradecemos a todos y cada una de las personas que apoyaron la idea y fortalecieron el proceso llevado a cabo en este trabajo de grado, como lo fue el grupo de investigación GIGMA, a los docentes y administrativos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña sin ellos no sería posible esta meta.

Índice

Capítulo 1. Evaluación del nivel de riesgo por fenómenos de remoción en masa y medidas de reducción de riesgo para un sector de ladera del barrio cuesta blanca de la ciudad de ocaña, n.s.	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	5
1.5.1 Delimitación operativa.	5
1.5.2 Delimitación conceptual	5
1.5.3 Delimitación geográfica	6
1.5.4 Delimitación temporal.	6
Capítulo 2. Marco referencial	7
2.1 Marco histórico	7
2.1.1 América Latina y el Caribe.	7
2.1.2 Colombia.	13
2.1.3 Norte de Santander.	15
2.1.4 Ocaña.	17
2.1.5 Barrió Cuesta Blanca.	19
2.2 Marco Conceptual	20
2.2.1 Geología.	20
2.2.2 Topografía.	21
2.2.3 Mecánica de suelos.	21
2.2.4 Talud y Ladera.	21
2.2.5 Deslizamiento traslacional	21
2.2.6 Deslizamiento rotacional.	22
2.2.7 Climatología.	22
2.2.8 Partes de un Talud.	22
2.2.9 Factor de seguridad.	23
2.2.10 Factores de valuación.	23
2.2.11 Análisis del riesgo.	23
2.2.12 Análisis de amenaza.	24
2.2.13 Análisis de vulnerabilidad.	24
2.2.14 Aceptabilidad y categorización del riesgo.	24
2.2.15 Mitigación y prevención del riesgo.	25
2.3 Marco Teórico	25
2.3.1 Fenómenos de remoción en masa.	25
2.3.2 Procesos de remoción en masa y su impacto en las áreas densamente pobladas de los Andes húmedos tropicales colombianos.	26

2.3.3 Metodologías para el Análisis de la Estabilidad: Método del equilibrio limite.	29
2.4 Marco legal	39
2.4.1 Constitución colombiana de 1991.	39
2.4.2 Ley 99 de 1993.	39
2.4.3 Ley 1523 de 2012.	39
2.4.4 Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978 ley 154 de 1976 del medio ambiente	40
2.4.5 Decreto No. 919 de 1989.	40
2.4.6 Decreto No.93 de 1998.	40
2.4.7 Documento CONPES 3146 de 2001.	40
2.4.8 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10)	40
2.4.9 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012.	40
2.4.10 Decreto 1974 DE 2013.	41
2.4.11 Decreto 1807 de 2014 (Septiembre19).	41
Capítulo 3. Diseño metodológico	42
3.1 Tipo de investigación	42
3.2 Localización	42
3.3 Población y muestra	42
3.3.1 Población	42
3.3.2 Muestra.	43
3.3.3 Elementos para recolectar la información.	43
3.3.4 Procesamiento de la información.	44
Capítulo 4. Análisis de resultados	46
4.1 Caracterización de los Geo-materiales del sector en estudio	46
4.1.1 Recopilación de la información de la zona en estudio.	46
4.1.2 Obtención del modelo digital del terreno.	65
4.1.3 Caracterización geotécnica del subsuelo.	68
4.2 Descripción de posibles mecanismos de falla.	73
4.2.1 Actividad morfodinámica	73
4.2.2 Recopilación de información mediante encuesta de evaluación para análisis de vulnerabilidad.	80
4.3 Cálculo y zonificación del nivel de amenaza en los puntos más críticos de un sector de ladera.	84
4.3.1 Realización del modelamiento de estabilidad en la ladera, utilizando software especializado	84
4.3.2 Análisis probabilístico por medio del método del equilibrio limite utilizando el software SLIDE	89
4.4 Determinar el nivel de vulnerabilidad y riesgo que presenta la población del barrio frente a la amenaza por FRM.	109
4.4.1 Uso de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016, Cálculo y zonificación de la vulnerabilidad	109
4.4.2 Uso de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016, Calculo, evaluación y zonificación del riesgo.	134

4.5 Proponer mediante la implementación del método de los factores de valuación las obras para reducir el nivel de riesgo en los sectores críticos de la ladera, incluyendo su respectivo presupuesto.	146
4.5.4Resumen factores de valuación.	147
4.5.5 Proponer un diseño de obra que garantice la estabilidad del talud en estudio	152
4.6 Elaborar el presupuesto y planos de los diseños propuestos.	157
Capítulo 5. Conclusiones	161
Capítulo 6. Recomendaciones	163
Referencias	165
Apéndices	168

Lista de tablas

Tabla 1.Desastres de Importancia en Latinoamérica y el Caribe, 1970 - 1993.	25
Tabla 2.Desastres con mayor cantidad de pérdidas de vidas por riesgo intensivo, 1990-2013.	27
Tabla 3.Desastres con mayor cantidad de viviendas destruidas por riesgo intensivo, 1990-2013.	28
Tabla 4.Zona de riesgo natural de los Municipios de frontera – Norte de Santander	34
Tabla 5.Factores Condicionantes y Desencadenantes de la Estabilidad.	41
Tabla 6.Países de Latinoamérica afectados por Fenómenos de Remoción en Masa.	44
Tabla 7.Metodologías utilizadas en la modelación de taludes.	47
Tabla 8.Comparación de los resultados del cálculo de factor de seguridad para varios métodos (Fredlund y Krahn, 1977).	56
Tabla 9.Características litológicas de los estratos de la zona de estudio.	75
Tabla 10.Resultados ensayos de laboratorio.	86
Tabla 11.Registro histórico de los puntos de las grietas encontrados en la vivienda afectada	95
Tabla 12.Parámetros más representativos obtenidos en el laboratorio, sector de ladera.	109
Tabla 13.Análisis estático, antes del deslizamiento (escenario 1) falla en bloque.	113
Tabla 14.Análisis estático, escenario 2, falla en bloque.	113
Tabla 15.Análisis dinámico, antes del deslizamiento (escenario 1), falla en bloque.	117
Tabla 16.Análisis dinámico, escenario 2, falla en bloque.	117
Tabla 17.Taludes en el sector de ladera.	118
Tabla 18.Análisis dinámico, posible talud #2, falla en bloque.	120
Tabla 19.Análisis dinámico saturado comparativo sin obra y con obra de estabilización, falla en bloque, Modelo 1, talud #1.	124
Tabla 20.Análisis dinámico saturado comparativo sin obra y con obra de estabilización, falla en bloque, Modelo 2, talud #1.	125
Tabla 21.Tabla de resumen del análisis de fragilidad, tanto para estructuras como para personas.	134
Tabla 22.Cálculo de la intensidad para la vía.	142
Tabla 23.Parámetros para encontrar el valor de la intensidad cuando son movimientos lentos.	143
Tabla 24.Intensidad de las viviendas comprendidas en los movimientos lentos.	144
Tabla 25.Parámetros para encontrar el valor de la intensidad cuando son movimientos rápidos.	143
Tabla 26.Intensidad de las viviendas comprendidas en los movimientos rápidos.	143
Tabla 27.Resultados del análisis de vulnerabilidad.	144
Tabla 28.Resultados de la clasificación de la vulnerabilidad.	146
Tabla 29.Resultado de valores para el costo aproximado de daño en edificaciones y número total de personas en cada vivienda escenario 1.	155
Tabla 30.Resultados del cálculo del riesgo escenario 1.	155
Tabla 31.Resultado de valores para el costo aproximado de daño en edificaciones y número total de personas en cada vivienda escenario 2.	157
Tabla 32.Resultados del cálculo del riesgo escenario 2.	157
Tabla 33.Resultados del cálculo del riesgo contemplando el modelo de obra 2.	158

Tabla 34.Registro de bienes físicos para las viviendas de acuerdo al escenario 1.	161
Tabla 35.Registro de bienes físicos para las viviendas de acuerdo al escenario 2.	162
Tabla 36.Valores totales de pérdidas para ambos escenarios, talud #1.	163
Tabla 37.Resumen de factores de valuación para el talud #1 perfil (3) evaluado.	165
Tabla 38.Resumen de factores de valuación para el talud #2 perfil (4) evaluado.	167
Tabla 39.Resumen de factores de valuación para el talud #3 perfil (5) evaluado.	168
Tabla 40.Factores condicionantes y desencadenantes con sus respectivos procesos constructivos de estabilización del sector de ladera.	172
Tabla 41.Propuestas de estabilización para el talud #1.	173
Tabla 42.Propuestas de estabilización para el talud #3.	174

Lista de figuras

Figura 1. Sector de Ladera del Barrio Cuesta Blanca, aun sin la Realización de Cortes.	20
Figura 2. Sector de Ladera del Barrio Cuesta Blanca, después de la Intervención	20
Figura 3. Partes que conforman un Talud	40
Figura 4. Factores que aumentan la incidencia de remociones en masa en Colombia	45
Figura 5. Localización del ejemplo de remoción en masa en Colombia	45
Figura 6. Fuerzas en un análisis de arco circular ($f = 0$).	49
Figura 7. Métodos de análisis de estabilidad de taludes	49
Figura 8. Esquema de un sistema típico de análisis	51
Figura 9. Fuerzas que actúan sobre una dovela en un análisis de estabilidad del arco circular con dovelas	51
Figura 10. Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de dovelas.	53
Figura 11. Esquema de fuerzas sobre una dovela en el método de Bishop simplificado (Duncan y Wrigth, 2005).	54
Figura 12. Diagrama para determinar el factor f_0 para el método de Janbú	64
Figura 13. Ubicación zona de estudio en la ciudad de Ocaña	64
Figura 14. Ubicación zona de estudio.	64
Figura 15. Ubicación del sector de ladera en estudio.	66
Figura 16. Plano de la zona de estudio según mapa modelo de ocupación urbano	67
Figura 17. Plano de la zona de estudio según el riesgo geológico a deslizamiento y/o erosión	68
Figura 18. Vegetación en la zona de estudio, vista frontal	68
Figura 19. Vegetación en la zona de estudio, vista lateral.	69
Figura 20. Visita en compañía del geólogo al talud #1 del sector de ladera en estudio	70
Figura 21. Visita en compañía del geólogo al talud #3 del sector de ladera en estudio	73
Figura 22. Mapa geológico regional del sector de ladera en estudio	74
Figura 23. Taludes en el sector de ladera en estudio	75
Figura 24. Talud #3 donde aflora la secuencia estratigráfica de rocas sedimentarias de la Formación Algodonal.	75
Figura 25. Talud #3, parte del talud que genera problemas a las viviendas	76
Figura 26. Taludes estudiados en el sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca	78
Figura 27. Columna estratigráfica del talud #1.	78
Figura 28. Columna estratigráfica del talud #3.	81
Figura 29. Diferentes paisajes geomorfológicos representativos en la zona de estudio	83
Figura 30. Vista área con dron con las respectivas curvas de nivel.	84
Figura 31. Estación total marca SOUTH.	84
Figura 32. Perfil 3, talud #1 del sector de ladera estudiado.	85
Figura 33. Perfil 4, talud #2 del sector de ladera estudiado	85
Figura 34. Perfil 5, talud #3 del sector de ladera estudiado	85
Figura 35. Limpieza de la superficie de los taludes.	85
Figura 36. Anillo convencional de Corte, extracción de muestras in situ	87
Figura 37. Lugar de extracción de las muestras para los diferentes ensayos	88
Figura 38. Muestras inalteradas para ensayos de peso unitario	88
Figura 39. Muestra para ensayos de humedades naturales del suelo.	89

Figura 40. Talud #1- material deslizado después de ocurrido el fenómeno de remoción en masa del 2015	93
Figura 41. Talud #3 en donde sobresale la formación geológica típica del lugar	93
Figura 42. Deslizamiento ocurrido en la fecha del 05 de Mayo del 2018, vista corona del talud #1	93
Figura 43. Vista general del deslizamiento ocurrido en la fecha del 05 de Mayo del 2018 del talud #1.	94
Figura 44. Evidencia de fisuras y grietas dentro de la vivienda, ubicada en la corona del talud #1	96
Figura 45. Grieta ubicada entre la vivienda y la corona del talud #1	97
Figura 46. Muro en mampostería doble construido por la comunidad en el talud estudiado	98
Figura 47. Visita a la comunidad, parte baja del sector de ladera	98
Figura 48. Manejo inadecuado de las aguas de escorrentía por parte de la vivienda 7 en la corona del talud #1.	99
Figura 49. Viviendas ubicadas en el sector de ladera en estudio.	100
Figura 50. Talud #1, escenario 1, proyección propuesta antes del deslizamiento	104
Figura 51. Talud #1, escenario 2.	105
Figura 52. Observación del perfil #3, talud #1 en el sector de ladera	106
Figura 53. Medición del ángulo de buzamiento en la pared vertical del talud #1, visita en acompañamiento con el geólogo	107
Figura 54. Modelo estático no saturado, escenario 1	110
Figura 55. Modelo estático no saturado, escenario 2.	110
Figura 56. Modelo estático saturado, escenario 1.	112
Figura 57. Modelo estático saturado, escenario 2.	112
Figura 58. Modelo dinámico no saturado, escenario 1	114
Figura 59. Modelo dinámico no saturado, escenario 2	115
Figura 60. Modelo dinámico saturado, escenario 1	116
Figura 61. Modelo dinámico saturado, escenario 2	116
Figura 62. Modelo dinámico saturado, perfil 4, talud #2.	118
Figura 63. Modelo dinámico saturado, perfil 5, talud #3	118
Figura 64. Posible modelo dinámico saturado, perfil 4, talud #2.	119
Figura 65. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento	121
Figura 66. Modelo dinámico con obra de estabilización, modelo 2, talud #1.	124
Figura 67. Modelo dinámico con obra de estabilización, talud #3, perfil 5.	125
Figura 68. Factores de fragilidad por tipología de estructuras	127
Figura 69. Factor de fragilidad por altura de la edificación	131
Figura 70. Factores de fragilidad por estado de conservación de la edificación.	132
Figura 71. Factor de fragilidad por edad de la edificación.	132
Figura 72. Vida útil en función del tipo de edificación	133
Figura 73. Relación deformación/umbral	133
Figura 74. Umbrales tolerables de deformación (límites de asentamiento diferencial NSR-10)	137
Figura 75. Diagrama de bloque deslizante	137
Figura 76. Presión impacto/ presión límite	138
Figura 77. Presión límite de la estructura	140

Figura 78. Profundidad / altura deslizamiento	140
Figura 79. Rangos de clasificación para la vulnerabilidad.	141
Figura 80. Escenario 1 antes del deslizamiento en el 2015.	144
Figura 81. Velocidad inicial a la hora del desplome.	148
Figura 82. Velocidad de viaje del material deslizado	148
Figura 83. Escenario 2, 2018 (Antes de retirar el material)	149
Figura 84. Escenario 2, después de retirar el material deslizado.	150
Figura 85. Velocidades promedias encontradas al iniciar el deslizamiento, escenario 2.	151
Figura 86. Velocidades de choque con las que termina el deslizamiento, escenario 2.	151
Figura 87. Estimación de costo aproximado de daño, valores de E. (escenario 1 y escenario 2)	152
Figura 88. Criterios de afectación de personas	155
Figura 89. Categorización del riesgo de bienes físicos.	155
Figura 90. Categorización de riesgo para personas.	159
Figura 91. Categorización de riesgo de bienes físicos y personas.	159
Figura 92. Descripción de las categorías de riesgo.	159
Figura 93. Categorización del riesgo.	160
Figura 94. Matriz de correlación entre factores que inciden en la estabilidad y procesos constructivos.	170
Figura 95. Factores que producen inestabilidad y procesos constructivos más adecuados	171
Figura 96. Presupuesto de obra para modelo 1.	176
Figura 97. Presupuesto de obra para modelo 1.	177
Figura 98. Presupuesto muro de contención, zona del talud #3.	178

Lista de apéndice

Apéndice A. Ensayos de laboratorio.	186
Apéndice B. Datos proporcionados por el IDEAM, valores de precipitaciones registradas los últimos 20 años.	196
Apéndice C. Resumen estadístico de las encuestas realizadas a cada edificación presente en un sector de la dera del barrio Cuesta Blanca.	199
Apéndice D. Diligenciamiento de los formularios de la guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada, 2016.	209
Apéndice E. Resumen del método de los factores de evaluación con sus obras para reducir el nivel de riesgo en los sectores críticos de la dera.	270
Apéndice F. Análisis de precios unitarios.	302
Apéndice G. Planos	340

Resumen

El presente trabajo contiene la evaluación del nivel de riesgo por fenómenos de remoción en masa y medidas de reducción de riesgo para un sector de ladera del barrio Cuesta Blanca de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, el cual presenta secciones críticas por cortes hechos por las acciones antrópicas del hombre, el estudio contempló la realización de la topografía de la ladera, ensayos de laboratorios con muestras que conforman todo el sector de la ladera para conocer sus propiedades.

Posteriormente se procedió a la modelación de las diferentes situaciones que se plantearon en el software Slide que permitió conocer los factores de seguridad, además por medio de la metodología planteada por la guía del SGC del 2016 se pudo evaluar el nivel del riesgo, luego se llevó a cabo el análisis de los factores de valuación en el sector de ladera para así con los resultados obtenidos se procedió al planteamiento de obras de estabilización y el presupuesto para su realización, que permitirán reducir el riesgo presente en esta zona de estudio del barrio Cuesta Blanca.

Palabras claves. Remoción, ladera, propiedades, topografía, metodología

Summary

The present work contains the assessment of the level of risk by mass removal phenomena and risk reduction measures for a hillside sector of the Cuesta Blanca neighborhood of the city of Ocaña, Norte de Santander, which presents critical sections by cuts made by man's anthropic actions, the study contemplated the realization of the slope topography, laboratory tests with samples that make up the entire hillside sector to know their properties.

Subsequently we proceeded to the modeling of the different situations that were raised in the Slide software that allowed us to know the safety factors, also by means of the methodology proposed by the 2016 QMS guide it was possible to evaluate the risk level, then it was carried out After analyzing the valuation factors in the hillside sector, with the results obtained, we proceeded to propose stabilization works and the budget for their realization, which will reduce the risk present in this area of the Cuesta Blanca neighborhood.

Keywords. Removal, hillside, properties, topography, methodology

Introducción

La ciudad de Ocaña, requiere como necesidad inmediata acciones contundentes a mejorar los sistemas de información en cuanto a la planificación, la prevención y atención de desastres en el municipio, para tener el conocimiento previo de los lugares o zonas que se encuentren en algún nivel de riesgo por fenómenos de remoción en masa (FRM).

Ahora bien, el crecimiento acelerado de la población de Ocaña, ha encaminado a que las personas busquen nuevos lugares para asentarse y construir sus viviendas en zonas de pendiente muy peligrosas colocándose en áreas susceptibles a amenazas por deslizamiento, esta propuesta se presenta para conllevar un diseño experimental y estimación del riesgo en el Barrio Cuesta blanca.

En este trabajo de grado se estudiará la estabilidad de la ladera, por lo cual es necesario conocer las características topográficas y propiedades físico-mecánicas de los geomateriales que lo conforman, que permitan analizar la situación actual de amenaza que se genera; además se modelaran situaciones críticas que puedan afectar la estabilidad. Para finalizar se recomendarán los procesos constructivos pertinentes que puedan favorecer una futura intervención por parte de autoridades correspondientes.

Capítulo 1. Evaluación del nivel de riesgo por fenómenos de remoción en masa y medidas de reducción de riesgo para un sector de ladera del barrio Cuesta Blanca de la ciudad de Ocaña, N.S.

1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo y el uso del suelo en el municipio de Ocaña ha evidenciado en sus últimos años un crecimiento desordenado y sin ninguna planeación adecuada, conllevando a que las personas busquen trasladarse hacia los alrededores del perímetro urbano, estas zonas por sus condiciones y características topográficas son susceptibles a amenazas como lo son fenómenos de remoción en masa (FRM); Estos sucesos se evidencian en el Barrio Cuesta Blanca, en el cual se presentan diferentes taludes con alturas considerables y gran pendiente a lo largo de la ladera.

Esta es una zona que históricamente en los últimos 6 a 10 años ha presentado diferentes eventos de remoción en masa, como se evidencia en las siguientes imágenes como lo son la Figura 1 y Figura 2, en donde se puede observar el cambio abrupto en la ladera, a consecuencia de esto se tiene unos puntos críticos propensos a deslizamiento por la realización de cortes verticales; además se aumenta la amenaza por la sobrecarga efectuada en la corona de los taludes, ocasionadas por acciones antrópicas.

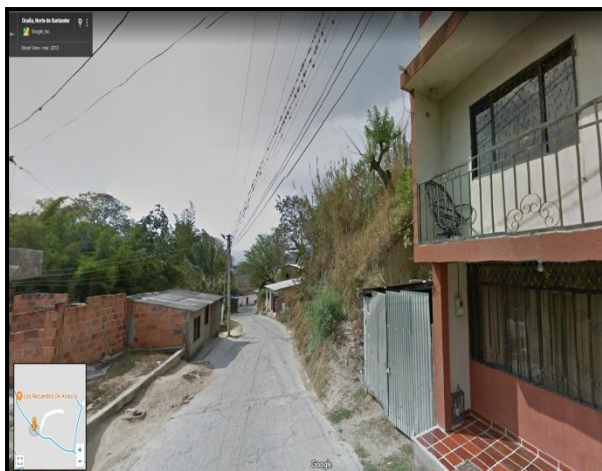


Figura 1. Sector de Ladera del Barrio Cuesta Blanca, aun sin la Realización de Cortes.
Fuente. Google Earth, 2013.



Figura 2. Sector de Ladera del Barrio Cuesta Blanca, después de la Intervención.
Fuente. Autores del proyecto.

En efecto a la problemática descrita anteriormente los niveles de riesgo de este sector de la ciudad no se han evaluado de forma cuantificable, en donde se ha encontrado en lo estipulado por el PBOT que el lugar de estudio se encuentra identificado en una zona de alto riesgo, pero dentro del mapa de amenazas y riesgos urbanos no es específico si se trata de amenaza por deslizamiento, erosión u otros factores.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el grado de riesgo a evaluar en un sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca de la ciudad de Ocaña, con lo relacionado a la amenaza por FRM?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Estimar el nivel de riesgo y plantear medidas de reducción de riesgo para un sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca, en el Municipio de Ocaña.

1.3.2 Objetivos específicos. Caracterización de los Geo-materiales del sector en estudio.

Descripción de posibles mecanismos de falla.

Evaluar el nivel de amenaza de los puntos más críticos de un sector de ladera.

Determinar el nivel de vulnerabilidad y riesgo que presenta la población del barrio frente a la amenaza por FRM.

Proponer mediante la implementación del método de los factores de valuación las obras para reducir el nivel de riesgo en los sectores críticos de la ladera, incluyendo su respectivo presupuesto.

1.4 Justificación

La propuesta de evaluación se focaliza en el perímetro urbano de Ocaña, Norte de Santander, con el propósito de evaluar y mitigar el nivel de riesgo en el Barrio Cuesta Blanca, haciendo de esta una herramienta para la planificación y prevención de cualquier fenómeno o desastre por deslizamiento ocasionado por fenómenos de remoción en masa, puesto que Ocaña es un municipio ubicado sobre la parte oriental de la cordillera andina en donde se hace fácil identificar zonas donde se puedan apreciar laderas con alto grado de inestabilidad y susceptibilidad a deslizamiento.

Como futuros ingenieros y como miembros del programa de ingeniería civil y a través del grupo de investigación GIGMA (grupo de investigación en geotecnia y medio ambiente) de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, no podemos ser ajenos a la problemática del Barrio Cuesta Blanca puesto a que es un sector de ladera con varios puntos críticos, ya que existen taludes muy susceptibles a presentar deslizamientos, tal como se mostró en el planteamiento del problema, se hace necesaria la realización de un estudio que permita reducir el nivel del riesgo en los sectores críticos de la ladera, en el cual se evalué el nivel de amenaza presente y se puedan plantear obras de mitigación como: (Remoción de materiales, abatimiento de la pendiente, terraceo de la superficie) estructuras de contención (pantallas ancladas, anclajes o pernos, pilotes, muros de contención), recubrimiento de la superficie (árboles, arbustos, pastos) y mejoramiento del suelo.

Además se tiene la finalidad de que el proyecto final pueda ser entregado al Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Alcaldía de Ocaña para que este pueda implementar programas de atención de desastres para este tipo de fenómenos, teniendo en cuenta que la amenaza es una constante que depende de muchos factores, buscando mediante las diferentes medidas de prevención, control y estabilización, una proyección con el ánimo de fortalecer las capacidades para el análisis y la reducción del riesgo del Barrio Cuesta Blanca.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa. La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, a través de las distintas dependencias de apoyo como son el laboratorio de topografía y fotogrametría así mismo el laboratorio de suelos y pavimentos, también en conjunto con estudiantes de proyecto de grado y los diferentes semilleros de investigación adjuntos al programa de ingeniería civil, permitió realizar los diferentes ensayos, encuestas y evaluación de los factores determinísticos del nivel de riesgo, así mismo con el desarrollo de todas las fases del proceso pertinente para dar con unas alternativas de solución adecuadas a la problemática presentada en el Barrio Cuesta Blanca.

1.5.2 Delimitación conceptual. En el desarrollo del proyecto se delimitó a conceptos adquiridos en la universidad para realizar la evaluación y estudio de ladera, además nos encontraremos con términos técnicos como: Geología, topografía, mecánica de suelos, talud, deslizamiento traslacional y rotacional, climatología, partes del talud, factores de seguridad, software, factores de valuación, análisis de amenaza, vulnerabilidad, aceptabilidad y

categorización del riesgo, mitigación y prevención del riesgo, adicionalmente se tendrán en cuenta los conocimientos que brindo el director del proyecto.

1.5.3 Delimitación geográfica. La zona de estudio, se encuentra localizada en un sector del Barrio Cuesta Blanca en la zona sur-oriental del casco urbano del Municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.5.4 Delimitación temporal. El desarrollo del proyecto tuvo una duración total de seis (6) meses después de aprobado el anteproyecto, donde se pudo recolectar de datos y se hizo el análisis, los procesos y la organización de la información propiamente recolectada.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

2.1.1 América Latina y el Caribe. En América Latina y el Caribe existen amenazas naturales de todo tipo. Las más comunes se clasifican según sean de origen geológico, como los terremotos, los tsunamis, los volcanes o los deslizamientos; o hidrometeorológico, como huracanes, tormentas tropicales, inundaciones y sequías. La Tabla 1 muestra algunos desastres de importancia en esta Región.

Tabla 1.
Desastres de Importancia en Latinoamérica y el Caribe, 1970 - 1993.

Año	País	Tipo de desastre	No. de funciones notificadas	No. estimado de personas afectadas
1970	Perú	Terremoto	67.000	3.139.000
1972	Nicaragua	Terremoto	10.000	400.000
1974	Honduras	Huracán (Fifí)	7.000	15.000
1976	Guatemala	Terremoto	23.000	1.200.000
1979	Dominica	Huracán (David)	38	81.000
1979	República Dominicana	Huracán (Frederick)	1.400	1.200.000
1980	Haití	Huracán (Allen)	220	330.000
1982	México	Erupción volcánica	1.770	60.000
1985	Chile	Terremoto	180	1.000.000
1985	México	Terremoto	10.000	60.000
1985	Colombia	Erupción volcánica	23.000	200.000
1986	El Salvador	Terremoto	1.100	500.000
1987	Ecuador	Terremoto	300	150.000
1987	República	Huracán	3	50.000

Tabla 1. (Continuación)

1988	Brasil	Inundación	355	108.000
1988	Jamaica	Huracán (Gilbert)	45	500.000
1988	México	Huracán (Gilbert)	225	200.000
1988	Nicaragua	Huracán (Joan)	116	185.000
1989	Antigua, Guadalupe, Montserrat, Islas Virgenes (EUA), Saint Kitts, Estados Unidos	Huracán (Hugo)	56	220.000
1990	Perú	Terremoto	21	130.000
1991	Costa Rica	Terremoto	51	19.700
1992	Nicaragua	Tsunami	116	13.500
1993	Honduras	Tormenta (Gert)	103	11.000

Nota. Fuente: Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe (CRID). (2012).

El impacto de los deslizamientos depende de su naturaleza específica y de sus orígenes. Por ejemplo, los deslizamientos de laderas de colinas o pendientes de montañas obviamente constituyen una amenaza para los seres humanos y sus bienes, pero en general provocan daños en un área geográfica limitada.

En contraste, los derrumbes de origen volcánico, avalanchas, flujos y dispersiones laterales abarcan áreas más extensas y pueden ocasionar grandes pérdidas humanas y materiales. La mayoría de los deslizamientos son causados o intensificados por fenómenos de origen geológico o hidrometeorológico. (CRID, 2012)

De acuerdo a un informe realizado por la Oficina de las Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres en colaboración con la Agencia Española de cooperación internacional para el desarrollo y la corporación OSSO en donde se expone el impacto de los

eventos de que han hecho causar más desastres en los diferentes países que involucran a América Latina y el Caribe se tienen escenarios como el ocurrido en:

Atoyac (México) que es un municipio de más de 60 mil habitantes que registra el mayor número de muertes, debido a la ocurrencia de un deslizamiento en la comunidad La Pintada, que dejó más de 70 muertes (OSSO., 2015)

Es así como se muestra en la Tabla 2 la identificación de los desastres por riesgo más intensivos comprendidos en un periodo de tiempo, puesto que se clasifica teniendo como rango de importancia el valor de las pérdidas de vidas de las personas que han sido afectadas directamente en cada evento presentado.

Entre 1990 y 2013, el registro con mayor cantidad de pérdida de vidas concentradas en un solo municipio corresponde a Nicaragua, por un deslizamiento con gran cantidad de rocas y de lodo, en las laderas del volcán Casitas en el municipio de Posoltega. El deslizamiento estuvo asociado con el incremento de lluvias por el huracán Mitch en 1998 (OSSO., 2015)

Tabla 2.
Desastres con mayor cantidad de pérdidas de vidas por riesgo intensivo, 1990-2013.

País	Evento	Fecha	*Unidades geográficas afectadas de manera intensiva	Pérdida de vidas humanas
Honduras	Huracán Mitch	Octubre 26 de 1998	34 municipios	5 292
Nicaragua	Deslizamiento en Posoltega (Huracán Mitch)	Noviembre 1 de 1998	1 municipio	2 000
Colombia	Sismo del eje cafetero	Enero 25 de 1999	9 municipios	1165
Venezuela	Lluvias Estado Vargas	Diciembre 13, 16 de 1999	2 municipios y 4 parroquias	987
El Salvador	Sismo del 2001	Enero 13 del 2001	52 municipios	904
El Salvador	Sismo del 2001	Febrero 13 del 2001	22 municipios	858
Perú	Sismo de Pisco	Agosto 15 del 2007	17 distritos	575

Tabla 2. (Continuación)

Colombia	Sismo de Páez	Junio 6 de 1994	1 municipio	566
El Salvador	Huracán Mitch	Noviembre 1 y 2 de 1998	12 municipios	394
Guatemala	Tormenta tropical Stan	Octubre 5 del 2005	11 municipios	355
México	Deslizamiento en Teziutlán	Octubre 4 de 1999	1 municipios	263
Ecuador	Deslizamiento en Zamora	Mayo 10 de 1993	1 cantón	200
México	Huracán Ismael	Septiembre 15 de 1997	2 municipios	196
México	Huracán Paulina	Octubre 10 de 1997	2 municipios	183

Nota. Fuente: Impacto de los desastres en América Latina y El Caribe (1990 – 2013).(2015).

En Honduras, este huracán fue el desastre que dejó el mayor número de pérdida de vidas, con un promedio de 155 personas fallecidas por municipio. En Venezuela, hubo más de 900 personas fallecidas, de las cuales 700 ocurrieron en el Estado Vargas.

Los 20 desastres con la mayor cantidad de viviendas destruidas por manifestaciones intensivas del riesgo concentran el 68% del total de viviendas destruidas por este tipo de riesgo como se observa en la Tabla 3. Los eventos hidrometeorológicos desencadenaron 14 de ellos, mientras que los eventos geológicos los seis restantes. No obstante, estos seis desastres concentran el 68% del total de las viviendas que se destruyeron en los 20 desastres. En los años 2012 – 2013 no se registraron desastres con la magnitud de las viviendas destruidas que se muestran en este listado (OSSO., 2015)

Tabla 3.

Desastres con mayor cantidad de viviendas destruidas por riesgo intensivo, 1990-2013.

País	Evento	Fecha	*Unidades geográficas afectadas de manera intensiva	Viviendas destruidas
El Salvador	Sismo del 2001	Enero 13 del 2001	80 municipios	95 961
Perú	Sismo de Pisco	Agosto 15 del 2007	13 distritos	83 116
El Salvador	Sismo del 2001	Febrero 13 del 2001	24 municipios	34 856
Colombia	Sismo del eje cafetero	Enero 25 de 1999	9 municipios	34 419
México	Huracán Dean	Agosto 22 del 2007	3 municipios	23 500
Venezuela	Lluvias Estado Vargas	Diciembre 13, 16 de 1999	3 municipios y 4 parroquias	21 870

Tabla 3. (Continuación)

Perú	Sismo del sur de Perú	Junio 23 del 2001	20 distritos	16 634
México	Huracán Wilma	Octubre 23 de 2005	1 municipio	14 000
México	Huracán Gert	Septiembre 21,22 de 1993	3 municipios	11 700
México	Sismo de Puerto Angel	Septiembre 30 de 1999	2 municipios	9 538
México	Huracán Carlota	Junio 16 de 2012	13 municipios	9 475
Guatemala	Tormenta tropical Stan	Octubre 5 del 2005	17 municipios	8 270
El Salvador	Huracán Mitch	Noviembre 1 y 2 de 1998	13 municipios	8 024
México	Deslizamiento en Teziutlán	Octubre 4 de 1999	1 municipio	7 208
Chile	Lluvias en Alto Hospicio	Julio 2 de 2002	1 comuna	5 500
Guatemala	Tormenta tropical Agatha	Mayo 29 del 2010	9 municipios	5 475
Colombia	Inundaciones en Santander	Febrero 7 del 2005	2 municipios	5 281
México	Huracán Kenna	Octubre 26 de 2002	4 municipios	5 280
México	Huracán Paulina	Octubre 10 de 1997	2 municipios	5 180
Perú	Inundación - El Niño 1998	Enero 29 de 1998	1 distrito	5 000

Nota. Fuente: Impacto de los desastres en América Latina y El Caribe (1990 – 2013).(2015).

Dentro de lo que abarca a diferentes eventos en donde se evidencia el azote y amenaza por escenarios hidrometeorológicos y de carácter geológico, está el caso de Río de Janeiro, Brasil, puesto que las lluvias desbordaron los ríos e inundaron los barrios pobres que rodean la ciudad, destruyeron hospitales y viviendas, y causaron 289 muertos, 734 heridos y 18.560 damnificados. Los servicios de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y teléfonos se interrumpieron por varios días. La causa directa de los deslizamientos fue la cantidad de agua de lluvia sobre laderas de fuertes pendientes, con suelo inestable saturado y drenajes insuficientes (CRID, 2012)

Así mismo; en la Josefina, Cuenca, Ecuador. En marzo de 1993 se produjo un deslizamiento de 20 millones de metros cúbicos de rocas y tierra. El desastre ocurrió por precipitaciones altas en la zona de un antiguo deslizamiento, agravadas por la inadecuada construcción de carreteras(CRID, 2012)

La acción del hombre, en términos de deforestación de cuencas hidrográficas, contaminación y otros agentes antrópicos, propicia la ocurrencia de deslizamientos con repercusiones económicas y sociales extremas.

Los deslizamientos provocados por fuertes lluvias e inundaciones tienen devastadores efectos en la Región, particularmente en áreas deforestadas, o en asentamientos humanos construidos sobre suelos inestables.

Un ejemplo trágico de estas situaciones sucedió a principios de agosto de 1993, la tormenta tropical Bret pasó por el Caribe oriental y causó serios daños estructurales en Trinidad y Tobago antes de golpear con toda su intensidad a la ciudad de Caracas, Venezuela.

Las fuertes lluvias y vientos provocaron deslizamientos en los barrios pobres de las afueras de la capital, y en los estados de Miranda y Aragua. Por lo menos 100 personas murieron, 400 resultaron heridas y alrededor de 5.000 quedaron sin hogar (CRID, 2012)

En 1974, uno de los deslizamientos de tierra más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro en los Andes del Perú. Una laguna temporal fue formada cuando el deslizamiento represó el río Mantaro causando la inundación de granjas, tres puentes, y unos veinte kilómetros de carretera, casi 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida (Rodgers, 1993)

Este desastre es un ejemplo más del potencial destructivo de los deslizamientos de tierra y el por qué son considerados como peligros. Si bien no todos los deslizamientos producen catástrofes, los daños causados por muchos pequeños pueden ser igual o a exceder el impacto de un solo gran deslizamiento. Así, los deslizamientos tanto grandes como pequeños son capaces de causar daños significativos y pérdidas de vida (Rodgers, 1993).

2.1.2 Colombia. Colombia ha sido pionera en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres, permitiendo una disminución de las pérdidas de vidas; sin embargo, los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento y evidencian que los desastres no son eventos de la naturaleza, sino el resultado de la aplicación de modelos inapropiados de desarrollo que no consideran la relación sociedad-naturaleza (Banco Mundial, 2012)

En el conjunto de la 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 este fenómeno.

Por medio de estudios específicos de cada caso se puede determinar la potencialidad del deslizamiento y cuáles medidas deben tomarse para evitar o reducir que el fenómeno ocurra. Sin embargo sabemos que en las temporadas invernales el peligro aumenta. En la región Andina del país, donde es más probable que ocurran los deslizamientos, hay dos temporadas invernales, cada año en los siguientes períodos; Primer Semestre del año: Desde mediados de marzo hasta

mediados de Junio. Segundo Semestre del año: Desde mediados de Septiembre hasta los últimos días de Noviembre (Desastres, 2014)

Los deslizamientos han causado desastres que han dejado dolor y muerte, dentro de los casos más comunes tenemos el de Medellín, Colombia. En septiembre de 1987 se produjo un deslizamiento de 20.000 metros cúbicos de tierra en el barrio Villatina de la ciudad de Medellín. (CRID, 2012)

Así mismo otros eventos que se asocian a este tipo de fenómeno son los registrados en 1974 Quebrada Blanca. Numerosos vehículos que viajaban entre Bogotá y Villavicencio quedaron atrapados el 28 de Julio a causa del derrumbe de un cerro erosionado. Murieron cerca de 200 personas según cifras no oficiales. Y en 1983 El Guavio. 150 obreros que trabajaban en la represa del Guavio murieron bajo cien metros de tierra. Una brigada de rescate murió al caer la segunda parte del deslizamiento (Desastres, 2014)

Es así como en los últimos 40 años se han visto afectadas más de 1 millón de viviendas asociadas a la ocurrencia de diferentes fenómenos; el 73% por inundaciones, el 7% por sismos, el 5% por deslizamientos y el 15% por otros fenómenos. Los departamentos con mayor número de viviendas afectadas por deslizamientos son Cauca y Nariño, con más de 10 mil unidades (Banco Mundial, 2012)

Eventos recientes. De acuerdo a noticias registradas y textos informativos, se evidencia como el invierno ha ocasionado diferentes escenarios de deslizamiento de tierras, tales como los

casos que se citaran a continuación puesto que pone en riesgo la vida de quienes transitan por estas vías nacionales y hacen uso de ellas constantemente.

Deslizamientos ocurridos en vías que comunican ciudades y que son de gran importancia reflejan lo que está sucediendo, esto sucede gracias a la acción del hombre en no mejorar los sectores críticos que puedan ocasionar accidentes, tal es el caso de los derrumbes de bloques de suelo de las vías principales que conducen las ciudades de Bucaramanga-Pamplona, la vía de Bucaramanga hacia la ciudad de Cúcuta o la que comunica a Barrancabermeja con la ciudad de Bucaramanga.

Así mismo en la vía que comunica al llano con la capital del país, en el mes de agosto del pasado año el acceso se mantuvo cerrado por culpa de un derrumbe provocado por las fuertes lluvias. A este hecho se le sumo también un deslizamiento en el kilómetro 64 de la vía Villavicencio-Bogotá.(Chacon, 2018)

Con los datos estadísticos e informes de noticias se observa entonces como Colombia es una región con alta susceptibilidad a fenómenos de deslizamiento, es de vital análisis entrar en trabajo mutuo con el gobierno y entidades encargadas generando soluciones para no percibir tragedias como las mencionadas anteriormente.

2.1.3 Norte de Santander. De acuerdo al índice de riesgo de desastres, 6,7 millones de colombianos tienen un riesgo importante a fenómenos hidrometeorológicos, es decir, inundaciones, deslizamientos y avalanchas. Antioquia, Norte de Santander y Chocó son los departamentos en

los que viven los colombianos con mayor riesgo. En cuanto a municipios los más expuestos son: Murindó en Antioquia, El Tarra en Norte de Santander y Quipamá en Boyacá (Mejía, 2018)

El departamento de Norte De Santander se encuentra en el nororiente colombiano formando límite con Venezuela, está situado sobre la cordillera oriental andina de Colombia, su topografía es variada predominando la zona montañosa, destacándose los páramos de Santurban y de Tama y la serranía de Tibú.

El Departamento de Norte de Santander afronta riesgos naturales de inundaciones, deslizamientos, sísmica, desbordamientos, derrumbes, incendios forestales, etc. Como se logra observar en la Tabla 4.

Tabla 4.
Zona de riesgo natural de los Municipios de frontera – Norte de Santander

Municipio	zonas de riesgo (deslizamientos, volcanes, inundaciones, tormentas, sismos, contaminación)
Bochalema	*Zona altamente sísmica *Zona de la Don Juana por: Erosión, Deslizamiento, amenaza de desbordamiento del río y derrumbes.
Chinácota	*Contaminación por hidrocarburos debido al pozo del oleoducto que transporta crudo por diferentes veredas y parte del sector urbano del municipio.
Durania	*Sismos, Tormentas eléctricas, de lluvias y vientos, Inundaciones, *Deslizamientos, Incendios forestales
El Zulia	Desplazamientos, inundaciones, deslizamientos, accidentes viales.
Herrán	Erosión y fallas geológicas
Los Patios	Deslizamientos, remoción en masa, inundaciones, procesos erosivos, amenazas sísmicas,

Tabla 4. (Continuación)

	*Fallas geológicas (falla de Rumbo).
	*Riesgos por inundaciones en el sector urbano
	*Amenazas antrópicas: alcaldía, batallón, plaza de mercado. ISS, acueducto, electrificadora, Telecom, puentes peatonales, entre otras.
Ocaña	*Accidentes de tránsito y aéreos.
	*Terrorismo.
	*Accidentes químicos biológicos incendios
	*Daños a las redes de distribución explosiones.
Puerto Santander	Los ríos que rodean el área Urbana genera movimientos en masa, y desbordamientos, producto de la erosión hídrica lateral. Se ha presentado inundación urbana trágica, años atrás. En el área rural los desbordamientos de los ríos es muy seguido. Tenemos riegos de sismos, vendavales e incendios.
Ragonvalia	El Territorio en su mayor parte es montañoso y quebrado, se encuentra atravesado por un ramal de la cordillera Oriental de los Andes; esto, sumado al alto periodo de lluvias predominante en la región se torna propenso a deslizamientos principalmente en las veredas de cañuelal y san José.
San Cayetano	Zona rural inundación y deslizamiento por zona aldeaña el rio peralonso y quebrada la ocarena y el rio Zulia en el casco urbano. El aire presenta contaminación, por parte las industrias de arcillas, tejares y la termoeléctrica se maneja con planes ambientales a través de Corponor.
Teorama	Inundaciones y deslizamientos.
Toledo	*Remisión en masa, amenaza por inundación, *Amenaza de Tipo Sísmico y Tectónico *Degradación del Suelo por Erosión,
Villa del Rosario	Inundaciones por desborde el Rio Táchira, alta accidentalidad vial, contaminación ambiental.

Nota. Fuente: Instituto departamental de salud de Norte de Santander.(2012).

2.1.4 Ocaña.Ocaña se encuentra sobre la cordillera oriental en un territorio en el cual la región toma su nombre debido a su extensa área de influencia. Es la segunda ciudad del Departamento de Norte de Santander con 90.037 habitantes (Censo 2005) y está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m; la superficie del municipio es 463Km², los cuales representan el 2,2% del departamento. La región en donde se encuentra Ocaña, se denomina "Provincia de Ocaña" la cual tiene un área de 8602 km². Posee una altura máxima de 2.065 metros sobre el nivel del mar y una mínima de 761 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio de Ocaña es de 22° C.

El casco urbano del Municipio de Ocaña se encuentra dividido en seis (6) comunas, ocupando un área total actualizada de 8.24 km².

La estructura resultante de la estratificación socioeconómica completa el análisis para la construcción del modelo de ciudad vigente y permite observar un mayor número de áreas localizadas en zonas de estrato 3, principalmente en la zona central del municipio, los sectores de estrato 2 se ubican en especial en cercanías a los ríos, mientras que el estrato 1 se localiza en las zonas periféricas de la ciudad, la mayoría al oriente de la misma, en zonas de pendientes pronunciadas y de riesgo por remoción en masa.

Finalmente el estrato 4, el más alto, se ubica en la comuna 5 (Alcaldía Municipal de Ocaña, Informe General del Municipio de Ocaña, 2008)

El grado de riesgo que posee las laderas del municipio de Ocaña, puede ser alterado de una u otra forma por variados agentes generadores de procesos modificadores de las condiciones de estabilidad. El factor hídrico es un detonante de la estabilidad de los taludes, ya sean naturales o adecuados para construir viviendas y vías de acceso.

Este está determinado por las precipitaciones que afectan con diferentes intensidades (severa, moderada o leve) la superficie del terreno; y por la forma como las aguas de escorrentía fluyen pendiente abajo, ya sea de forma sub-superficial o superficial, de tipo laminar y/o lineal.

La acción antrópica como factor de influencia y/o detonante de la estabilidad en laderas potencialmente inestables, aportan potencialidad a la amenaza geotécnica principalmente por las siguientes acciones: Cortes sobre laderas para construir vivienda (aterrazamiento). Cortes y obstrucciones de los drenajes naturales Sobrecarga por sobrepeso de vivienda al borde de taludes altos e inestables.

Deforestación Ausencia del sistema de alcantarillado o vertimiento de aguas servidas a campo abierto. La ausencia de cobertura vegetal o vegetación no apropiada en los taludes de la ladera intervenida con aterrazamientos. Averías de tuberías y fugas del sistema de acueducto, permitiendo la infiltración y saturación del suelo.

Se estableció por parte del CMGRD (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres), que en la ola invernal 2010 - 2011 se presentaron 70 deslizamientos de tierra en los cuales se han visto damnificados 40 familias y afectadas otras 30, estos deslizamientos se han presentado en los barrios de Libardo Alonso, Asovirirón, Santa Lucia, Santa Lucia Parte Baja, Travesías, Simón Bolívar, El Carmen, Las Delicias, Sesquicentenario, San Fermín y la Santa Cruz, También se han presentado daños en las cubiertas de teja de algunas importantes locaciones del centro histórico del municipio como son el complejo histórico de Ocaña. (Alcaldía Municipal de Ocaña Ocaña, 2012)

2.1.5 Barrió Cuesta Blanca. El barrio Cuesta Blanca hace parte de la comuna 3 (Sur Oriental Olaya Herrera) y de acuerdo al mapa de amenazas y riesgos urbanos el sector está

identificado como zona alta en cuanto a deslizamiento y/o erosión (Alcaldía Municipal de Ocaña, Mapa Modelo de Ocupacion Urbano, 2015)

Así pues, el Barrio Cuesta Blanca siendo un sector con más de 100 años de fundado el cual en sus inicios estuvo construido por viviendas situadas en la parte baja de ladera, lo que posteriormente fue modificado por algunos dueños de predios, ya que teniendo la debida titulación de sus lotes deciden expandir efectuando cortes en ladera para construir sus viviendas, perdiendo así parte de la vegetación nativa silvestre del sitio, originando fenómenos de inestabilidad.

Como lo fue en el año 2015 que debido a las fuertes lluvias, se presentó un deslizamiento en un sector de ladera del barrio Cuesta Blanca que trajo gran preocupación en los habitantes que residen en esa parte baja del barrio, pues resultaron perjudicadas de forma material las viviendas construidas en la corona.

2.2 Marco Conceptual

A fin de entender la metodología del presente proyecto, se presenta un marco conceptual en el que se representa de forma general la información que se va a manejar en este proceso de investigación; Los términos más usados serán:

2.2.1 Geología. El concepto de geología proviene de dos vocablos griegos: geo (“tierra”) y logos (“estudio”). Se trata de la ciencia que analiza la forma interior y exterior del globo

terrestre. De esta manera, la geología se encarga del estudio de las materias que forman el globo y de su mecanismo de formación (Porto & Merino, 2009).

2.2.2 Topografía. Nombre derivado de la palabra griega “τοπογραφία”, que significa descripción del terreno, es una disciplina cuya aplicación está presente en la mayoría de las actividades humanas que requieren tener conocimiento de la superficie del terreno donde tendrá lugar el desenvolvimiento de esta actividad (Jauregui, 2008)

2.2.3 Mecánica de suelos. La mecánica de suelos es la rama de la ciencia que estudia las propiedades físicas de los suelos y el comportamiento de las masas de suelo sujetas a distintos tipos de fuerzas. Las propiedades que se estudian son: origen, distribución de tamaño de partículas, plasticidad, capacidad de drenar agua, compresibilidad, resistencia al corte y capacidad de apoyo (Rodríguez & Guardia, 2005)

2.2.4 Talud y Ladera. Un talud es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Suarez J. , 2009)

2.2.5 Deslizamiento traslacional. En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo, los movimientos traslacionales generalmente, tienen una relación D_r/L_r de menos de 0,1 (Suarez J. , 2009)

2.2.6 Deslizamiento rotacional. En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento. El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento (Suarez J. , 2009)

2.2.7 Climatología. La Climatología es la parte de la Meteorología que se ocupa del estudio del tiempo pasado en los diferentes lugares de la Tierra, utiliza las herramientas de las estadísticas para determinar los valores centrales, particularmente la Media o Promedio de las diferentes variables meteorológicas con las cuales se pueden clasificar los Climas (Quezada, 2018)

2.2.8 Partes de un Talud. Existen algunos términos para definir las partes de un talud como se muestra en la Figura 3, el talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación como se muestra en la figura 3. (Suarez J. , 2009)

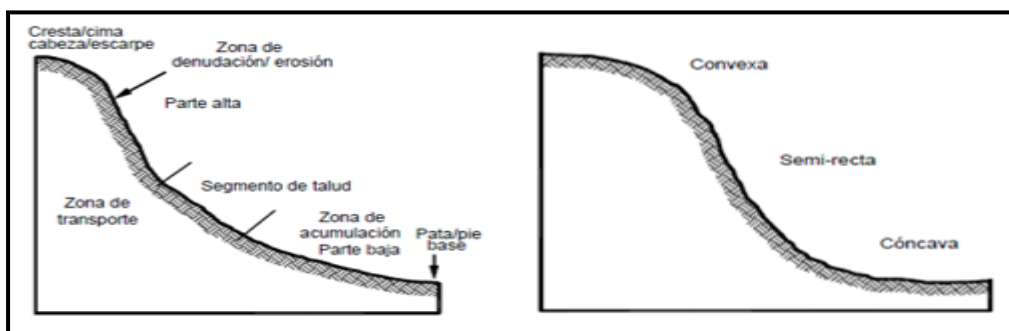


Figura 3. Partes que conforman un Talud.

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 1 Nomenclatura y Clasificación de los Movimientos, 2009.

2.2.9 Factor de seguridad. El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1922) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla (Suarez J. , 2009)

2.2.10 Factores de valuación. En la naturaleza existen factores que condicionan la estabilidad de una ladera y otros que la alteran; a estos se les llama “factores condicionantes y desencadenantes de la estabilidad”. En la Tabla 5 se presentan los factores que influyen en la inestabilidad de las laderas en el sitio de estudio (R. Gallardo, 2013)

Tabla 5.

Factores Condicionantes y Desencadenantes de la Estabilidad.

TIPO DE FACTOR	FACTOR	DETALLE
Condicionante	Litológico	Presenta materiales muy meteorizados.
	Hidrológico	Alternancia de estratos de diferentes permeabilidades.
	Topográfico	Pendientes mayores al 15.
	Vegetación	Escasez de vegetación que fije el terreno.
Factores desencadenantes	Naturales	Sismos Precipitaciones.
	Inducidos	Aumento del peso del talud por construcciones.
Factores desencadenantes	Inducidos	Excavaciones al pie del talud.

Nota. Fuente: Investigación Geotécnica para la Estabilización de las Laderas del Barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia).(2013).

2.2.11 Análisis del riesgo. De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, el análisis del riesgo implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir, mediante la relación cualitativa, semicuantitativa o

cuantitativa de la amenaza y la vulnerabilidad, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales, y sus probabilidades (Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016)

2.2.12 Análisis de amenaza. Comprende tres fases principales: definir un modelo geológico-geotécnico, plantear escenarios de amenaza y zonificar la amenaza. Como resultado de estas fases y de la etapa de análisis en sí misma, se obtienen los mapas de amenaza (Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016)

2.2.13 Análisis de vulnerabilidad. Este análisis comprende dos etapas fundamentales: la identificación de escenarios de vulnerabilidad y la zonificación de la vulnerabilidad. Los escenarios de vulnerabilidad se construyen con base en los escenarios de amenaza y consisten en la identificación de los tipos de daños esperados, una vez que se tienen los escenarios se procede a realizar la zonificación de vulnerabilidad, mediante la construcción de mapas en los que se identifiquen las zonas de vulnerabilidad alta, media y baja (Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016)

2.2.14 Aceptabilidad y categorización del riesgo. Consiste en comparar los resultados de la etapa de análisis del riesgo con criterios de seguridad, aceptabilidad o tolerancia, con el fin de definir los niveles de riesgo alto, medio o bajo. Estos criterios de aceptabilidad pueden diferir en los ámbitos en que se evalúen y dependen de aspectos económicos, sociales y culturales. (Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016)

2.2.15 Mitigación y prevención del riesgo. En esta etapa se busca identificar las medidas requeridas para reducir los daños potenciales ante la probable ocurrencia de procesos de remoción en masa y comparar, mediante análisis de costo-beneficio, las medidas más convenientes para ser adoptadas (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016)

2.3 Marco Teórico

En las últimas dos décadas los asentamientos en Colombia se han localizado en un alto porcentaje en zonas peligrosas, inseguras o con riesgo de amenazas naturales. Parte de este fenómeno se ha producido por diversas razones, entre ellas el crecimiento poblacional, el desplazamiento forzado, la desigualdad socio-económica y la localización de un número importante de centros poblados en zonas montañosas o de ladera.

Según datos del DANE para el 2010 el 75% de la población colombiana se asienta en la región andina, zonas donde el relieve, la geomorfología y los procesos tectónicos son recurrentes e influyentes en la caracterización y debate sobre la amenaza, uno de los temas que ha venido cobrando particular interés en materia de riesgo, amenaza y vulnerabilidad ambiental son los procesos por remoción en masa.

2.3.1 Fenómenos de remoción en masa. La remoción en masa es el desplazamiento de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal hacia abajo por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material en

cada caso. La distancia del recorrido de estos desplazamientos y sus velocidades pueden ser muy variadas.

Características de la remoción en masa. Desprendimientos, reptación, hundimientos, solifluxión, avalanchas, caídas de material litológico o vegetal, desplomes o lahares son todos tipos de movimientos por remoción en masa, sin embargo, cada uno tiene una naturaleza distinta, por lo cual sus causas, desarrollo y consecuencias tienen explicaciones específicas desde la geología y la geomorfología.

Entre las causas o detonantes más comunes para que se genere un proceso de remoción en masa están; Los procesos litológicos, donde se presentan materiales con baja cohesión o poco consolidados. Procesos topográficos, zonas con pendientes muy pronunciadas donde se supera el ángulo de reposo de un material. Procesos climáticos, cuando existen precipitaciones frecuentes o un régimen de lluvias elevado. Procesos tectónicos, cuando intervienen las ondas sísmicas en los movimientos del terreno y los procesos antrópicos, que se refieren a la acción del hombre sobre el medio ambiente (García, 2014)

2.3.2 Procesos de remoción en masa y su impacto en las áreas densamente pobladas de los Andes húmedos tropicales colombianos. Las montañas de Colombia, ubicadas en la parte norte (tropical) de la región Andina, se dividen en tres cadenas paralelas (cordilleras Oriental, Central y Occidental). Estas se encuentran separadas por dos valles longitudinales de grandes dimensiones y se caracterizan por su gran actividad sísmica.

Tabla 6.
Países de Latinoamérica afectados por Fenómenos de Remoción en Masa.

Año	País	Evento	Agente desencadenador	Número de víctimas fatales
1999	Venezuela	Vargas: deslizamientos y flujos de detritos	Precipitaciones	30.000 ^{*(1)}
1985	Colombia	Nevado del Ruiz: lahar (armero)	Erupción volcánica	21.800 ⁽¹⁾
1970	Perú	Huascarán avalancha de roca, flujo de detritos(Yungay)	Terremoto	6.000 ⁽²⁾
1941	Perú	Huaraz: flujo de detritos	Falla de represa natural	5.000 ⁽¹⁾
1994	Colombia	Páez: deslizamiento y flujo de detritos	Terremoto	1.100 ^{** (3)}
1962	Perú	Huascarán avalancha de roca, flujo de detritos(Ranrahirca)	Desconocido	650 ⁽²⁾
1987	Colombia	Villatina: deslizamiento (Medellín)	Fugas de canal	640 ⁽¹⁾
1971	Perú	Chungar: deslizamiento y ola de inundaciones	Desconocido	600 ⁽¹⁾

Nota. Fuente: Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina.(2015).

De todos los países andinos, Colombia es uno de los más afectados por remociones en masa como se mostró en la Tabla 6.

Para algunos sectores, se ha identificado un riesgo mayor a 0,01 víctimas fatales por año/km².

Las causas que producen estos fenómenos pueden ser agrupadas en cuatro factores principales: 1) clima tropical húmedo, 2) actividad sismo-tectónica, 3) actividad volcánica, 4) crecimiento urbano en pendientes abruptas.

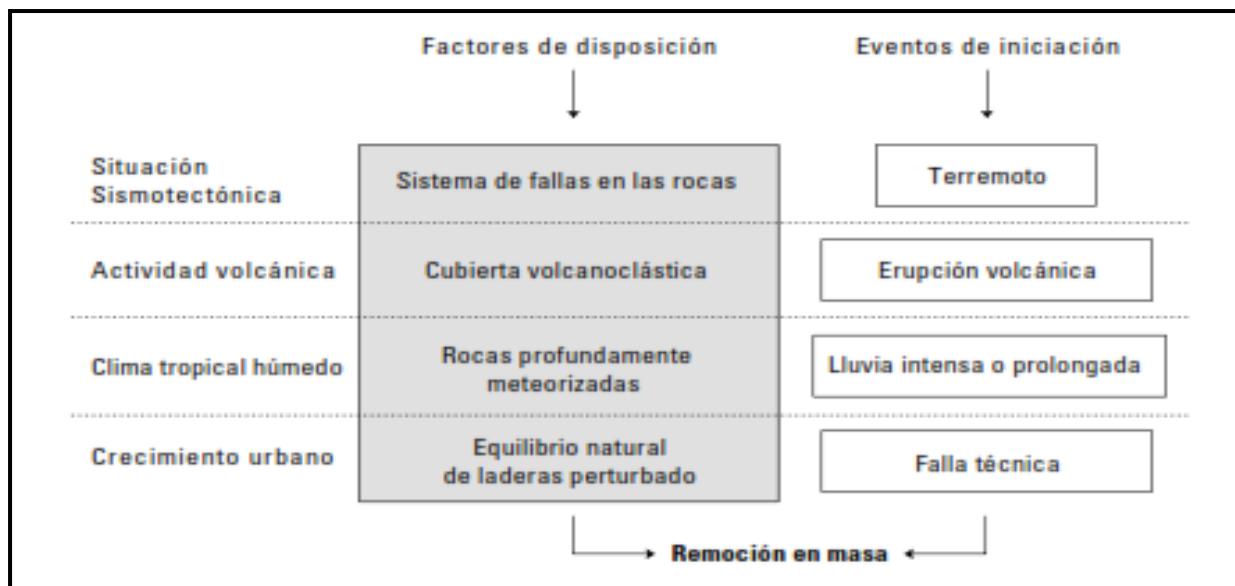


Figura 4. Factores que aumentan la incidencia de remociones en masa en Colombia.
Fuente. Adaptado de Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina, 2015.

La susceptibilidad al desarrollo de un evento de remoción en masa es determinada por una compleja interrelación de todos los factores mencionados en la Figura 4. En la cual se muestra la localización de los ejemplos anteriormente citados de la Tabla 6 y como se observa en la Figura 5, (Mergili, 2015)

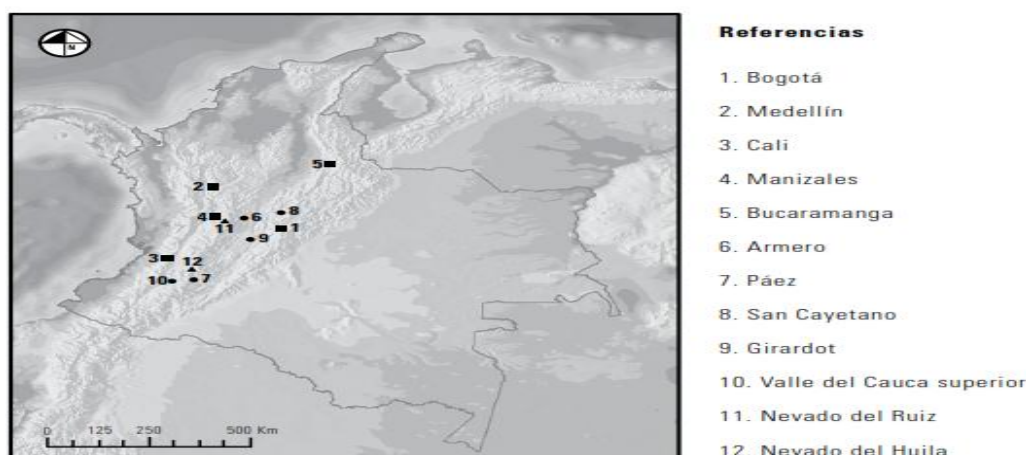


Figura 5. Localización del ejemplo de remoción en masa en Colombia.
Fuente. Adaptado de Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina, 2015.

2.3.3 Metodologías para el Análisis de la Estabilidad: Método del equilibrio límite.

En la Tabla 7 se muestran los diferentes métodos para el cálculo de la estabilidad en laderas.

Tabla 7.

Metodologías utilizadas en la modelación de taludes.

Método	Parámetros Utilizados	Ventajas	Limitaciones
Límite de equilibrio	Topografía del talud, estratigrafía, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario, niveles freáticos y cargas externas.	Existe una gran cantidad de paquetes de software. Se obtiene un número de factor de seguridad. Analiza superficies curvas, rectas, cuñas, inclinaciones, etc. Análisis en dos y tres dimensiones con muchos materiales, refuerzos y condiciones de nivel de agua.	Genera un número único de factor de seguridad sin tener en cuenta el mecanismo de inestabilidad. El resultado difiere de acuerdo con el método que se utilice. No incluye análisis de las deformaciones.
Esfuerzo de deformación continuos	Geometría del talud, propiedades de los materiales, propiedades elásticas, elastoplásticas y de "creep". Niveles freáticos, resistencia.	Permite simular procesos de deformación. Permite determinar la deformación del talud y el proceso de falla. Existen programas para trabajar en dos y tres dimensiones. Se puede incluir análisis dinámico y análisis de "creep".	Es complejo y no lineal. Comúnmente no se tiene conocimiento de los valores reales a utilizar en la modelación. Se presentan varios grados de libertad. No permite modelar roca muy fracturada.
Discontinuos Esfuerzo de deformación elementos discretos	Geometría del talud, propiedades del material, rigidez, discontinuidades resistencia y niveles freáticos.	Permite analizar la deformación y el movimiento relativo de bloques.	Existe poca información disponible sobre las propiedades de las juntas. Se presentan problemas de escala, especialmente en los taludes en roca.
Cinemáticos estereográficos para taludes en roca	Geometría y características de las discontinuidades. Resistencia a las discontinuidades.	Es relativamente fácil de utilizar. Permite la identificación y análisis de bloques críticos, utilizando teoría de bloques. Pueden combinarse con técnicas estadísticas.	Útiles para el diseño preliminar. Se requiere criterio de ingeniería para determinar cuáles son las discontinuidades críticas. Evalúa las juntas.
Dinámica de caídos de roca	Geometría del talud, tamaño y forma de los bloques y coeficiente de restitución.	Permite analizar la dinámica de los bloques y existen programas en dos y tres dimensiones.	Existe muy poca experiencia de su uso en los países tropicales.
Dinámica de flujos	Relieve del terreno. Concentración de sedimentos, viscosidad y propiedades de la mezcla suelo-agua.	Se puede predecir el comportamiento, velocidades, distancia de recorrido y sedimentación de los flujos.	Se requiere calibrar los modelos para los materiales de cada región. Los resultados varían de acuerdo con el modelo utilizado.

Nota. Fuente: Deslizamientos; Tomo I: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad.(2009).

Características del análisis de límite de equilibrio. Un análisis de límite de equilibrio permite obtener un factor de seguridad a través de un análisis regresivo, obtener los valores de la resistencia al cortante en el momento de la falla. Este análisis de estabilidad consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento. (Suarez J. , 2009)

La mayoría de los métodos de límite de equilibrio tienen en común, la comparación de las fuerzas o momentos resistentes y actuantes sobre una determinada superficie de falla. Las variaciones principales de los diversos métodos son, el tipo de superficie de falla y la forma cómo actúan internamente las fuerzas sobre la superficie de falla. (Suarez J. , 2009)

Métodos de límite de equilibrio. Durante muchos años se ha realizado el análisis de los movimientos de los taludes o laderas, haciendo uso de las técnicas de límite de equilibrio. Este sistema supone que, en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes, son iguales a lo largo de la superficie de falla y equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.

El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tarjetas o dovelas. Algunos métodos son precisos y otros solamente aproximados.

Los métodos de Bishop (1955) y Janbú (1954) han sido muy utilizados en los últimos 50 años y se han desarrollado métodos de análisis más precisos y complejos como los de Morgenstern y Price (1965) y Spencer (1967), ayudados por programas de software que permiten

realizar análisis muy rigurosos. Generalmente, los métodos son de iteración y cada uno de éstos posee un cierto grado de precisión (Suarez J. , 2009), en la Figura 6 se muestra el resumen que retrata el método del equilibrio limite.

$$F = \frac{clr}{Wa} \quad (1)$$

Figura 6. Métodos de análisis de estabilidad de taludes.

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

Método del Arco Circular. El método del arco circular se le utiliza sólo para los suelos cohesivos ($\phi = 0$). El método fue propuesto por Petterson en 1916 (Petterson, 1955) pero sólo fue formalizado por Fellenius en 1922. En el método del arco circular se supone un círculo de falla y se analizan los momentos con relación al centro del círculo como se observa en la Figura 7, en la ecuación (1) se muestra la fórmula aplicada en dicho método.

Donde:

c= cohesión.

l = longitud del arco de círculo.

r = radio del círculo.

W = peso total de la masa en movimiento.

a = brazo de la fuerza W con respecto al centro del círculo.

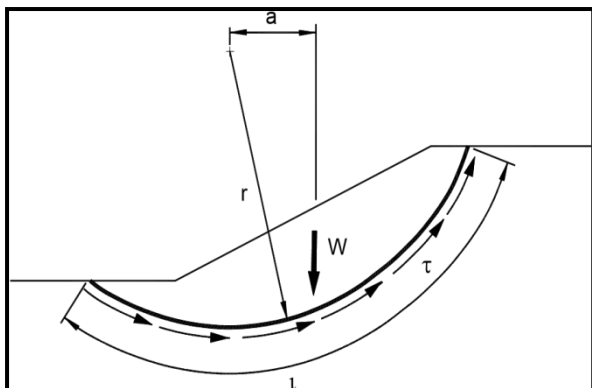


Figura 7. Fuerzas en un análisis de arco circular ($f = 0$).

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

Métodos de Dovelas. En la mayoría de los métodos con fallas curvas o circulares, la masa de la parte superior de la superficie de falla se divide en una serie de tajadas verticales. El número de tajadas depende de la geometría del talud y de la precisión requerida para el análisis. Entre mayor sea el número de tajadas, se supone que los resultados serán más precisos.

En los procedimientos de análisis con tajadas, generalmente se considera el equilibrio de momentos con relación al centro del círculo para todas y cada una de las tajadas como se ve en la Figura 8.

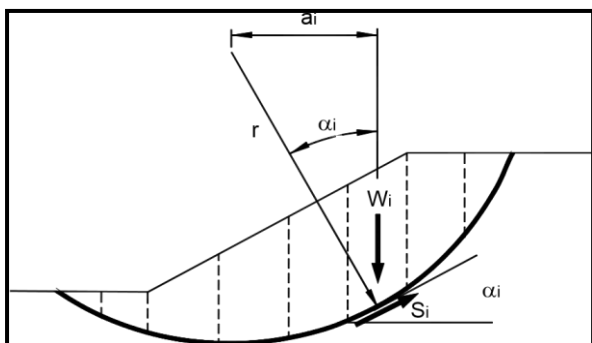


Figura 8. Esquema de un sistema típico de análisis

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

Entre los diversos métodos que utilizan dovelas, hay diferencias, especialmente en lo referente a las fuerzas que actúan sobre las paredes laterales de las tajadas en la Figura 9 y Figura 10.

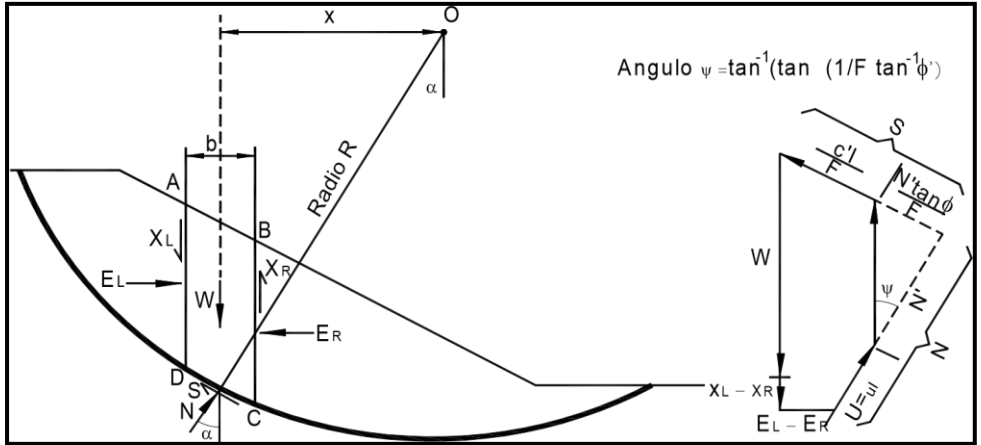


Figura 9. Fuerzas que actúan sobre una dovela en un análisis de estabilidad del arco circular con dovelas.
Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

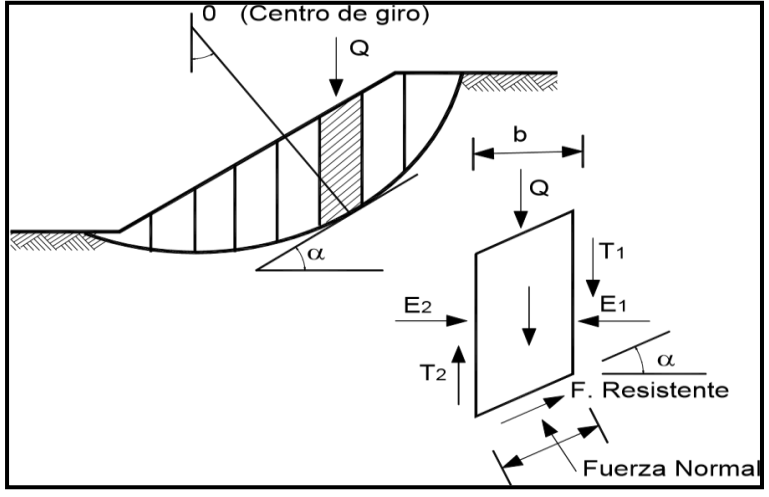


Figura 10. Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de dovelas.
Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

Método Ordinario o de Fellenius. El método de Fellenius es conocido también como método Ordinario, método Sueco, método de las Dovelas o método U.S.B.R. Este método asume superficies de falla circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de los momentos con respecto al centro del círculo (producidos por estas fuerzas) se obtiene el Factor de Seguridad (*Suarez J. , 2009*)

Al realizar la sumatoria de momentos con respecto al centro del círculo, se obtiene la siguiente expresión equivalente a la ecuación (2) conocida como “ecuación de Fellenius”:

$$F.S. = \frac{\sum [C' \Delta l + (W \cos \alpha - u \Delta l \cos^2 \alpha) \tan \phi']}{\sum W \operatorname{sen} \alpha} \quad (2)$$

Donde:

α = Angulo del radio del circulo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada.

u = presión de poros.

Δl = longitud del arco de circulo en la base de la tajada.

W = peso total de cada tajada.

C', ϕ' = Parámetros de resistencia del suelo.

Método de Bishop. Bishop (1955) presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales que se logra notar en la Figura 11; es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante.

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón, se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo con la expresión (3):

$$F.S. = \frac{\sum \left[\frac{C' \Delta l \cos \alpha + (W' u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi') / FS} \right]}{\sum W \sin \alpha} \quad (3)$$

Donde:

α = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

u = presión de poros.

Δl = longitud del arco de la base de la dovela.

W = peso de cada dovela.

C' , ϕ' = Parámetros de resistencia del suelo.

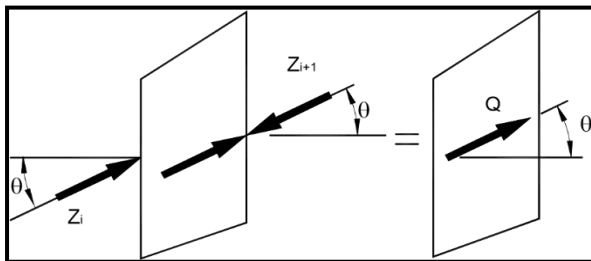


Figura 11. Esquema de fuerzas sobre una dovela en el método de Bishop simplificado (Duncan y Wrigth, 2005).

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

El método simplificado de Bishop es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes.

Aunque el método sólo satisface el equilibrio de momentos, se considera que los resultados son muy precisos en comparación con el método ordinario (Suarez J. , 2009)

Método de Janbú. El método simplificado de Janbú se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son horizontales y no tienen en cuenta las fuerzas de cortante.

Janbú considera que las superficies de falla no necesariamente son circulares y establece un factor de corrección f_0 . El factor f_0 depende de la curvatura de la superficie de falla como se logra ver en la Figura 12. Estos factores de corrección son solamente aproximados y se basan en análisis de 30 a 40 casos(Suarez J. , 2009)

El método de Janbú solamente satisface el equilibrio de esfuerzos y no satisface el equilibrio de momentos. De acuerdo con Janbú (ecuación modificada) en este caso la ecuación (4) se tiene que:

$$F.S. = \frac{f_0 \sum \{ [C' b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha} \}}{\sum (W \tan \alpha)} \quad (4)$$

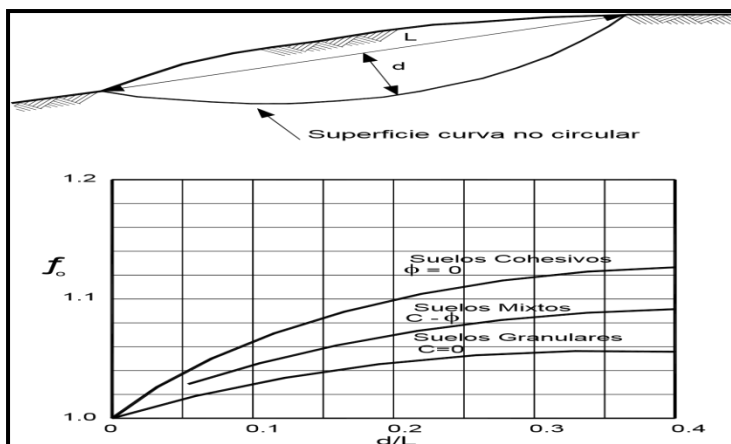


Figura 12. Diagrama para determinar el factor f_o para el método de Janbú.

Fuente. Adaptado de Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad, 2009.

Método de Spencer. El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación (Suarez J. , 2009)

Método de Morgenstern y Price. El método de Morgenstern y Price (1965) asume que existe una función que relaciona las fuerzas de cortante y las fuerzas normales entre dovelas.

Esta función puede considerarse constante, como en el caso del método de Spencer, o puede considerarse otro tipo de función. La posibilidad de suponer una determinada función para determinar los valores de las fuerzas entre dovelas, lo hace un método más riguroso que el de Spencer.

Sin embargo, esta suposición de funciones diferentes tiene muy poco efecto sobre el cálculo de factor de seguridad cuando se satisface el equilibrio estático y hay muy poca

diferencia entre los resultados del método de Spencer y el de Morgenstern y Price. El método de Morgenstern y Price, al igual que el de Spencer, es un método muy preciso, prácticamente aplicable a todas las geometrías y perfiles de suelo (Suarez J. , 2009)

Método de Sarma.El método de Sarma (1973) es muy diferente a todos los métodos descritos anteriormente porque éste considera que el coeficiente sísmico y el factor de seguridad son desconocidos. Se asume entonces, un factor de seguridad y se encuentra cuál es el coeficiente sísmico requerido para producir éste.

Generalmente, se asume que el factor de seguridad es 1.0 y se calcula el coeficiente sísmico requerido para que se obtenga este factor de seguridad. En el método de Sarma, la fuerza cortante entre tajadas es una relación con la resistencia al cortante. El procedimiento de Sarma fue desarrollado para análisis sísmicos de estabilidad y tiene algunas ventajas sobre otros métodos para este caso (Suarez J. , 2009)

A continuación se muestra la Tabla 8 que contiene valores de comparación para los diferentes métodos contemplados anteriormente, donde cada método notifica un factor de seguridad más preciso que otro.

Tabla 8.
Comparación de los resultados del cálculo de factor de seguridad para varios métodos (Fredlund y Krahn, 1977).

Talud	Factor de Seguridad Calculado				
	Bishop	Spencer	Janbú	Morgenstern-Price	Ordinario
Talud 2H:1V	2.08	2.07	2.04	2.08	1.93
Talud sobre una capa de suelo débil	1.38	1.37	1.45	1.38	1.29

Tabla 8. (Continuación)

Talud con una línea piezométrica	1.83	1.83	1.83	1.83	1.69
Talud con dos líneas piezométricas	1.25	1.25	1.33	1.25	1.17

Nota. Fuente: Deslizamientos; Tomo 1: Análisis geotécnico Capítulo 4 análisis de estabilidad.(2009).

2.4 Marco legal

En el marco legal, se referencia las normas y leyes por las cual se rige el presente proyecto de grado, destacando las siguientes:

2.4.1 Constitución colombiana de 1991. En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

2.4.2 Ley 99 de 1993. La ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente, en ella se plantea en el numeral 9 del artículo 1, que: “La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento”.

2.4.3 Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que se concentra en responsabilidades, principios y definiciones básicos, en donde

el concepto de riesgo es la base; además se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

2.4.4 Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978 ley 154 de 1976 del medio ambiente. Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 154 de 1976 en cuanto a protección del paisaje.

2.4.5 Decreto No. 919 de 1989. Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.

2.4.6 Decreto No.93 de 1998. Aquí se definen los objetivos del Plan, los Principios Generales, y Estrategias Generales. También se definen los programas del plan de riesgos.

2.4.7 Documento CONPES 3146 de 2001. —Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres —PNPAD- en el corto y mediano plazo¹⁵.

2.4.8 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente (NSR-10). Título H

2.4.9 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012.
MUNICIPIO DE OCAÑA, Departamento Norte de Santander. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD)

2.4.10 Decreto 1974 DE 2013. Por el cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo.

2.4.11 Decreto 1807 de 2014 (Septiembre19). Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones.

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación con el que se desarrolló el presente proyecto es el método experimental, el cual se desarrolló en gran medida en campo (topografía, muestreo, implementación de una encuesta), de igual forma se realizaron los ensayos de laboratorio y finalmente se modeló la estabilidad por medio de un programa sistematizado (software), y se dio las recomendaciones necesarias de los procesos constructivos a que den lugar para la mejor solución a la problemática que afecta a la comunidad del Barrio Cuesta Blanca.

3.2 Localización

La ladera en estudio se encuentra ubicada en la comuna 3 (Sur Oriental Olaya Herrera) del municipio de Ocaña, en el Barrio Cuesta Blanca.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población. La población que se tuvo en cuenta en nuestra investigación son todos los sitios susceptibles o que se encuentra afectados por problemas de estabilidad de laderas, en su mayoría ocasionados por fenómenos de remoción en masa en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

3.3.2 Muestra. La muestra que se trabajó es un sector del Municipio de Ocaña, en donde se encuentra un barrio con una situación difícil, ya que, en la parte alta, media y baja de la ladera en estudio del Barrio Cuesta Blanca se evidencian viviendas vulnerables al momento de presentarse un deslizamiento.

3.3.3 Elementos para recolectar la información. Para el desarrollo del presente proyecto, fue necesario tener a la mano la información de la zona a estudiar, por lo que se realizó una inspección visual del sitio, teniendo en cuenta la opinión de la población a través de entrevistas y encuestas que rectifiquen lo que en un momento sucedió.

Adicional a esto, se efectuó un levantamiento topográfico, una caracterización geológica y ensayos de laboratorio, visitas técnicas de viviendas afectadas, registro fotográfico, trabajos de grado, Planos del plan básico de ordenamiento territorial y Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres 24 de Julio de 2012. Municipio de Ocaña, Departamento Norte de Santander. Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (CMGRD).

En lo que compete a la amenaza se efectuó por el análisis del método de equilibrio limite, utilizando la implementación del programa especializado (SLIDE v5.0 versión libre) en donde este evaluó la posible falla a deslizamiento del talud en estudio y arrojó un valor de factor de seguridad en donde se pudo zonificar por medio de la clasificación que ofrece la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa y así poder ubicarla en un mapa según su rango.

De acuerdo al ítem donde se refiere a los sistemas de evaluación por la guía el análisis de evaluación de vulnerabilidad se realizará por medio de un formato de campo que arrojó los elementos expuestos y la fragilidad de las personas, edificaciones y líneas vitales presentes en la zona de estudio, además se procedió y se obtuvo resultados para conocer los posibles escenarios de vulnerabilidad y niveles de daños en las viviendas.

Por su parte para el cálculo y evaluación del riesgo, se necesitó la zonificación ya antes obtenida de la vulnerabilidad, un proceso cuantitativo estimado en costos y caracterización del riesgo para dar a conocer unas medidas de intervención y categorización del mismo.

3.3.4 Procesamiento de la información. Con la realización del proyecto se esperó encontrar los suficientes datos, para encontrar el nivel de riesgo y evaluar así mismo la remoción en masa deficiente que afecta a la comunidad del Barrio Cuesta Blanca.

El proyecto tuvo el siguiente procedimiento:

Recolección de información general de la zona de estudio.

Realización de un estudio topográfico al área afectada.

Visita para definir geología, geomorfología, litología condiciones climáticas, vegetación, procesos geodinámicos activos, tipos de construcciones.

Recolección de muestras para la realización de los siguientes laboratorios: granulometría, límites de atterberg, corte directo, humedad natural, peso unitario, gravedad específica.

Realización de los ensayos de laboratorio.

Modelamiento de los sectores críticos en la ladera con programa especializado (SLIDE v5.0).

Análisis de resultados de laboratorio y arrojados por el programa, para la respectiva clasificación de la amenaza presente.

Análisis de vulnerabilidad por medio de formato de campo, diagnóstico estructural e inspección visual – edificaciones (encuesta) expuesto en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016.

Análisis de riesgo (Cálculo y Evaluación) por medio de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016.

Propuestas implementadas de acuerdo a los resultados de los factores de valuación que permitan reducir el nivel de riesgo en el sector más crítico de la ladera, con sus respectivas obras y presupuestos de los mismos.

Conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 4. Análisis de resultados

4.1 Caracterización de los Geo-materiales del sector en estudio

4.1.1 Recopilación de la información de la zona en estudio.

Localización del área en estudio. El estudio de evaluación del riesgo se realiza teniendo en cuenta tres sectores (taludes) de una misma ladera, que según nomenclatura cartográfica usada en el Plan básico de ordenamiento territorial se enmarca este sector en la carrera 11 con calle 23 del barrio Cuesta Blanca del Municipio de Ocaña, Norte de Santander. En la Figura 13, Figura 14 y Figura 15 se contempla dicha localización.

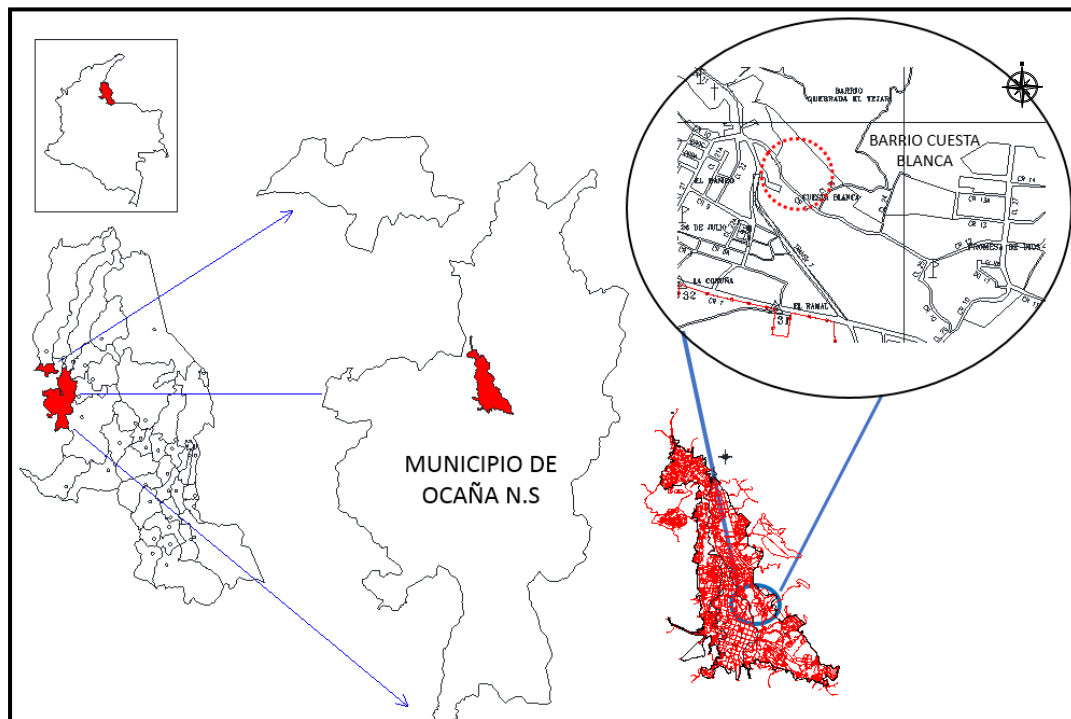


Figura 13. Ubicación zona de estudio en la ciudad de Ocaña.

Fuente. Adaptado de Investigación geotécnica para la estabilización de las laderas del barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia). INGE CUC, 2013. Gallardo Amaya, R., Guerrero Barbosa, T., & Macgregor Torrado, A.



Figura 14. Ubicación zona de estudio.
Fuente. Adaptado de Google Earth editado, 2013.



Figura 15. Ubicación del sector de ladera en estudio.
Fuente. Autores del proyecto.

Uso actual del área en estudio. En el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ocaña (PBOT) actualizado en el año 2015, en el mapa de modelo ocupacional está en zona de actividad residencial con afectación por riesgo geológico, véase la Figura 16.



Figura 16. Plano de la zona de estudio según mapa modelo de ocupación urbano.
Fuente. Adaptado del PBOT del municipio de Ocaña, Norte de Santander. Plano modelo de ocupación urbano del año 2015.

En el mapa de mapa de amenazas y riesgos urbanos del año 2015 se indica que la zona se categoriza con riesgo geológico alta por deslizamiento y/o erosión, como se indica en la Figura 17.

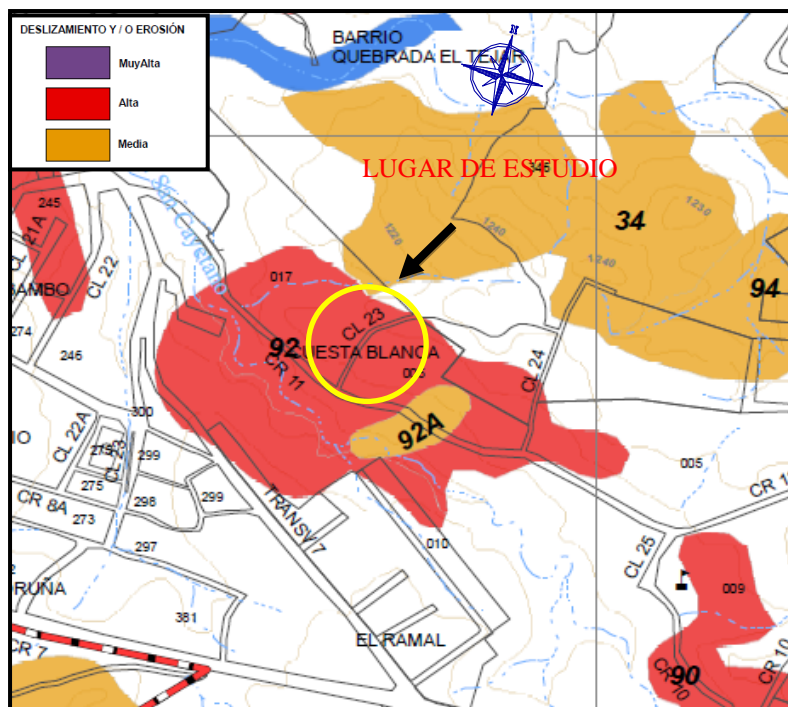


Figura 17. Plano de la zona de estudio según el riesgo geológico a deslizamiento y/o erosión. Fuente: Adaptado del PBOT del municipio de Ocaña. Plano amenaza y riesgos urbanos del 2015.

Vegetación. La vegetación del área está compuesta por abundantes pastos, maleza, algunos árboles frutales tales como (cocota, guayaba, naranja y limón), la presencia en gran parte de plantas de plátano, así mismo árboles no frutales que han nacido en forma silvestre, puesto que se logró identificar con la ayuda de las fotografías aéreas tomadas con dron, el cual nos brindó una mejor vista del sector, tal como se puede apreciar en la Figura 18 y Figura 19, el porcentaje de cobertura vegetal equivale a un 55% en esta zona del Barrio cuesta blanca, de allí afectando en gran medida a la estabilización del terreno.



Figura 18. Vegetación en la zona de estudio, vista frontal.
Fuente. Autores del proyecto



Figura 19. Vegetación en la zona de estudio, vista lateral.
Fuente. Autores del proyecto

Geología y geomorfología. Se realizaron visitas de inspección a la zona de estudio con el objeto de determinar las características físicas, geológicas y geotécnicas generales del sector de ladera y las limitantes geotécnicas principales; y de esta forma poder programar los trabajos de campo y de laboratorio.

Inicialmente se realizó una inspección preliminar en compañía del Especialista Agustín Macgregor director del proyecto, con el fin de reconocer los estratos que forman la estructura de la ladera, por lo cual se corroboró que la formación geológica presente en el lugar es la formación algodoná, así mismo orientaciones de las zonas de exploración en cuanto a indicaciones pertinentes a la hora de extraer las muestras del terreno.

Para la realización de la caracterización geológica se realizó visita al sitio de estudio en compañía del ingeniero geológico Pedro Fabián Báez Castro quien nos brindó su asesoría en los temas de Geología y Geomorfología. Como se aprecia en la Figura 20 y Figura 21.



Figura 20. Visita en compañía del geólogo al talud#1 del sector de ladera en estudio.
Fuente. Autores del proyecto



Figura 21. Visita en compañía del geólogo al talud #3 del sector de ladera en estudio.
Fuente. Autores del proyecto

Antecedentes. El área de estudio se encuentra en una zona del perímetro urbano, localizada en una zona de alta pendiente, que por sus condiciones físicas, erosionables e inestables, presentan peligro para quienes lo habitan.

El sector de ladera estudiado está conformado por una serie de taludes que presentan problemas de movimientos en masa y procesos superficiales que causan inestabilidad, el 60% de sus alrededores se encuentran urbanizados, esta área está clasificada dentro de una zona de Actividad Residencial 4 (ZR4), siendo aquella de uso unifamiliar para grupos de escasos recursos y con densidad alta incorporadas en el modelo de ocupación territorial del suelo urbano y de expansión urbana.

Con respecto al sector de ladera estudiado se han presentado deslizamientos en los taludes generados por la construcción de vías y viviendas, estos desprendimientos son de material rocoso caracterizados por las caídas súbitas de volúmenes considerables de composición arcillosa, además estos desprendimientos de material de los taludes se han presentado por el incorrecto manejo de las aguas lluvias, como se evidencio en un suceso del año 2015, donde se reflejó la caída de un gran bloque de suelo, actualmente es localizado como el talud #1.

Caracterización geológica. De acuerdo al aporte en cuanto a conocimiento del geólogo Pedro Fabián Báez. A nivel regional, Ocaña se encuentra ubicada conforme a la Carta Cronoestratigráfica de Colombia (CCC, Ingeominas 2005) en el terreno Santander. Existen dos formación geológicas que afloran en esta región, la primera con edad reciente del Cenozoico tardío, Plioceno; denominada Formación algodonal (Tpa), la cual está conformada por intercalaciones predominantemente de arcillolitas y conglomerados de espesores variables, alcanzando un espesor máximo de 500 metros en la sección tipo en el sector ubicado en Capitanlargo.

La otra Formación, de carácter ígneo es conocida como el Complejo intrusivo – extrusivo (Jci), hace parte del complejo ígneo metamórfico denominado “Macizo Santander” e incluye rocas ígneas del juratriásico.

Estratigráficamente hablando, en el territorio municipal de Ocaña, afloran rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas de edad predevónica hasta el cuaternario, como lo indica informes del PBOT de la ciudad de Ocaña, estas rocas hacen parte de una formación

sedimentaria de origen continental, ambiente aluvio-fluvial siguiendo la orientación que se muestra en la Figura 22.

Geología local. Según el dato proporcionado por el geólogo en el área de estudio la formación algodonada aparece representada en el talud#1 de aproximadamente 14 metros de altura, la roca que aflora está caracterizada por granulometría gradacional con capas de arcillolitas en la parte basal y delgadas fases arenosas, superficialmente posee un suelo transportado de escasos centímetros, el talud #3 está constituido por conglomerados poco consolidados con intercalaciones de arcilla gris verdosa y arenisca fina a conglomerática gris clara amarillenta.

De acuerdo a informes técnicos del PBOT de la ciudad de Ocaña la edad de la formación es incierta, puesto que se ha postulado como del terciario tardío al cuaternario temprano (entre 1 y 1.5 M.A). Generalmente la unidad presenta estructuras sedimentarias diversas tales como estratificación cruzada, estratificación gradada, notables claramente en los estratos de grano grueso como conglomerado y arenisca, también se observaron marcas de corriente

A nivel local presenta una leve inclinación o buzamiento generalizado de las capas con una orientación de N55W/35SW, por consiguiente, la formación presente en la literatura geológica es descrita con un espesor aproximado de 500 metros de rocas sedimentarias de origen variado (lacustre, conos aluviales, depósitos torrenciales)

La expresión geomorfológica de la formación en la zona de estudio consiste en pequeños cerros de cimas redondeadas con escarpes producto de la erosión y cortes realizados artificialmente.

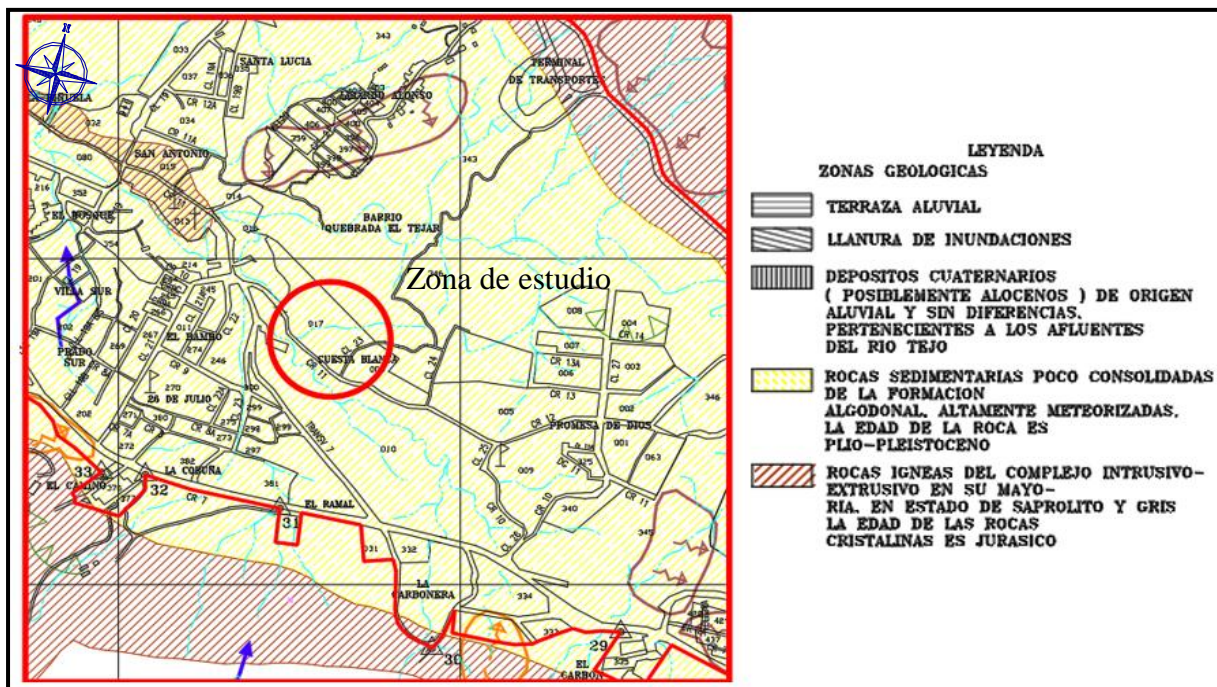


Figura 22. Mapa geológico regional del sector de ladera en estudio.

Fuente. Adaptado del P.B.O.T., Plano geológico y morfológico, Municipio de Ocaña, 2007.

Perfil Litológico. El perfil estratigráfico se definió a partir de la observación directa del afloramiento de rocas en la zona de estudio, efectuado visita de campo con el geólogo Pedro Fabián Báez Castro, por lo cual la zona a evaluar comprende tres afloramientos donde las rocas sedimentarias clásticas están expuestas y donde se pudo observar de manera directa los perfiles geológicos, evidenciándose que el en primer afloramiento existe un espesor continuo del mismo suelo, igualmente en el segundo punto de observación equivalente al talud #2 se identificó que este poseía las mismas características que el afloramiento #1 pero en este caso con una gran capa de suelo vegetal, ver la Figura 23.



Figura 23. Taludes en el sector de ladera en estudio
Fuente. Autores del proyecto.

Así mismo en el tercer punto se logró identificar la composición de dos rocas sedimentarias clásticas estratificadas, un conglomerado en la parte basal y media y una arcillolita en el tope y parte media de la secuencia, sobre la cual reposa de manera discordante un

suelo residual de entre 40-50 centímetros de espesor, ver la Figura 24 y la Figura 25.



Figura 24. Talud #3 donde aflora la secuencia estratigráfica de rocas sedimentarias de la Formación Algodonal.

Fuente. Autores del proyecto.



Figura 25. Talud #3, parte del talud que genera problemas a las viviendas.

Fuente. Autores del proyecto

En la Tabla 9 se resumen las características litológicas más distintivas de cada uno de los estratos rocosos, en orden creciente desde la capa más antigua en la base hasta la más nueva en el tope.

Tabla 9.
Características litológicas de los estratos de la zona de estudio.

Estrato	Descripción litológica
Capa 5: Suelo transportado.	Suelo limo-arenoso de color gris crema a pardo con presencia de materia orgánica. Presenta inclusiones de material clástico como cuarzo lechoso y fragmentos de roca con diámetros de hasta 6 cm.
Capa 4: Arcillolita 2	Arcillolita compacta de color gris verdosa con inclusiones de cuarzo gris translúcido, angular con diámetros promedios de 2 mm. Se presenta como macizo rocoso fracturado irregularmente y con grietas grandes de manera preferencial en el sentido de la pendiente, con marcas de desecación. Su espesor supera los 3 metros.
Capa 3: Conglomerado 2	Conglomerado matriz soportado generalmente con matriz arenosa, de color pardo amarillento, localmente con visos rojizos y con clastos de rocas ígneas y metamórficas y cuarzo de grandes tamaños generalmente superiores a 7 cm, y algunos hasta de 12 cm de diámetro de forma redondeada generalmente y meteorizadas. Su espesor es de 1.5 metros.
Capa 2: Arcillolita 1	Arcillolita compacta de color pardo amarillento, muy fracturada localmente con intercalaciones conglomeráticas en forma de pequeños lentes de 20 cm de espesor con abundantes clastos de feldespato. El abundante fracturamiento de este estrato genera la caída continua de fragmentos de arcillolita a manera de material fácilmente disgregado y erosionado.
Capa 1: Conglomerado 1	Conglomerado clastosoportado localmente con matriz arcillosa con diámetros de los clastos entre 0.5-0.7 cm de diámetro, alcanzando valores ocasionales de 2, 5 y 8 cm. Los clastos son predominantemente de rocas ígneas, rocas metamórficas y cuarzo redondeados. Su espesor visible es de 1.4 metros.

Nota. Fuente. Autores del proyecto.

En la tabla anterior se describe una secuencia generalizada de la variación estratigráfica local para el talud #3, que se distancian a unos 40 metros aproximadamente del talud #1, sin embargo el talud #1 tiene una secuencia estratigráfica de una sola capa continua la cual se observa en la tabla anterior como la arcillolita 2.

En lo que compete al talud #2 la estratigrafía comprende una arcillolita con las mismas propiedades que la del talud #1, puesto que la cercanía entre ellas evidencia el mismo tipo de formación, todos estos taludes abarcan el sector de ladera estudiado, ver la Figura 26.



Figura 26. Taludes estudiados en el sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca.
Fuente. Autores del proyecto.

En las siguientes figuras se ilustran las columnas estratigráficas independientes de cada uno de los dos sitios estudiados, donde se observan sus espesores y características litológicas más distintivas, a partir de las cuales se construye la secuencia estratigráfica regional del sitio de estudio, como se muestra en la Figura 27 y la Figura 28.

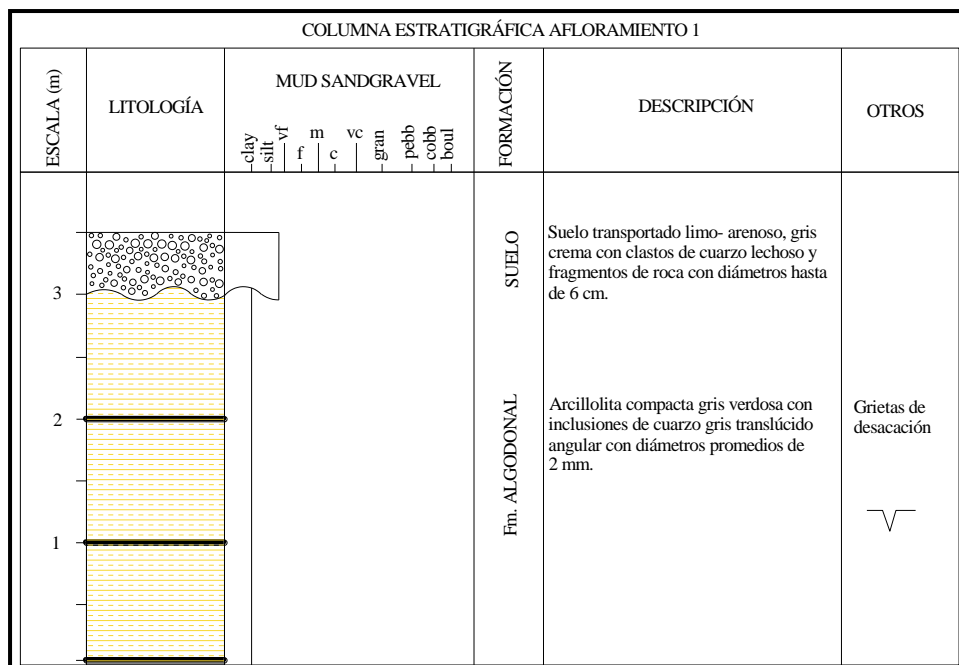


Figura 27. Columna estratigráfica del talud #1.
Fuente. Autores del proyecto.

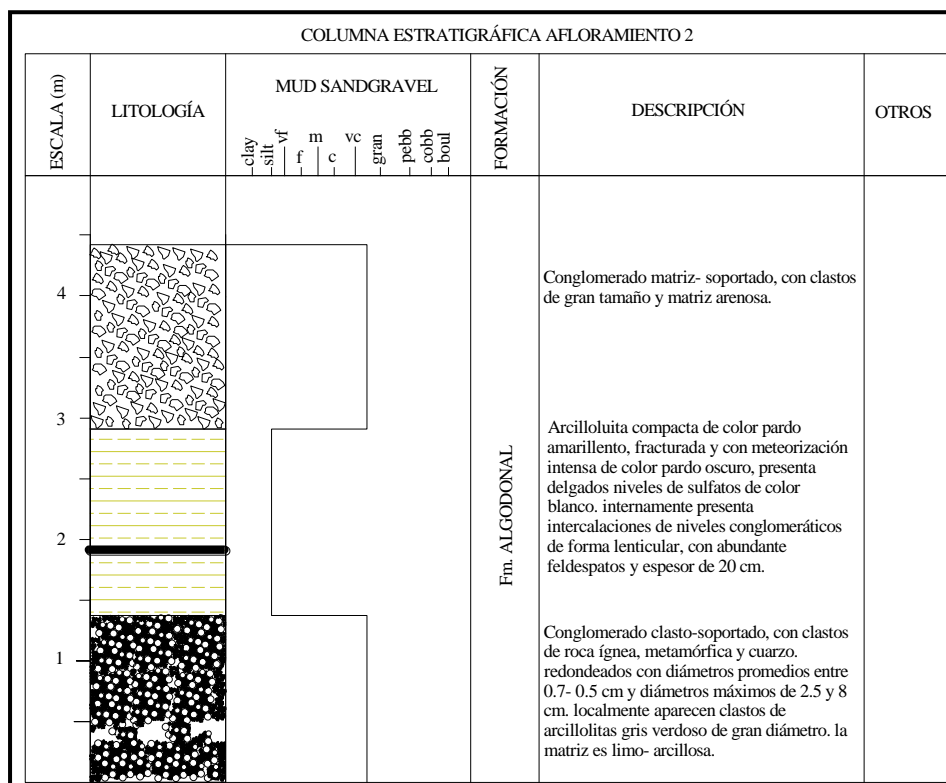


Figura 28. Columna estratigráfica del talud #3.
Fuente. Autores del proyecto.

Caracterización geomorfológica. El análisis de las características geomorfológicas en el marco del presente estudio se hace teniendo en cuenta que la geomorfología es el componente del territorio que sirve de base para la integración de los diferentes elementos físicos presentes en él. Las unidades geomorfológicas representan sistemas con relaciones de funcionamiento entre las variables suelo, agua, cobertura vegetal, amenazas y procesos de urbanización.

Mediante vistas panorámicas y fotografías aéreas durante las visitas de campo a la zona de estudio y por medio de la revisión cartográfica en el mapa geológico del P.B.O.T., Plano geológico y morfológico, Municipio de Ocaña del 2007, se lograron establecer los estilos geomorfológicos producto de la expresión superficial de las unidades litológicas que afloran en el lugar.

La identificación geomorfológica se realizó a partir de la observación directa y los criterios de orientaciones, disposiciones de masas rocosas, naturaleza del material parental y el criterio metodológico particularizado al caso de una zona como el municipio de Ocaña, definiéndose las siguientes unidades según su origen: Unidades de Origen Estructural, Unidades de Origen Denudacional – Estructural, Unidades de Origen Denudacional, Unidades de Origen Fluvio-Coluvial, estas unidades representan el elemento fundamental del análisis y resultan de las características litológicas e historia tectónica de la región, y de los procesos denudativos y morfogenéticos que han estado actuando hasta el presente acelerados por la influencia antrópica del hombre. (Hisca, 2003)

La geomorfología del área de estudio corresponde a pequeños cerros de cimas redondeadas con escarpes (taludes) laterales producto de la construcción de vías y/o viviendas, con laderas cortas de pendiente media a alta, de igual forma se logran observar colinas con pendientes relativamente suaves entre 20 – 30° en las más empinadas, son de forma irregular con superficie ondulada lateralmente. Presentan cobertura vegetal de gramíneas y arbustos. Localmente los estratos de las capas buzanan hacia el SW unos 25 a 35°.

Estructuralmente las rocas del sector se encuentran afectadas por la estratificación y factores gravitatorios la estratificación tiene un rumbo y buzamiento de N55W / 35SW, este sistema estructural es crítico pues genera una estructura de debilidad en la pendiente que favorece los deslizamientos de material al generar un plano de intersección crítico con el talud de la ladera con un buzamiento de N22E / 88W.

El sector de ladera en análisis en donde se comprenden el estudio de los tres taludes, se encuentran ubicados en el franco noroccidental de la cordillera oriental, a nivel regional la unidad litológica que representa la geología del sector es la Formación Algodonal de carácter sedimentario (Tpa).

Esta unidad litológica permite definir una unidad genética asociada a complejos paisajes con relaciones de parentesco de tipo genético, litológico y topográfico constituyendo un resalte montañoso mixto con procesos de plegamientos, inclinaciones y fallamientos notoriamente marcado más hacia el oriente.

La montaña corresponde a zonas de tipo montañoso estructural plegado, donde la morfogénesis predominante es denudativa y estructural (Tpa), pues el ángulo de buzamiento suele ser menor a 30° y por tanto la ladera es mucho más extensa que la contrapendiente o ladera erosional, en estas zonas litológicas son muy comunes los fenómenos de inestabilidad representados por caídas de roca, algunas veces originados por la acción de la erosión hídrica que genera presión hidrostática sobre el macizo rocoso el cual se encuentra fuertemente fracturado o por la acción antrópica representada en las actividades de urbanización que alteran y desestabilizan el macizo rocoso, observando la Figura 29 se muestra lo sucedido.



Figura 29. Diferentes paisajes geomorfológicos representativos en la zona de estudio.
Fuente. Autores del proyecto.

Unidad litológica Formación Algodonal. En esta unidad litológica se encuentra la zona de estudio, el paisaje cuenta con expresiones geomorfológicas contrastantes unas suaves y otras bastante pendientes en las colinas. Dichas colinas son redondeadas, de forma irregular y con

pendientes variables entre 45-80°, pero cortas, con poca altura y pendientes suaves de mayor distancia, no forma valles definidos por ser una formación en etapa de relieve inmaduro geomorfológicamente (de edad reciente). Regionalmente se observan depósitos cuaternarios de tipo coluvial y aluvial de pequeña escala.

La colina donde el sector de ladera esta urbanizado en un 45%, lo cual permite observar escarpes la mayoría cubiertos de vegetación, producto también de los procesos erosivos aluviales. Estos escarpes no presentan problemas de deslizamiento, salvo el talud #1 que presento un deslizamiento de material que deterioró varias viviendas en el 2015.

En los taludes #1 y #3 del sector de ladera estudiado se observó la acumulación de material en la base como se nota en la Figura 40 y la Figura 41, producto del desprendimiento de la capa del suelo por un pequeño deslizamiento influenciado probablemente por factores como la litología, la topografía y la erosión superficial.

Generalmente esta unidad desarrolla un perfil de suelo transportado estable de pocos centímetros de espesor y regionalmente se encuentra cubierta de diversa vegetación salvo en los escarpes tanto naturales como de carácter antrópico.

Sismicidad. Según el mapa sísmico de Colombia, el área de estudio se encuentra dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia, con unos coeficientes picos efectivos respectivamente para la aceleración horizontal ($A_a:0.20$) y la velocidad horizontal ($A_v:0.15$).

4.1.2 Obtención del modelo digital del terreno.El levantamiento topográfico se contempló en un área aproximada de 0.45 hectareas, abarcando toda la falla y los taludesalos que se lesrealizaron el estudio.

En el Apéndice F (carpetaadjunto- PLANO TOPOGRAFICO) se encuentra el plano No. 1 donde se muestra la topografía más detallada del sitio en cuestión, a continuación se muestra la Figura 30, la proyección planimetría del sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca.



Figura 30. Vista área con droncon las respectivas curvas de nivel.
Fuente. Autores del proyecto.

Para iniciar el levantamiento topográfico se eligió el lugar de ubicación de la estación, se empleó una estación total marca SOUTH, véase la Figura 31, que nos permitiera realizar la mayor toma de puntos, esta se posicionoal frente de cada talud.



Figura 31. Estación total marca SOUTH.
Fuente. Autores del proyecto

Por consiguiente, se generó una malla de puntos en la pared de cada talud, en donde se tomó la parte izquierda del talud #1 este como el perfil 3, ver Figura 32, pues este corresponde al perfil crítico.

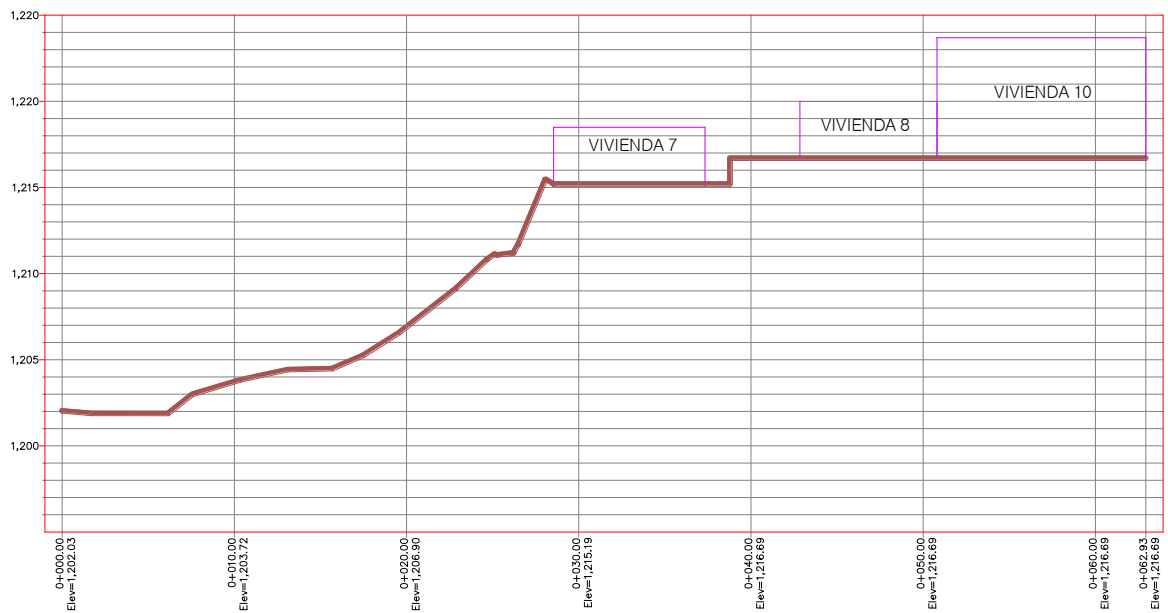


Figura 32. Perfil 3, talud #1 del sector de ladera estudiado.
Fuente. Autores del proyecto.

Ahora bien, se hizo necesario realizar el cambio de estación para poder tomar puntos en otra parte de la ladera en este caso el talud #2, obteniendo el perfil 4, ver Figura 33, igualmente se realizó la toma de datos en el talud #3, en el cual se obtuvieron tres perfiles en el cual se escogió el perfil 5, ver Figura 34, como el crítico para esta zona del sector de ladera, además se hizo localizando las diferentes obras existentes en el sector como edificaciones y líneas vitales (vía).

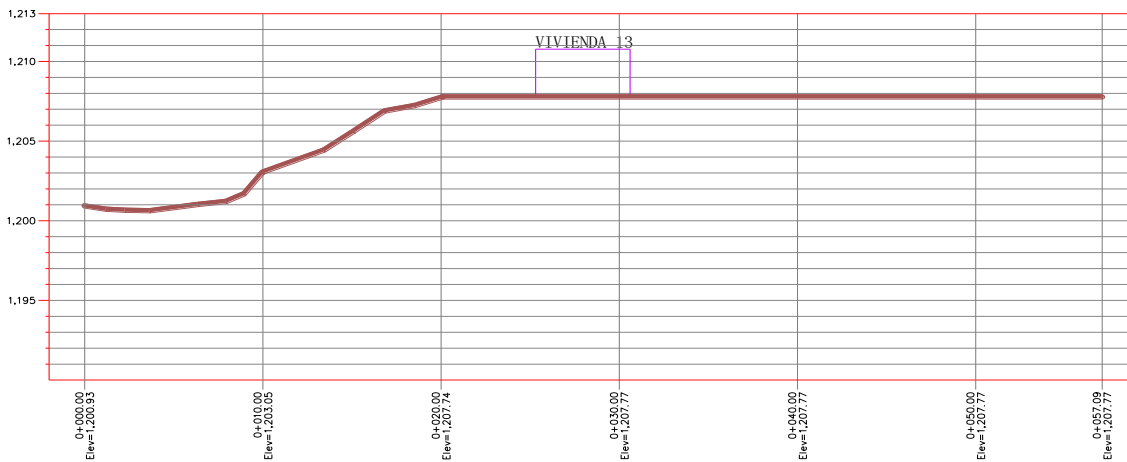


Figura 33. Perfil 4, talud #2 del sector de ladera estudiado.
Fuente. Autores del proyecto.

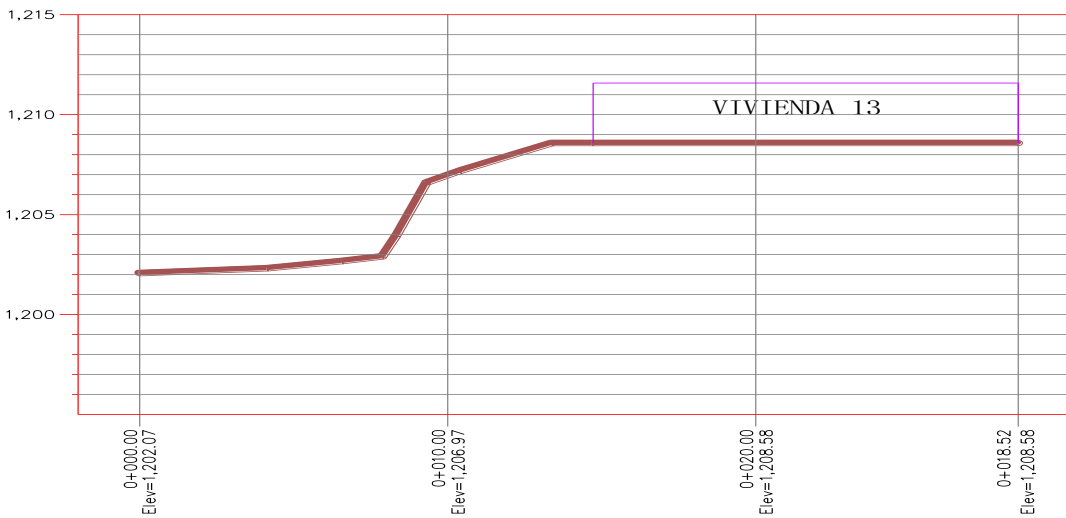


Figura 34. Perfil 5, talud #3 del sector de ladera estudiado.
Fuente. Autores del proyecto.

4.1.3 Caracterización geotécnica del subsuelo.

Exploración de campo. Teniendo en cuenta las apreciaciones de las visitas técnicas al sector de ladera, se determinó trabajar sobre los taludes #1 y #3. Vistos anteriormente en la Figura 26.

Por otro lado, estos taludes fueron cubiertos totalmente con un material impermeabilizante (plástico) para mitigar el efecto de la lluvia sobre ellos, en cuanto al talud #2 como se mencionó anteriormente cuenta con una capa vegetativa extensa, este no ha sido intervenido y está en su estado natural de ladera.

Por las condiciones de los taludes en especial en el talud #2 para evitar inconvenientes con los propietarios no se pudo realizar toma de material ya que no dejaban realizar ningún tipo de apique más aun por su carpeta de vegetación se fue imposible realizar extracción de muestras debido a que se tendría que realizar sondeos o apiques que dañaran el talud, así mismo para los demás taludes no era muy factible realizar extracción de muestras mediante sondeos o apiques ya que no existía área suficientemente segura para una extracción adecuada sin correr riesgos de desprendimiento de material u ocasionar afectación de estos; por lo tanto, se extrajeron todas las muestras limpiando una mínima capa superior.

Obtención de muestras. Para la extracción de muestras inalteradas (ensayo de corte directo) se realizó la respectiva limpieza, retirando parte del material alterado en la superficie del

talud, para luego introducir el molde y retirar la muestra, estas se realizaron para el talud #1 y #3 en estudio. Ver Figura 35.



Figura 35. Limpieza de la superficie de los taludes.

Fuente. Autores del proyecto

Con respecto al talud #1, se desarrolló la extracción en la zona superior de este, puesto que este no tenía mucho material deslizado, además debido a la pendiente y el poco acceso solo se tomó muestras de la margen izquierda del mismo, mientras en el talud #3 se realizaron muestras a una altura de 2 m en una de las paredes del mismo, para sacar las muestras para el ensayo de corte directo se realizó directamente sobre la superficie del talud y se utilizó un anillo de corte convencional como se puede observar en la Figura 36.



Figura 36. Anillo convencional de Corte, extracción de muestras in situ.
Fuente. Autores del proyecto

Estas muestras fueron extraídas en el sector de ladera en los diferentes puntos que se señalan en la Figura 37 para la realización de todos los diferentes laboratorios.

Además, se extrajeron bloques de suelo los cuales se mantuvieron inalterados para la realización del ensayo de peso unitario, ver Figura 38; de igual manera en recipientes de vidrio se depositaron muestras de suelo que permitirían conocer la humedad natural del sector de ladera en estudio como se observa en la Figura 39.



Figura 37. Lugar de extracción de las muestras para los diferentes ensayos.
Fuente. Autores del proyecto

Ensayos de laboratorio. Para los ensayos de granulometría por tamizado, límites líquido y plástico se extrajeron muestras alteradas para conocer las características generales del sector de ladera en estudio.



Figura 38. Muestras inalteradas para ensayos de peso unitario
Fuente. Autores del proyecto



Figura 39. Muestra para ensayos de humedades naturales del suelo.
Fuente. Autores del proyecto

Se realizaron ensayos de laboratorio con las muestras de material obtenidas in situ, como se logró notar en la Figura 39, realizando una serie de formatos que nos ayudaran a la clasificación de dichas muestras.

Teniendo en cuenta las apreciaciones de las visitas al sitio del deslizamiento, se identificaron dos zonas del sector de ladera, para los cuales se realizaron ensayos de granulometría por tamizado, contenido de humedad, límites de atterberg, peso unitario y se realizaron los ensayos de corte directo para los diferentes taludes en estudio, verapéndice A (carpeta adjunta), Véase la tabla 10, para resultados de laboratorio.

Tabla 10.
Resultados ensayos de laboratorio.

TALUD	ESTRATO	DESCRIPCIÓN	PESO UNITARIO (gr/cm ³)	GRAVEDAD ESP.	% L. L.	% L. P.	% I. P.	% FINOS	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CLASIFICACIÓN AASTHO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	COHESIÓN (kPa)
1 y 3	1	Arcilla arenosa	2,138	2,401	40,5	22,65	17,85	60,21	CL	A-7- 6 (14)	23°	33
		Conglomerado:										
	3	Arena mal gradada arcillo limosa	2,18	2,713	23	22,39	0,61	0,56	SP - SC	A-1-b (0)	32°	12

Nota. Fuente. Autores del proyecto.

^aLa representación de los datos del talud #2 soniguales a los expuestos en el talud #1, puesto que se encontró el mismo tipo de formación y una misma capa de suelo continuo.

^b Los parámetros mecánicos del conglomerado fueron tomados de sectores similares con respecto a las mismas condiciones, no solo no se pudo conformar el suelo para realizar cortes directos sino también es de aclarar que la comunidad manifestó inconformidad para la extracción en donde se encontraba este material.

4.2 Descripción de posibles mecanismos de falla.

4.2.1 Actividad morfodinámica. La zona de estudio está constituida por un paisaje montañoso caracterizado por colinas agudas simétricas y asimétricas con laderas de pendientes fuertes, además de una gran cantidad de procesos superficiales que se encargan de modelar el relieve y definir su grado actual de estabilidad. A partir de la interpretación de las fotografías aéreas y de las visitas en campo se pudieron identificar los principales procesos morfodinámicos.

Movimientos en masa. Como se mencionó anteriormente de acuerdo a la zona de estudio el talud #1 posee una altura de 14 metros medidas desde el pie hasta la corona del mismo, así mismo el talud #3 que es el otro sitio en donde se presenta la acción antrópica posee una altura aproximada de 5 metros, por lo cual revisando en lo estipulado en el mapa geológico y

morfodinámico de Ocaña en esta zona la formación geológica que predomina es la algodonal y se observa la existencia de viviendas ubicadas en la corona de estos taludes (estructuras ligeras) efectuando de forma directa una sobrecarga y descargando las aguas lluvias de forma directa hacia ellos.

En el sector de ladera se ha evidenciado la deforestación en especial en el talud #1 y el talud #3, afectados por lo que se observó que en este caso era la presencia de raíces cortadas, este hecho probablemente hizo que los taludes estuviesen expuestos de forma directa a procesos de erosión y posterior degradación por los ciclos de humedecimiento principalmente en época invernal.

De acuerdo a la información recolectada y por los rasgos encontrados, en la zona de estudio el fenómeno ocurrido llámese a este deslizamiento, es causado e inducido de manera abrupta por la realización de cortes para la construcción de viviendas, el deslizamiento que sucedió en la zona de estudio fue incitado por la gravedad y una serie de factores como lo son: climáticos, hidrológicos, topográficos y de vegetación que favorecieron este movimiento.

En el año 2015 hubo una alternancia de épocas sequía a lluvia eventualizando el fenómeno de la niña en donde el cambio climático se acentuó en el tercer bimestre del año. Según datos proporcionados por el IDEAM, entre julio y octubre fueron los meses con mayor precipitación con un valor de 8 y 14.3mms respectivamente, ver apéndice B (carpeta adjunta)

Tanto así que a mediados del 2015 especialmente en el mes de septiembre se presentó un primer suceso en la zona del talud #1, generando desde ese entonces caídas de suelo y pequeños deslizamientos, la comunidad trasmite ese temor a causa de este fenómeno de remoción en masa, interviniendo provisionalmente con medidas que puedan mitigar tal efecto a deslizarse o desprenderse nuevamente masa de tierra del talud, de igual manera se implementó la misma medida con el talud #3.

En el barrio Cuesta Blanca encontramos tres taludes en un mismo sector de ladera, de los cuales dos son intervenidos y de los cuales sobresale el tipo formación presente en la zona. Como se logra apreciar en la Figura 40 y la Figura 41.



Figura 40. Talud #1- material deslizado después de ocurrido el fenómeno de remoción en masa del 2015. Fuente. Autores del proyecto.



Figura 41. Talud #3 en donde sobresale la formación geológica típica del lugar.
Fuente. Autores del proyecto

No obstante un evento ocurrido el 05 de Mayo del 2018, efectuado en la zona del perfil más crítico en este caso para el talud #1, evidencio que al no parar las fuertes lluvias de la noche anterior se presentó un fenómeno de remoción en masa debido a la saturación de los materiales que conformaban las capas superficiales del talud, lo que provoco una sobre carga y disminución de la resistencia al corte de los materiales, llevando a que este fallara, puesto que el mecanismo de falla consistió en un deslizamiento de tipo traslacional. Ver Figura 42.



Figura 42. Deslizamiento ocurrido en la fecha del 05 de Mayo del 2018, vista corona del talud #1. Fuente. Autores del proyecto



Figura 43. Vista general del deslizamiento ocurrido en la fecha del 05 de Mayo del 2018 del talud #1.

Fuente. Autores del proyecto

En las fotografías se puede apreciar gran cantidad de material depositado en la parte baja del talud debido al deslizamiento que se presentó meses anteriores y por esta razón el más vigente, de igual forma en los últimos meses se han podido observar pequeñas caídas de material de suelo en donde cada vez se prevé que el fenómeno está de forma activa, como se notó en la Figura 43.

Inmediatamente ocurrido el suceso se procedió por visitar las viviendas aledañas al talud, puesto que probablemente estas se verían afectadas, en donde se encontró que la vivienda 07 ubicada en la corona del talud, por lo cual esta poseía daños en gran parte de su área, pues se observó en tres (3) puntos distintos la aparición de grietas y fisuras. Posteriormente se procedió en realizar un seguimiento constante cuantificado en la Tabla 11, acorde a la variación de su respectivo ancho y alto de cada grieta.

Tabla 11.

Registro histórico de los puntos de las grietas encontrados en la vivienda afectada.

PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
---------	---------	---------

FECHA	HABITACIÓN CASA CORONA		PATIO		GRIETA CERCA A LA CORONA DEL TALUD	
	ANCHO GRIETA(cm)	ALTO GRIETA(cm)	ANCHO GRIETA(cm)	ALTO GRIETA(cm)	ANCHO GRIETA(cm)	ALTO GRIETA(cm)
09-may-18	3,0	2,0	1,0	1,2	2,0	3,0
11-may-18	3,2	7,0	2,0	2,0	3,0	6,0
14-may-18	3,3	8,0	2,5	2,0	3,0	15,0
17-may-18	3,8	9,0	3,0	3,3	3,4	21,5
25-may-18	4,1	10,0	3,5	4,1	3,6	22,5
31-may-18	5,2	13,0	10,0	17,0	✱	29,0

Nota. Fuente. Autores del proyecto

*No se pudo obtener el valor, se dañó el punto de toma de dato.

Así mismo en relación a esta vivienda se puede ver como dentro de una habitación la edificación residencial se encuentra dividida en dos partes, puesto que la losa del piso se fracturo y se hundió con respecto a su nivel, Además en la parte del patio que colinda con la corona del talud #1 presento una fisura tanto al nivel del piso como a nivel de muro, agrietándolo y ocasionando peligro debido a que este podría voltearse directamente hacia la vivienda, ver Figura 44.

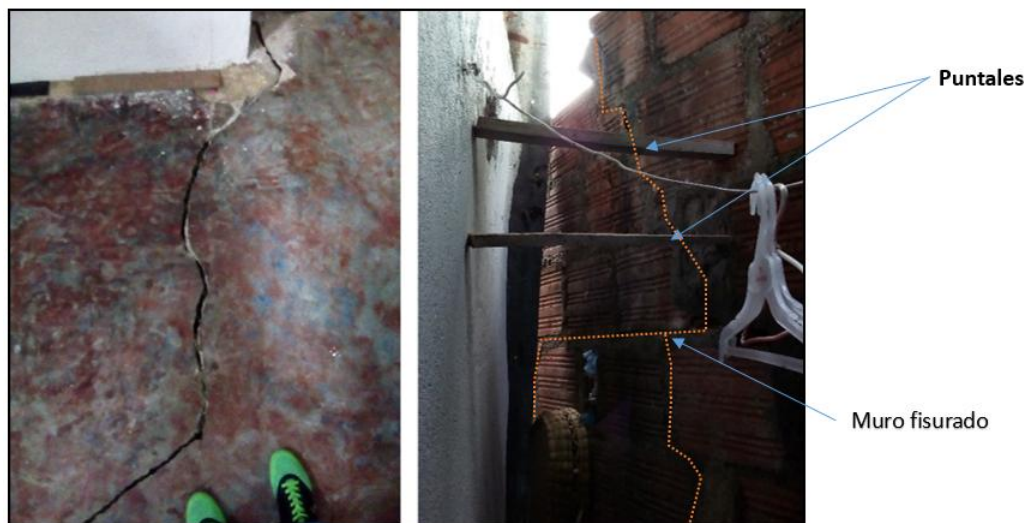


Figura 44. Evidencia de fisuras y grietas dentro de la vivienda, ubicada en la corona del talud #1.
Fuente. Autores del proyecto

De igual manera se logra identificar que entre la vivienda y el talud #1 en la corona de este se encuentra una grieta, ver Figura 45, ubicada a 70 centímetros(cm) del borde del talud con una longitud de 3,2 metros, un ancho promedio de 3.5 cm y una profundidad promedio de 16 cm, lo que aumenta la tendencia del suelo a fallar pues con el seguimiento realizado a este tipo de fisura se tomó la aceleración de daño aumentaba 6,5 cm de alto después de ocurrir un sismo, provocando que la grieta puede llenarse con agua, en el caso de lluvias, saturando el material y conllevando al desprendimiento del mismo, lo que pone en peligro la seguridad de las personas que se encuentran cercanas a la parte superior del talud y los bienes físicos de la vivienda



Figura 45. Grieta ubicada entre la vivienda y la corona del talud #1.
Fuente. Autores del proyecto

Además, los propietarios de la casa que está ubicada al pie del talud #1 optaron por construir un muro en mampostería en ladrillo doble, elaborado de forma artesanal; puesto que este no se construyó teniendo en cuenta la especificaciones técnicas para la realización adecuada de dicha obra, estando en riesgo por si se presente de nuevo el deslizamiento, el muro fue construido como parte de la vivienda, abarcando solo la parte trasera de esta, ver Figura 46.



Figura 461. Muro en mampostería doble construido por la comunidad en el talud estudiado.
Fuente. Autores del proyecto

4.2.2 Recopilación de información mediante encuesta de evaluación para análisis de vulnerabilidad. Elementos vulnerables. El análisis de estabilidad ha requerido inicialmente socializar con los habitantes que tienen ubicadas sus viviendas sobre el sector de ladera, informándoles de las actividades a realizar en el sector de estudio como extracción de muestras, toma de fotografías, encuestas y todo lo pertinente para evaluar la vulnerabilidad. véase Figura 47.



Figura 47. Visita a la comunidad, parte baja del sector de ladera.
Fuente. Autores del proyecto

En el sector se encuentran viviendas con servicios públicos completos, estas se encuentran construidas en ladrillo, bloque y una se encuentra construida en bahareque con remodelaciones en bloque; estas viviendas tienen cubiertas de zinc y otras de eternit en su mayoría.

En la corona del talud #1 hay 1 vivienda generando la sobrecarga directa, construida en bloques y algunas partes en ladrillo, con cubierta de zinc, la cual no tiene un adecuado manejo de aguas lluvias, descargando por medio de la cubierta las aguas sobre la corona y a su vez los patios de las viviendas cercanas no cuentan con impermeabilización, produciendo filtración al terreno, ver Figura 48.



Figura 48. Manejo inadecuado de las aguas de esorrentía por parte de la vivienda 7 en la corona del talud #1.

Fuente. Autores del proyecto

Se zonificaron las diferentes viviendas que se encuentran en la ladera de estudio, como se observa en la Figura 49, esto con el fin de realizar una encuesta, la cual será expuesta a continuación en el resumen estadístico de elementos vulnerables.



Figura 49. Viviendas ubicadas en el sector de ladera en estudio.

Fuente. Autores del proyecto

Resumen estadístico de elementos vulnerables para el sector de ladera en estudio del Barrio Cuesta Blanca. Inicialmente se procedió a comunicar al representante de cada hogar las razones de aplicación de la encuesta. Se aplicó el modelo de encuesta expuesto en el apéndice D (carpeta adjunta), en donde se brinda información en las cuales se visualizan y se preguntan aspectos como identificación, números de habitantes, materiales generales de la vivienda, servicios con los que cuenta, daños producidos por la inestabilidad, toma de medidas y el registros fotográficos de los elementos vulnerables (vivienda), entre otras.

Después de recolectar la información necesaria a partir de la encuesta realizada a cada vivienda para caracterizar los elementos vulnerables en la zona de estudio en donde se registraron 15 viviendas, las cuales son vulnerables y se identificó que están afectadas, en su totalidad son casas o apartamentos, las cuales son estudiadas por su ubicación en el sector de ladera donde el material constructivo predominante son las paredes en bloque y en su mayoría con un sistema de construcción deficiente en un 66.67% de todas las viviendas.

En el caso de los fenómenos hidrometeorológicos que amenazan a las viviendas, a causa de su cercanía a los taludes #1 y # 3 fueron las lluvias torrenciales más inundaciones y casos de humedad con un 100%. Se aprecia que las viviendas estudiadas se encuentran localizadas en la ladera en un 60.0% en la parte alta y un 40.0% en la parte baja.

El nivel socioeconómico de los habitantes equivale a que el 100% de la población encuestada pertenece al estrato 1 y cuentan con un nivel de educación entre bajo y medio, incluyendo algunos profesionales.

Posteriormente, se observó que el 100% de las viviendas cuenta con energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y servicio de recolección de basuras; la mayoría de estas viviendas no cuentan con una línea telefónica representadas en un 6.67% y se estableció que las viviendas estudiadas en un 87.0% cuentan con el servicio de gas natural.

Para los servicios sanitarios; se aprecia que el 100% de las viviendas cuenta con un inodoro con conexión a alcantarillado.

Con la aplicación de este formulario de evaluación se notó que las viviendas que se encuentran ubicadas en el talud #1 el 12.53% de estas se vieron afectadas por el deslizamiento que ocurrió, un deslizamiento que aún se encuentra activo y de tipo traslacional, a su vez en el talud #3 existe un deslizamiento inactivo; pero por las condiciones de la ladera siguen en riesgo las viviendas cercanas a este por fenómenos de remoción en masa.

En el Apéndice D se muestran los formularios aplicados a las respectivas viviendas y en el Apéndice C se muestran los respectivos resúmenes estadísticos con su análisis, luego de procesar y analizar la información recolectada.

4.3 Cálculo y zonificación del nivel de amenaza en los puntos más críticos de un sector de ladera.

4.3.1 Realización del modelamiento de estabilidad en la ladera, utilizando software especializado. (SLIDE versión libre)

Modelo y software utilizado. Para el análisis del modelo geotécnico se utilizó el software para computador Slide, es un programa de análisis de estabilidad de taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad, es un software potente y flexible desarrollado por Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas, sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc encontrado en su versión libre en el siguiente enlace, (<http://minerosunsa.blogspot.com/2017/12/programas-de-rocscience-gratis-2018.html>.)

Métodos de análisis. Aunque el programa permite trabajar con diferentes métodos de análisis, para objeto del presente estudio se trabajó conjuntamente con los siguientes cinco métodos:

1. Método ordinario o de Fellenius
2. Método Bishop simplificado

3. Método de Janbú simplificado
4. Método de Spencer
5. Método de Morgentern-Price.

Los resultados de los factores de seguridad se presentan para cada uno de los métodos indicados y para los tres diferentes perfiles críticos expuestos anteriormente que se encuentran en el sector de ladera.

Con respecto a lo anterior se establecieron dos escenarios a modelar, véanse Figura 50 y Figura 51, el cual se escogió de acuerdo a criterios tales como: pendientes críticas y zona más inestable del talud para ambos escenarios es el mismo talud #1; siendo así que para el escenario 1 se contempló antes del deslizamiento año 2015 y para el escenario 2 fue el tomado respectivamente después del deslizamiento aforado en el levantamiento topográfico año 2018, además a este se proyectó el retiro de todo el material deslizado para realizar la respectiva vivienda.

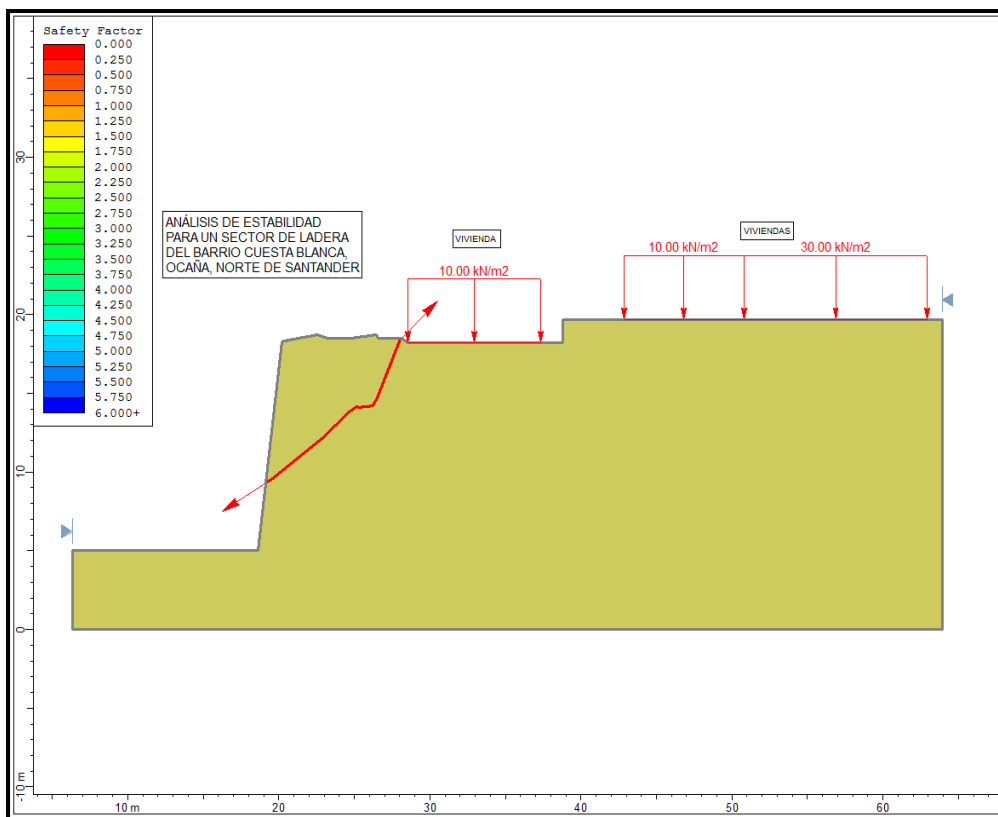


Figura 50. Talud #1, escenario 1, proyección propuesta antes del deslizamiento.
Fuente. Autores del proyecto

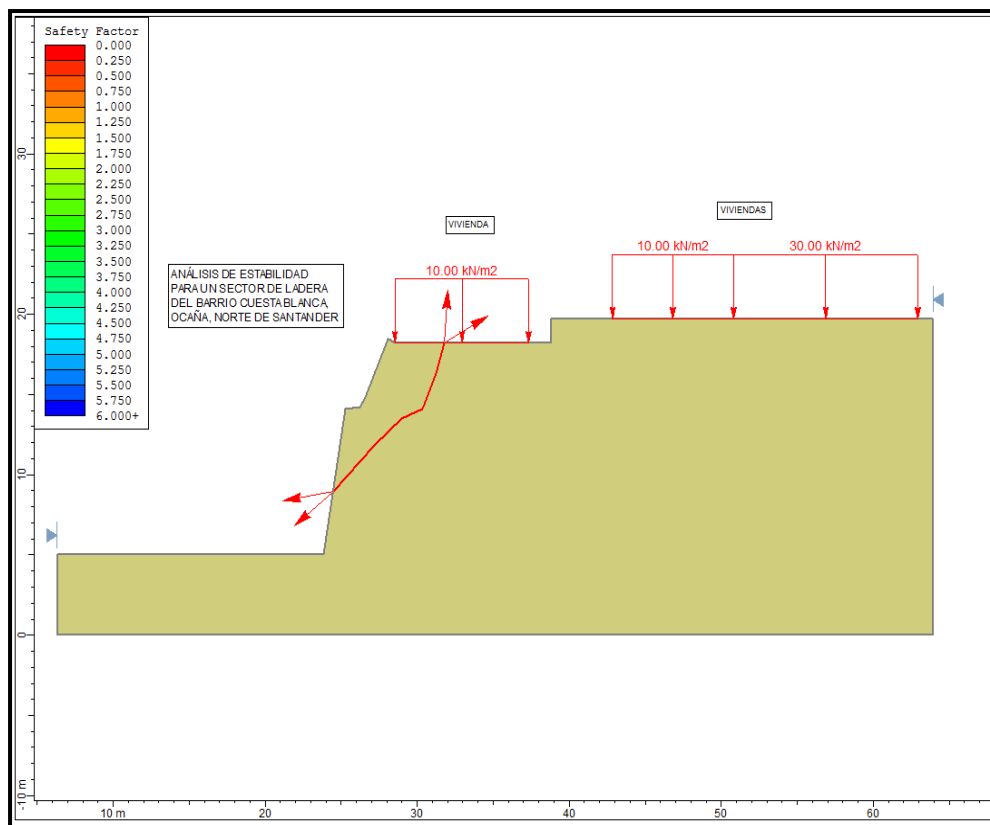


Figura 51. Talud #1, escenario 2.

Fuente. Autores del proyecto.

Nota: Después de tener el respectivo modelo obtenido del levantamiento topográfico, se hace una propuesta del retiro del material deslizado, proyectando que se construirá una vivienda en la zona baja del talud.

Falla por bloque deslizante. En este tipo de superficie de deslizamiento se tiene en cuenta los efectos de los estratos débiles que favorecen este tipo de falla como lo son las arcillas y además al estar ligadas a temporadas de lluvia pueden aumentar el nivel de inestabilidad.

Selección de sección crítica. Para la determinación de las diferentes secciones críticas en la zona de estudio se tuvo en cuenta los taludes de la ladera que presentaban las pendientes más

críticas y la mayor inestables, de acuerdo a eso se escogió para cada uno de los diferentes un perfil crítico representados anteriormente en el modelo digital del terreno, como ejemplo en el talud #1 que fue el que fallo tenemos el perfil 3, el cual tiene las mayores condiciones de inseguridad y amenaza frente a la comunidad; en la Figura 52 se puede apreciar el perfil crítico elegido para el análisis del talud #1.



Figura 52. Observación del perfil #3, talud #1 en el sector de ladera.
Fuente. Autores del proyecto

Geometría y estratigrafía. Para la realización del modelo geotécnico estipulado en el software se trabajó con el tipo de material identificado en los ensayos de laboratorio, las propiedades de dicho suelo fueron obtenidas en el laboratorio de suelos y pavimentos de la UFPSO.

Con respecto a los taludes #1 y #2 los cuales estaban conformados por un solo estrato de gran espesor; en la visita realizada con el geólogo fue posible medir el ángulo de buzamiento, por

medio del uso de una brújula utilizada por el especialista en el campo, esto fue posible gracias a un corte lateral presente en el talud #1.

Así mismo se consideró que la estratificación general del estrato era de una misma inclinación, por consiguiente los datos obtenidos de estas medidas correspondientes al buzamiento del talud #1 con un valor N22E/88W y la inclinación de 38° , por su parte las estratificaciones estuvieron registrada con un valor de buzamiento de N35W/35SW, ver Figura 53; Ahora bien para el talud # 3 se encontraron dos estratos diferentes, una arcillolita y un conglomerado intercalados entre sí, como se expuso en la Figura 24.

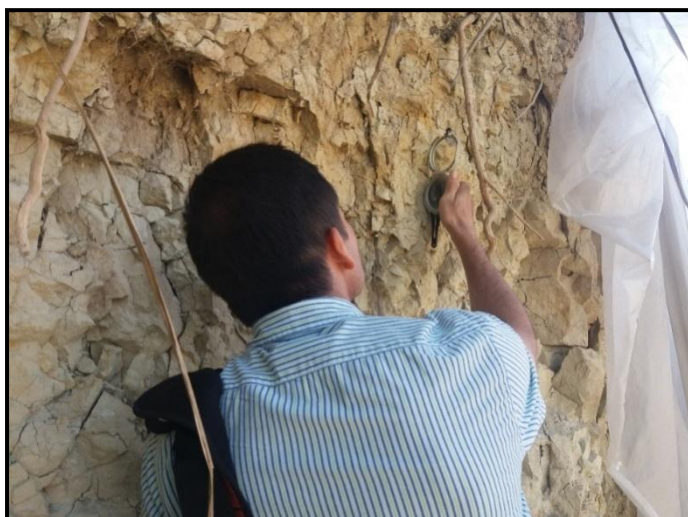


Figura 53. Medición del ángulo de buzamiento en la pared vertical del talud #1, visita en acompañamiento con el geólogo.

Fuente. Autores del proyecto

4.3.2 Análisis probabilístico por medio del método del equilibrio limite utilizando el software SLIDE. Inicialmente se realizó un retro-análisis del talud #1 el cual se evalúa en base en el actual (original), por tanto, se empleó la geometría de la sección que pasa por el lado izquierdo del deslizamiento que se levantó topográficamente en la zona, por lo que se le realizó

unas proyecciones de líneas con el fin de obtener el perfil antes de que ocurriera el deslizamiento, esto con ayuda de fotos anteriores y con lo que nos comunicaba la comunidad.

Apoyándose en la herramienta que proporciona el programa Slide, se inició modelando el escenario 1, el cual es el perfil 3 probable (antes del deslizamiento) con los parámetros más representativos obtenidos en el laboratorio a la hora de realizar los diferentes cortes directos, como se muestra en la Tabla 12, con el fin de encontrar la falla ocurrida.

Para los modelos de los taludes #2 y #3 este análisis probabilístico se realizó de igual manera que lo expuesto en el proceso del perfil 3 del talud #1, además se tuvieron en cuenta condiciones de otros sectores como son: proyectos de grado encontrados en el repositorio web de la biblioteca de la UFPSO, estos proyectos involucrados en los sectores en estudio con sus respectivos autores como lo son los barrios: Bellavista (Jesús Alfonso Conde Garzón, Jennifer Álvarez Prada), Olaya herrera (Viviana Marcela Trillos Quintero, Maira Alejandra Vergel Moncada) y Libardo Alonso (Juan Álvaro Casadiego), sirvieron de mucha ayuda para la realización del presente proyecto, para las condiciones del suelo estas zonas poseen la misma formación geológica, para hacer un comparativo de sus parámetros y así modelar en el software una posible probabilidad de falla anual por medio de un estudio probabilístico.

Por consiguiente, el primer análisis realizado consistió en conocer la variación del factor de seguridad (FS) con respecto al ángulo de fricción interna y la cohesión siendo estos los parámetros que variaron de acuerdo al análisis en los diferentes lugares con la misma formación, siendo catalogados muchos de ellos como una arcilla dura o a su vez como un limo con presencia

de arenas y para el caso del conglomerado se mira con respecto a una arena con presencia de arcilla

Cabe señalar que los valores que se obtuvieron por medio del análisis probabilístico y que hicieron que el talud 1 o también mencionado como perfil 3 para encontrar la falla del 2015 la cual se produjera en su estrato continuo de arcilla arrojando por la simulación valores para que este talud presentara el deslizamiento con una cohesión(C) de 19.5 kPa y un ángulo de fricción interna (ϕ) de 22.21°.

Tabla 12.

Parámetros más representativos obtenidos en el laboratorio, sector de ladera.

Estrato	γ (KN/m ³)	C (kPa)	ϕ (°)
1	20.986	33.0	23.0
2	21.378	12	32

Nota. Fuente Autores del proyecto

Análisis de estabilidad estático por falla en bloque. Este tipo de análisis se escogió para modelar el perfil 3 el cual representa la condición más delicada en la zona de estudio debido a su geometría, su pendiente y a su indebido corte para construir una vivienda y al tener una pendiente casi vertical puede llegar a presentar caídas en bloque lo que nos lleva a realizar el respectivo análisis.

Los desprendimientos se producen comúnmente en taludes verticales o casi verticales en suelos débiles a moderadamente fuerte y en macizos rocosos fracturados.

El talud #1 en su situación actual fue modelado con el método de falla en bloque para ambos escenarios, el antes y después del deslizamiento con un tipo de falla traslacional ya que esta fue la que se generó en la zona.

Inicialmente se ingresaron los diferentes puntos al programa del modelo o perfil que se estudió, añadiendo las diferentes características del talud, con sus diferentes parámetros y condiciones probabilísticas obtenidas de la investigación, además con un estimativo de las diferentes cargas de las viviendas que le generan al perfil y a las diferentes condiciones a las cuales este podría someterse como lo son la lluvia o sismo.

Se comprobó que no se presentaran errores y se procedió a procesar dicha información para obtener las diversas superficies de falla del deslizamiento en vista de los distintos métodos tales como: ordinary-fellenius, bishopsimplified, janbusimplified, Spencer y morgensterin-Price.

El software Slide arroja diversas superficies de fallas por deslizamiento, en la Figura 54 y la Figura 55 se pueden apreciar las modelaciones del perfil 3 antes del deslizamiento (Escenario 1, año 2015) y después del deslizamiento (Escenario 2, año 2018), teniendo en cuenta la posible falla, esto de acuerdo a la condición real que se presenta en el sector de ladera, se estiman los diferentes factores de seguridad para hacer un comparativo entre los diferentes métodos.

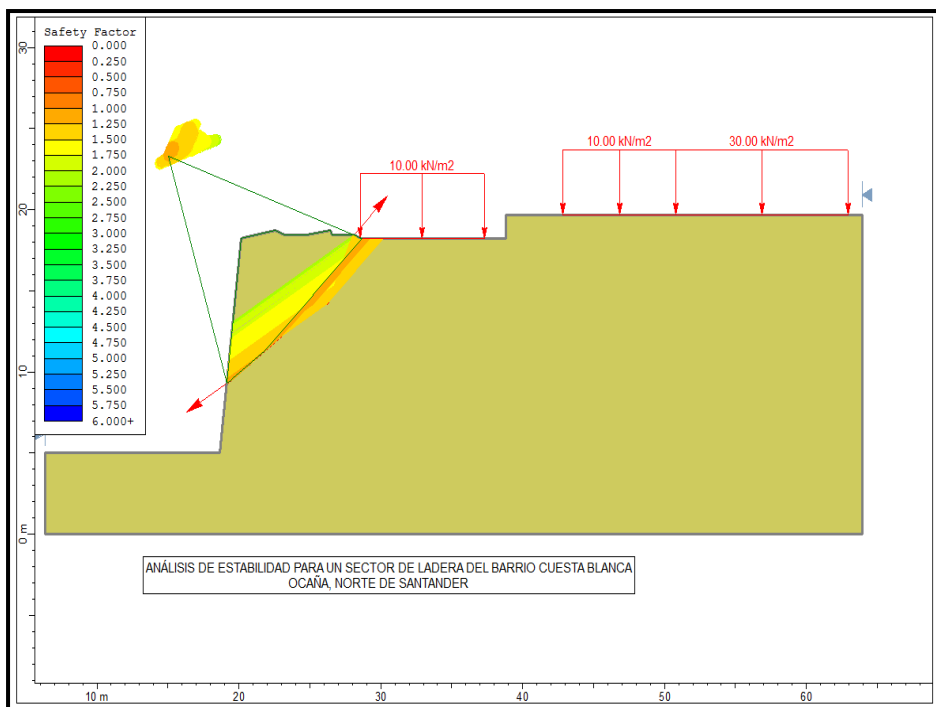


Figura 54. Modelo estático no saturado, escenario 1.
Fuente. Autores del proyecto

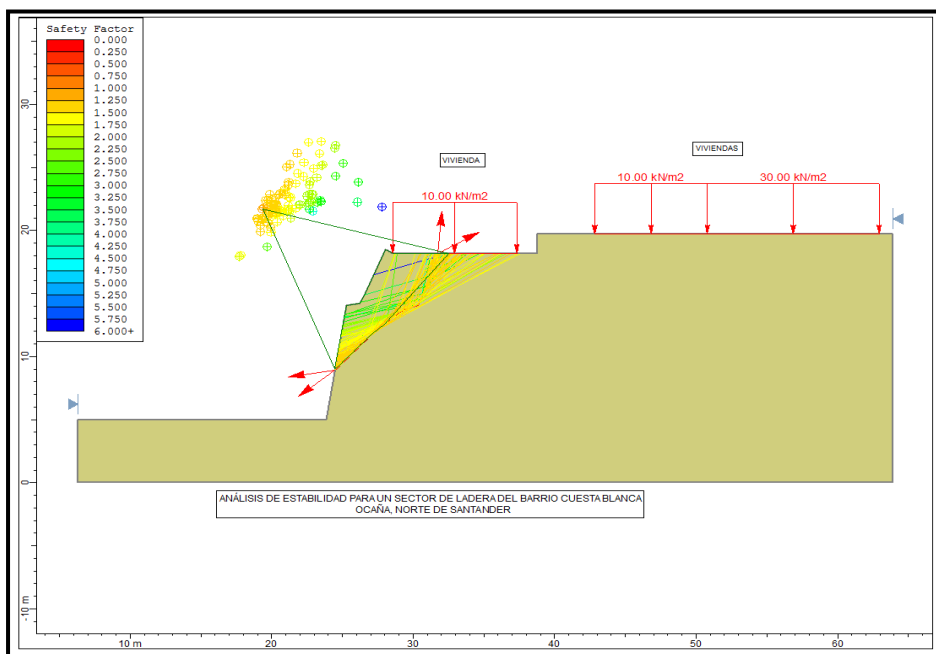


Figura 55. Modelo estático no saturado, escenario 2.
Fuente. Autores del proyecto

Así mismo se tuvo en cuenta un análisis del perfil 3 con un nivel freático en la superficie del talud, por consiguiente, se modelo como si el material debajo de la línea de agua se encontrara saturado, esto sabiendo que en épocas de lluvia, por infiltración el material se satura en este caso un solo estrado, ver la Figura 56 y la Figura 57.

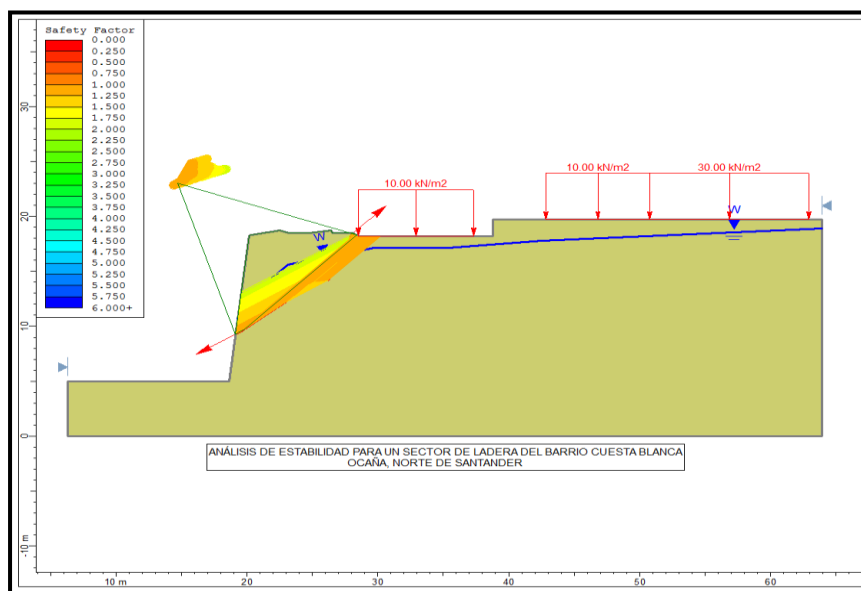


Figura 56. Modelo estático saturado, escenario 1.
Fuente. Autores del proyecto

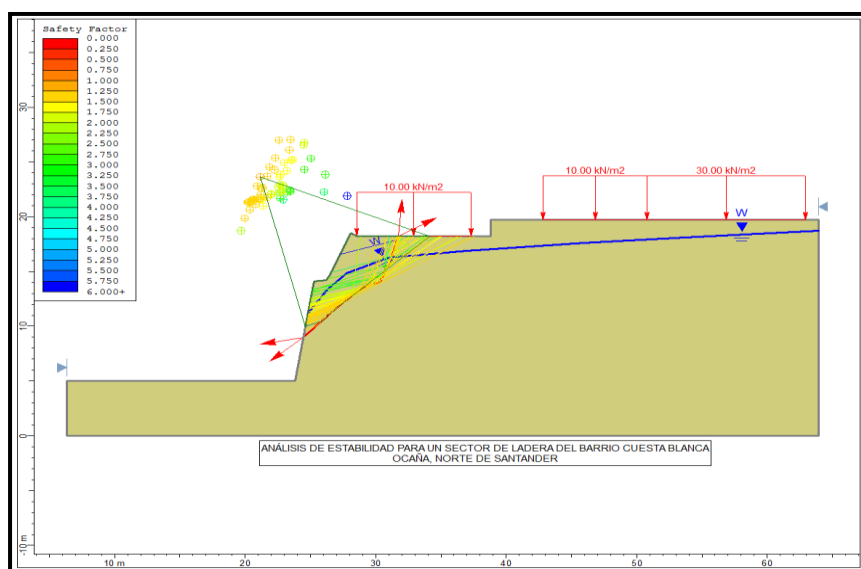


Figura 57. Modelo estático saturado, escenario 2.
Fuente. Autores del proyecto

Se determinó que en los escenarios 1 y 2 en ambas condiciones es inestable teniendo en cuenta una condición saturada o no saturada, arrojando un nivel de amenaza medio, como se puede apreciar en la Tabla 13 y la Tabla 14, que detallan los valores obtenidos por los modelos.

Los parámetros encontrados en las tablas respectivamente corresponden a, FS DETER (El factor de seguridad determinístico para cada modelo);FS MEDIO (Es el representativo a un promedio respecto a los demás factores); PF (representa la probabilidad anual de falla, donde arroja un porcentaje de la posible falla con respecto al factor de seguridad).

Tabla 13.

Análisis estático, antes del deslizamiento (escenario 1) falla en bloque.

Análisis Estático escenario 1 (2015)						
Método	Sin Nivel Freático FS DETER.	Sin Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)	Con Nivel Freático FS DETER.	Con Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)
Ordinary	1,166	1,22	23,4	1,124	1,209	35
Bishopssimplified	1,083	1,132	31,3	1,045	1,121	40
Janbusimplified	1,162	1,216	23,5	1,12	1,206	35
Spencer	1,167	1,233	39,229	1,125	1,325	33,33
Morgensterin- Price	1,185	1,271	26,757	1,14	1,239	33,33

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 14.

Análisis estático, escenario 2, falla en bloque.

Análisis Estático escenario 2, falla en bloque						
Método	Sin Nivel Freático FS DETER.	Sin Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)	Con Nivel Freático FS DETER.	Con Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)
Ordinary	1,298	1,365	15,6	1,235	1,3	20,1
Bishopssimplified	1,248	1,312	17,8	1,167	1,227	24,9
Janbusimplified	1,297	1,349	15,92	1,219	1,283	21
Spencer	1,302	1,44	7,8	1,243	1,25	20,54
Morgensterin- Price	1,37	1,44	10,31	1,23	1,29	20,2

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Además, se puede observar que en todas las condiciones del modelo estático se presenta un nivel de amenaza medio, ya que el factor de seguridad medio está comprendido entre 1.1 y 1.5 según la guía metodológica del SGC.

Análisis de estabilidad dinámico por falla en bloque. Para el modelo del perfil 3 con las condiciones (escenario 1 y escenario 2) se realizó el análisis dinámico, ver Figuras 58 y Figura 59, para los perfiles 4 y 5 correspondientes a los taludes #2 y #3 respectivamente ver figuras 62 y 63, se realizó solo el análisis dinámico saturado pues es el análisis que genera la mayor falla en bloque, considerando un coeficiente de aceleración sísmica, para simular el efecto de un terremoto. Para el análisis sísmico el software Slide utiliza el método pseudo-estático, el cual asume un coeficiente sísmico a modo de sobrecarga horizontal, para todas las situaciones de los diferentes perfiles se le realizó el análisis dinámico tomando el valor de aceleración pico efectiva de 0.15 que equivale al 70 % de la asignada por la NSR-10 para Ocaña, Norte de Santander.

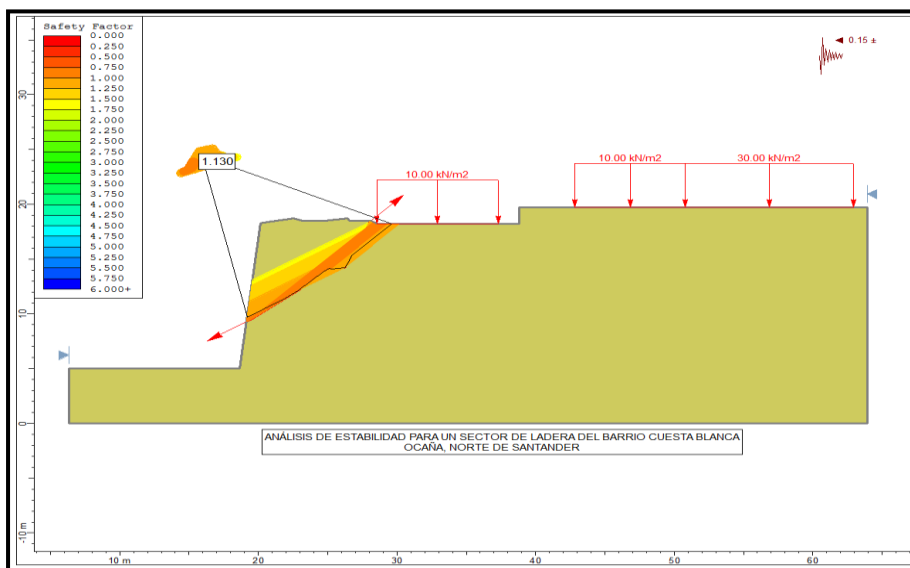


Figura 58. Modelo dinámico no saturado, escenario 1.
Fuente. Autores del proyecto

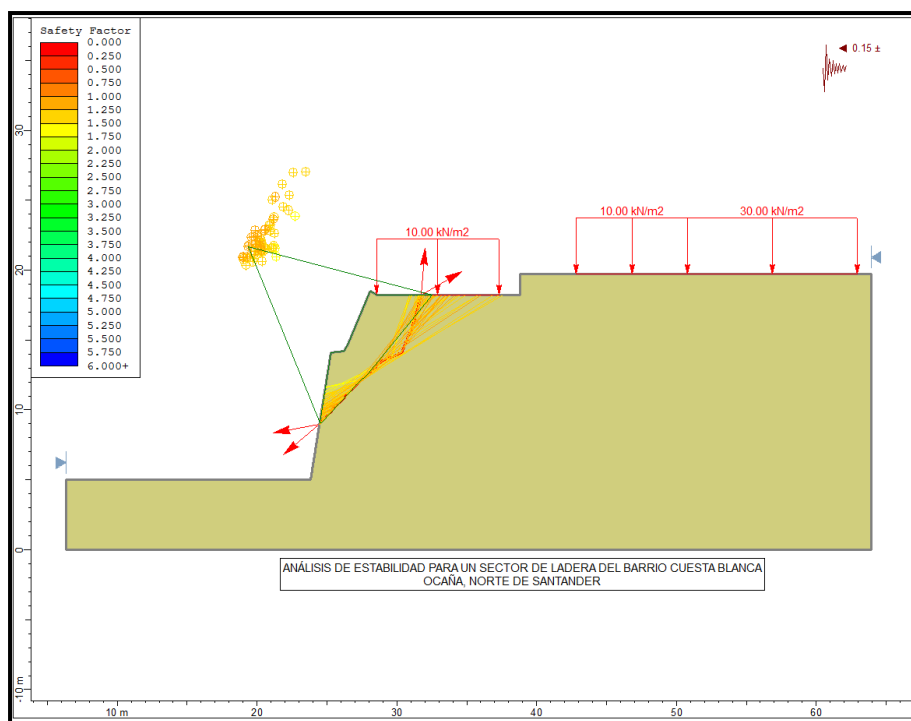


Figura 59. Modelo dinámico no saturado, escenario 2
Fuente. Autores del proyecto

Se logra identificar que en el análisis dinámico en condición no saturada para el escenario 1 un factor de seguridad con un nivel de amenaza alto, mientras que para el escenario 2, arroja factores de seguridad prácticamente en el límite que nos indica un nivel de amenaza medio mientras que en la condición saturada, véase Figura 60 y Figura 61, para ambos casos, se aprecia que el factor de seguridad es inferior a 1.1 lo que indica un nivel de amenaza alto, disminuyeron considerablemente comparado con la condición estática saturada lo que nos indica que los valores de seguridad obtenidos nos muestran que esta condición presentaría mayor riesgo de posibles desprendimientos de material.

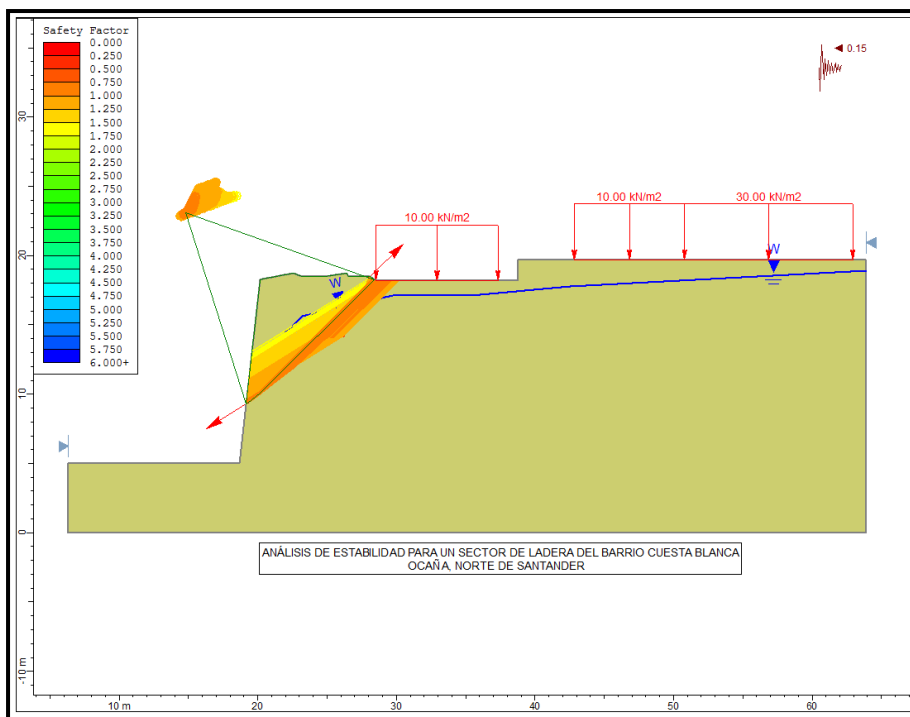


Figura 60. Modelo dinámico saturado, escenario 1

Fuente. Autores del proyecto

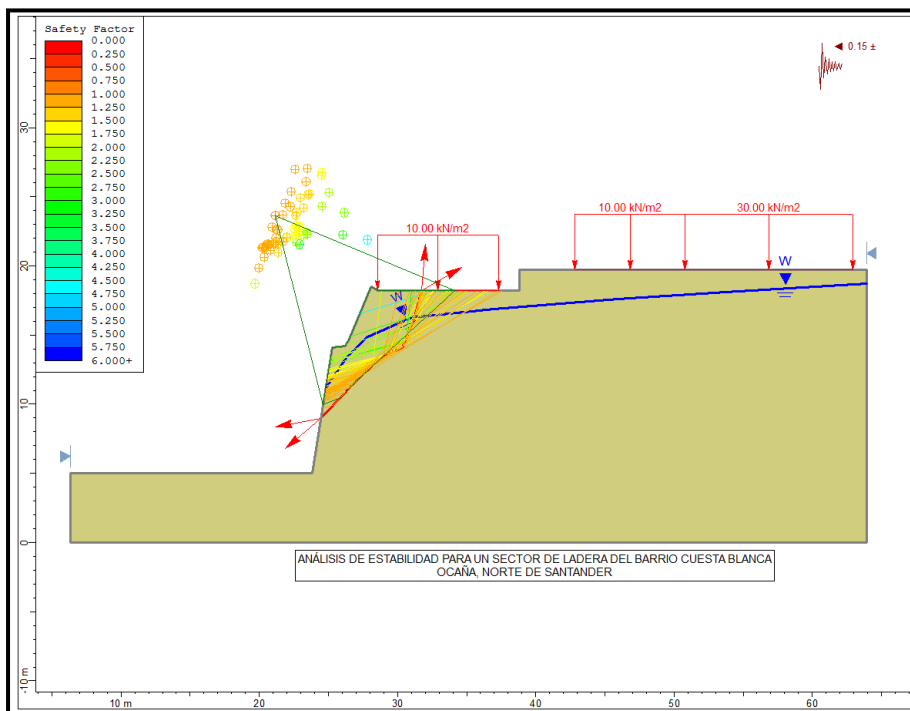


Figura 61. Modelo dinámico saturado, escenario 2

Fuente. Autores del proyecto

En las siguientes tablas encontraremos los resultados obtenidos del programa Slide, en donde se registran los datos de la modelación del análisis Dinámico no saturado y saturado del escenario 1 en la Tabla 15 y en la Tabla 16 el análisis del escenario 2.

Tabla 15.

Análisis dinámico, antes del deslizamiento (escenario 1), falla en bloque.

Análisis Dinámico escenario 1 (2015), falla en bloque						
Método	Sin Nivel Freático FS DETER.	Sin Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)	Con Nivel Freático FS DETER.	Con Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)
Ordinary /Fellenius	0,996	1,044	46,4	0,955	1,031	45
Bishopsimplified	0,935	0,976	58,1	0,889	0,964	55
Janbusimplified	0,954	1	53,6	0,918	0,989	55
Spencer	0,955	1,017	51,569	0,917	0,99	55
Morgensterin- Price	0,954	1,016	51,716	0,917	0,989	55

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 16.

Análisis dinámico, escenario 2, falla en bloque.

Análisis Dinámico escenario 2, falla en bloque						
Método	Sin Nivel Freático FS DETER.	Sin Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)	Con Nivel Freático FS DETER.	Con Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)
Ordinary /Fellenius	1,132	1,194	29,4	1,04	1,098	39,8
Bishopsimplified	1,092	1,15	33,9	0,987	1,039	47,2
Janbusimplified	1,101	1,16	32,93	1,003	1,058	44,6
Spencer	1,102	1,18	28,95	1,008	1,063	43,8
Morgensterin- Price	1,102	1,19	27,7	1,006	1,061	44,1

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Además de esto se modelaron los otros dos taludes encontrados en el sector de ladera estos para conocer el nivel de amenaza que representan para dicho sector, conociendo su valor de factor de seguridad, en la Figura 62 y Figura 63 se aprecian estos perfiles con dicha falla en bloque.

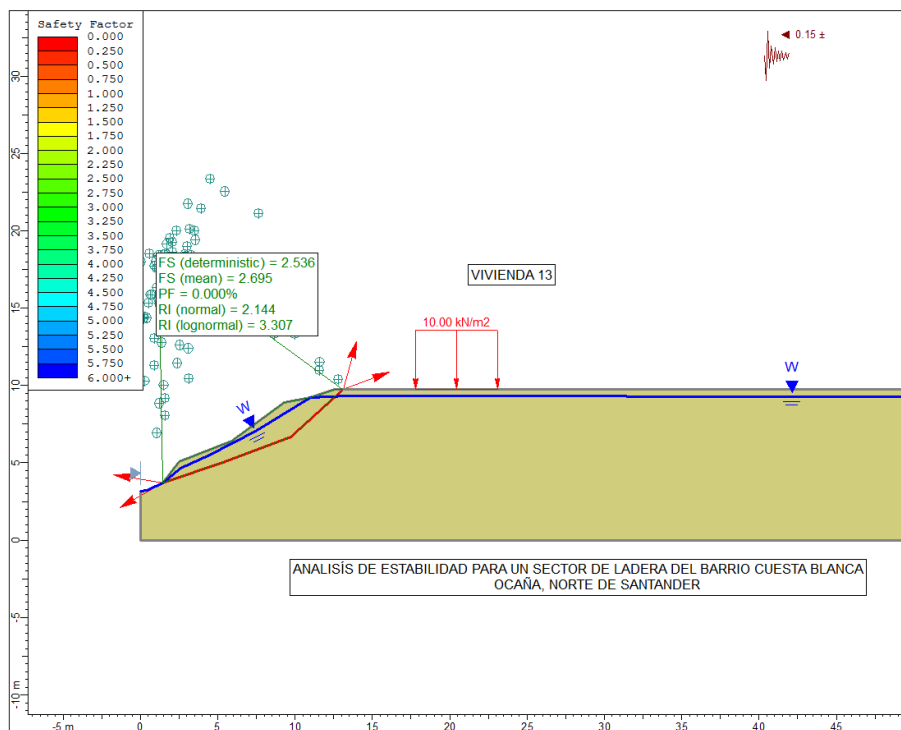


Figura 62. Modelo dinámico saturado, perfil 4, talud #2.
 Fuente. Autores del proyecto

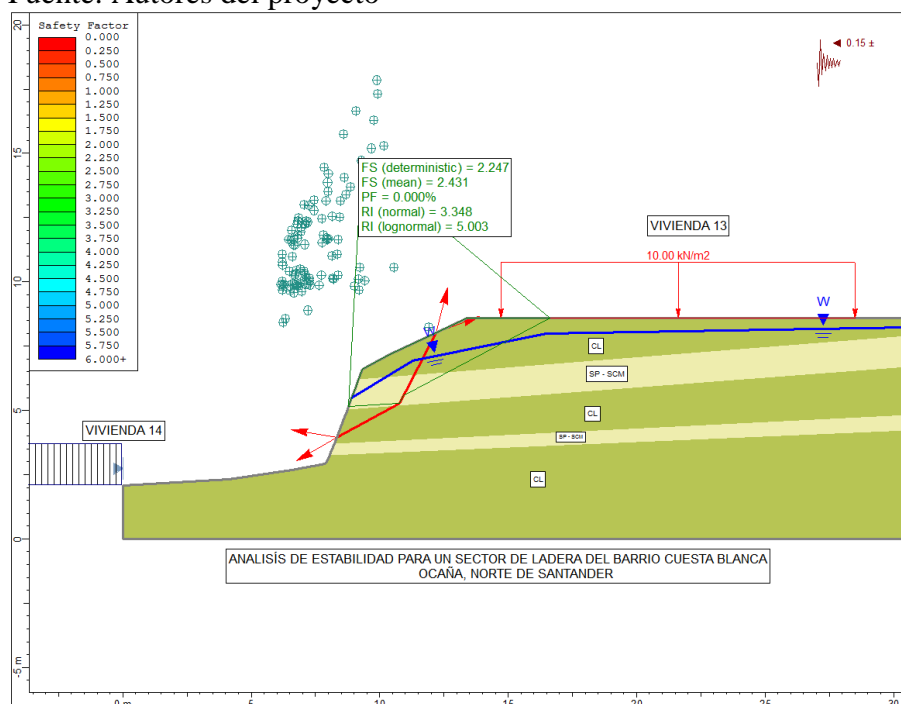


Figura 63. Modelo dinámico saturado, perfil 5, talud #3.
 Fuente. Autores del proyecto

En la Tabla 17, encontraremos los resultados obtenidos del programa Slide contemplando una posible falla, en donde se registran los datos de la modelación del análisis Dinámico saturado del perfil 4 y 5.

Tabla 17.
Taludes en el sector de ladera.

Método	Análisis dinámico saturado					
	Talud #2(perfil 4)			Talud #3 (perfil 5)		
	FSDETER.	FS MEDIO	PF (%)	FSDETER.	FS MEDIO	PF (%)
Ordinary	2.547	2.708	0	2.407	2.600	0
Bishopsimplified	2.567	2.727	0	2.247	2.431	0
Janbusimplified	2.496	2.654	0	2.270	2.450	0
Spencer	2.536	2.695	0	2.288	2.593	0
Morgensterin-Price	2.532	2.691	0	2.283	2.598	0

Nota. Fuente. Autores del proyecto

En donde se concluyó con base en los datos obtenidos de los modelos que los F.S.son altos, superando el valor de 1.5, esto debido a que no se encontró una alta pendiente o fenómenos que produjeran la falla en estos dos perfiles (4 y 5), concluyendo que la amenaza expuesta de estos taludes es baja.

De igual manera se trató de reconstruir un posible evento de remoción si a futuro sería intervenido el talud #2, simulando la realización de un corte vertical para la construcción de una vivienda en esta zona del sector de ladera, como se aprecia en la Figura 64.

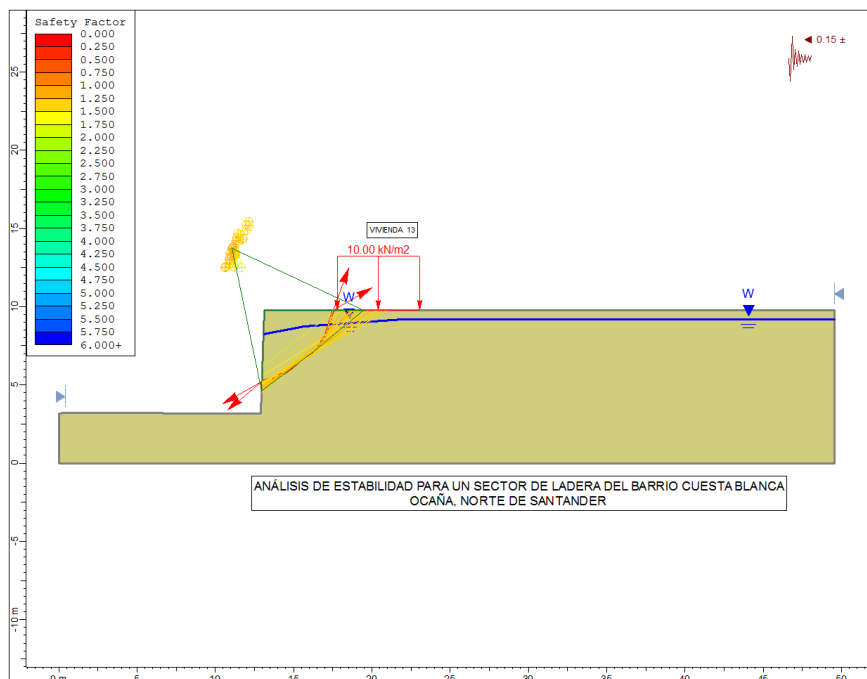


Figura 64. Posible modelo dinámico saturado, perfil 4, talud #2.
Fuente. Autores del proyecto

Arrojando valores de factores de seguridad por debajo de 1,2 vistos en la Tabla 18, los cuales modificaran la categorización del nivel de amenaza en este sector del talud #2, pasando de un nivel bajo a aumentar la amenaza a alta, por esto se debe tener una adecuada supervisión de estabilidad en este sector cuando se dispongan a realizar la respectiva obra de construcción.

Tabla 18.

Análisis dinámico, posible talud #2, falla en bloque.

Método	Sin Nivel Freático FS DETER.	Sin Nivel Freático FS MEDIO	PF (%)
Ordinary /Fellenius	1,194	1,265	25,3
Bishop-simplified	1,098	1,163	33,9
Janbusimplified	1,15	1,22	29,10
Spencer	1,147	1,216	29,40
Morgensterin- Price	1,147	1,216	29,50

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Por tanto, se usó la Figura 65 para la clasificación de la amenaza de deslizamiento con base en el factor de seguridad, a partir del factor de seguridad obtenido se establecen los tres niveles de amenaza ante deslizamiento, clasificados como alto, medio y bajo.

NIVEL DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD	VALOR DE SMR	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	<40	Rojo
Media	1,1-1,5	41-60	Amarillo
Baja	>1,5	>60	Verde

Figura 65. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Después de concluir con la respectiva clasificación, se realiza el mapa de zonificación respecto al nivel de amenaza, con base en los factores de seguridad (F.S) y apoyándonos de la anterior figura se catalogan a su color respectivamente. Ver apéndice F (carpeta adjunto- PLANO AMENAZA).

Análisis dinámico con obra de estabilización. La situación actual del perfil 3 fue modelada mediante un análisis dinámico, como se observa en la Figura 66, la falla actúa sobre una parte de la vivienda de la corona indicando un riesgo de deslizamiento dando factores de seguridad inferiores a 1.1, no cumpliendo con lo establecido en la guía SGC (FS. >1.5) y la norma sismo resiste (NSR-10, FS. Dinámico >1.2), la falla que se presenta en el modelo, abarca un posible deslizamiento hasta el borde interno de la primera casa, es decir al ocurrir el suceso este se desplazaría junto con toda la vivienda.

Se propuso entonces un modelamiento como posible solución al problema presente en cuanto al movimiento en masa, por lo cual se asumieron los mismos parámetros y condiciones

para el modelamiento con la obra de estabilización, se hizo un ajuste del perfil 3 con el fin de pensar a futuro y es que se podría realizar la construcción de una vivienda en la parte baja, con la intención de proporcionar estabilidad al talud #1 se planteó un diseño de estabilización por medio de pantalla anclada tipo activo, puesto que a la hora de introducir en el modelo este tipo sistema de refuerzo era funcional, mientras que con respecto al sistema de pantalla anclada tipo pasivo no cumpliría con lo requerido para que el problema sea mitigado alcanzando un factor de seguridad bajo, por lo cual se decidió por escoger el sistema tipo activo aumentando y contrarrestando dicho problema, para esto se modelaron diferentes condiciones de anclaje logrando cumplir con los factores de seguridad mínimos que establece la guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016 y la NSR-10.

La modelación se realizó en condición dinámica, con nivel freático, puesto este sería el estado más crítico al cual podría estar sometido, la solución que se planteo debía cumplir en todas las situaciones por lo cual aunque se cumpliera en unas, el sistema de pantalla anclada a elegir debía asegurar que proporcionara estabilidad en los diferentes análisis.

Así mismo fue necesario variar las posiciones, distancia y largo de los clavos de acero para poder cumplir con los factores de seguridad en todas las condiciones, arrojando un sistema de anclaje de 2 clavos activos, en la parte superior con una longitud de 15.0 m, distanciados verticalmente 1.7 m, puestos cada 2 metros a lo ancho del talud, con diámetros de 3/4” para todos los anclajes y ganchos de 0.5 m, se consideró una inclinación de 12 °, ver Figura 66.

Para la complementación de la estabilización del talud #1 se implementará el uso de la siembra de pasto *ArachisPintoí* (Maní forrajero), el cual contribuirá al control de la erosión y la estabilidad del sector, reduciendo la velocidad de la esorrentía.

De acuerdo al resultado con el primer modelo de obra para el talud #1 el cual es el amenazante se crea otra opción como solución para mitigar a futuro un evento posible a un deslizamiento en esta zona, la cual comprende el análisis del perfil 3 con obra de estabilización con el cambio sugerido de la remoción, demolición y reubicación de la vivienda #7 ya que está al borde de la corona , en donde esta no cumple con lo establecido dentro el código de laderas para el aislamiento de edificaciones sobre la corona de un talud como lo dicta la CDMB (corporación para la defensa de la meseta de Bucaramanga, Normas técnicas para el control de la erosión y para la realización de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos.) en donde cita que para pendientes del terreno entre 30° y 45° el aislamiento mínimo medido desde la corona del talud = $H/4$ donde este valor sea superior hasta 5 metros.

Para este modelo, se optó por implementar un sistema de rectificación geométrica (terrace) con el objetivo de eliminar las fuerzas actuantes, así mismo retirar la vivienda #7 realizando un mejor corte en el talud, se planteó colocar un sistema de pantalla anclada tipo pasivo de 8 metros de largo y espaciados 1.5 m aumentando la estabilidad y el factor de seguridad, también se planteó construir canales para recoger y encausar las aguas de esorrentía, ver Figura 67.

En resumen, para ambos análisis dinámicos que se le realizó en los dos modelos, se verifico la estabilidad para que el factor de seguridad este por encima del valor mínimo de la guía y de la norma, como se pueden observar los valores obtenidos en el programa Slide en la Tabla19 y la Tabla 20.

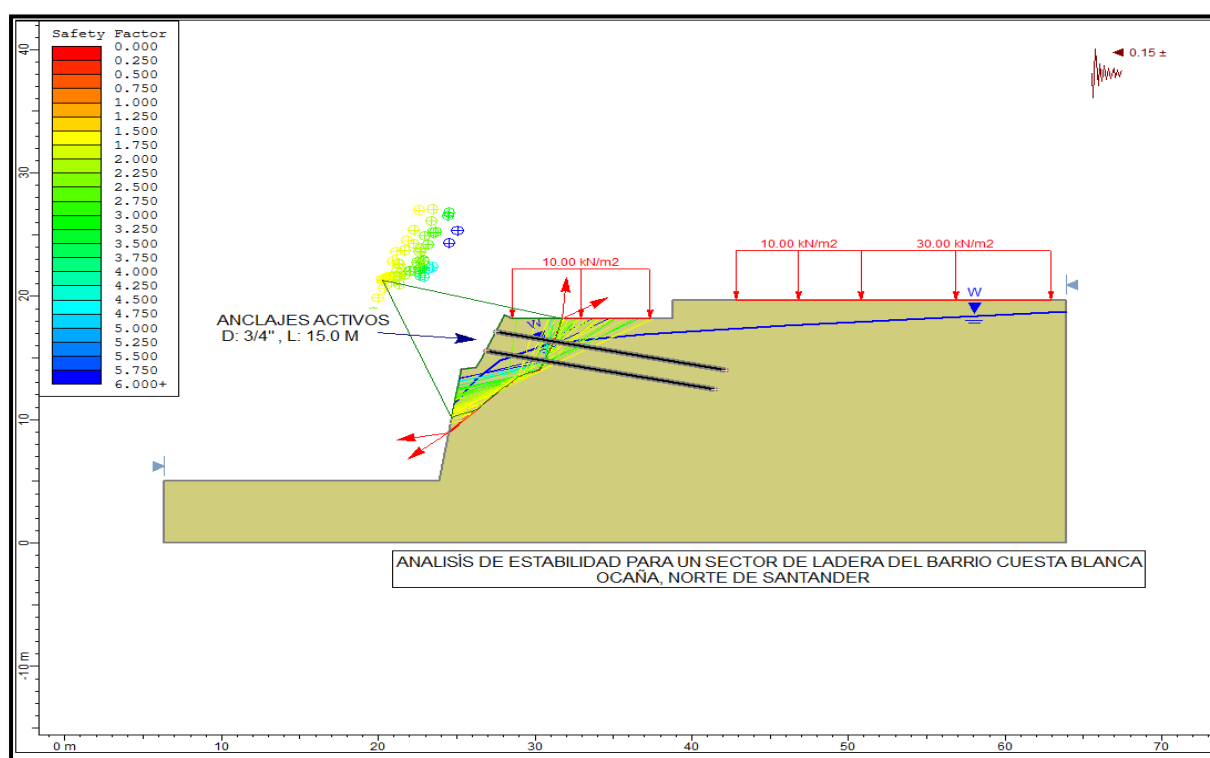


Figura 66. Modelo dinámico con obra de estabilización, modelo 1, talud #1.

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 19.

Análisis dinámico saturado comparativo sin obra y con obra de estabilización, falla en bloque, Modelo 1, talud #1.

Método	Análisis Dinámico, escenario 2			Análisis Dinámico, escenario 2, con obra de estabilización, modelo 1		
	FS DETER.	FS MEDIO	PF (%)	FS DETER.CON OBRA	FS MEDIO CON OBRA	PF (%)
Ordinary /Fellenius	1,04	1,098	39,8	1.529	1.598	0,9
Bishopssimplified	0,987	1,039	47,2	1.512	1.587	2,8
Janbusimplified	1,003	1,058	44,6	1.740	1.821	0
Spencer	1,008	1,063	43,8	1.657	1.732	0
Morgensterin-Price	1,006	1,061	44,1	1.657	1.732	0

Nota. Fuente. Autores del proyecto

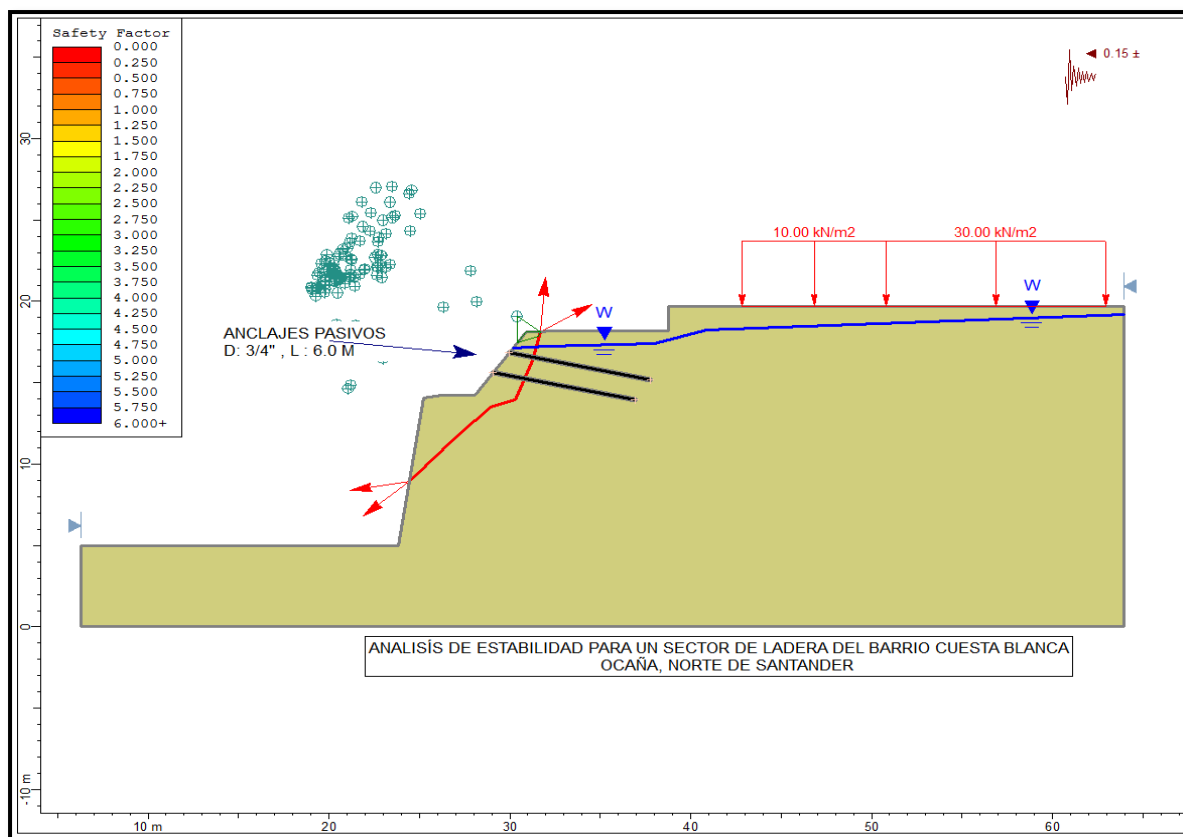


Figura 67. Modelo dinámico con obra de estabilización, modelo 2, talud #1.

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 120.

Análisis dinámico saturado comparativo sin obra y con obra de estabilización, falla en bloque, Modelo 2, talud #1.

Método	Análisis Dinámico, escenario 2			Análisis Dinámico, escenario 2, con obra de estabilización, modelo 2		
	FS DETER.	FS MEDIO	PF (%)	FS DETER.CON OBRA	FS MEDIO CON OBRA	PF (%)
Ordinary /Fellenius	1,04	1,098	39,8	13.48	14.41	0
Bishopssimplified	0,987	1,039	47,2	15.89	17.03	0
Janbusimplified	1,003	1,058	44,6	16.14	16.79	0
Spencer	1,008	1,063	43,8	-	-	0
Morgensterin- Price	1,006	1,061	44,1	-	-	0

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Ahora bien, para el talud #3, se planteó la construcción de un muro de contención, el cual ayudara a mitigar no el factor de seguridad (F.S.) pues este está en los rangos favorables para que no se produzca la falla, mientras que el alto nivel en los factores de valuación evaluados más adelante en el numeral 4.5 o detalladamente en el apéndice E (carpeta adjunta) evidencian una intervención.

Por consiguiente para el talud #3, perfil 5 se planteó un muro de contención en concreto reforzado de 9.5 m de longitud, con una pantalla cuadrada de 0.55m de espesor, con su respectiva cota de 0.6m de espesor por 4.15m de longitud y una llave de 1 m de alto, para que cumplieran las fallas por desplazamiento y volcamiento para los posibles desprendimientos y caídas de rocas súbitas por cambios climáticos que se presentan en este sector, así mismo contrarrestar los factores de valuación que nos arrojaron un rango alto en esta zona del sector de ladera estudiado.

En cuanto al diseño del muro en este se tendrán en cuenta los datos obtenidos del laboratorio, en especial se tuvo en cuenta los datos de la arcilla pues es la que marca el mayor estrato en esta zona, además las propiedades del concreto con las que se trabajaron fueron; 24 ton/m³ para el concreto, $f'c : 210 \text{ kg/cm}^2$ y $Fy : 4200 \text{ kg/cm}^2$, además se conformara el muro para evitar choques directos con los desprendimientos colocando entre este relleno y el muro un geodren planar para la recolección de las aguas de escorrentía del terreno.

En cuanto al modelo de la Figura 68 se verá el perfil 5 con la respectiva obra de contención (muro reforzado) el cual se podrá apreciar a más detalle en el apéndice F (carpeta adjunta- PLANO DE OBRAS).

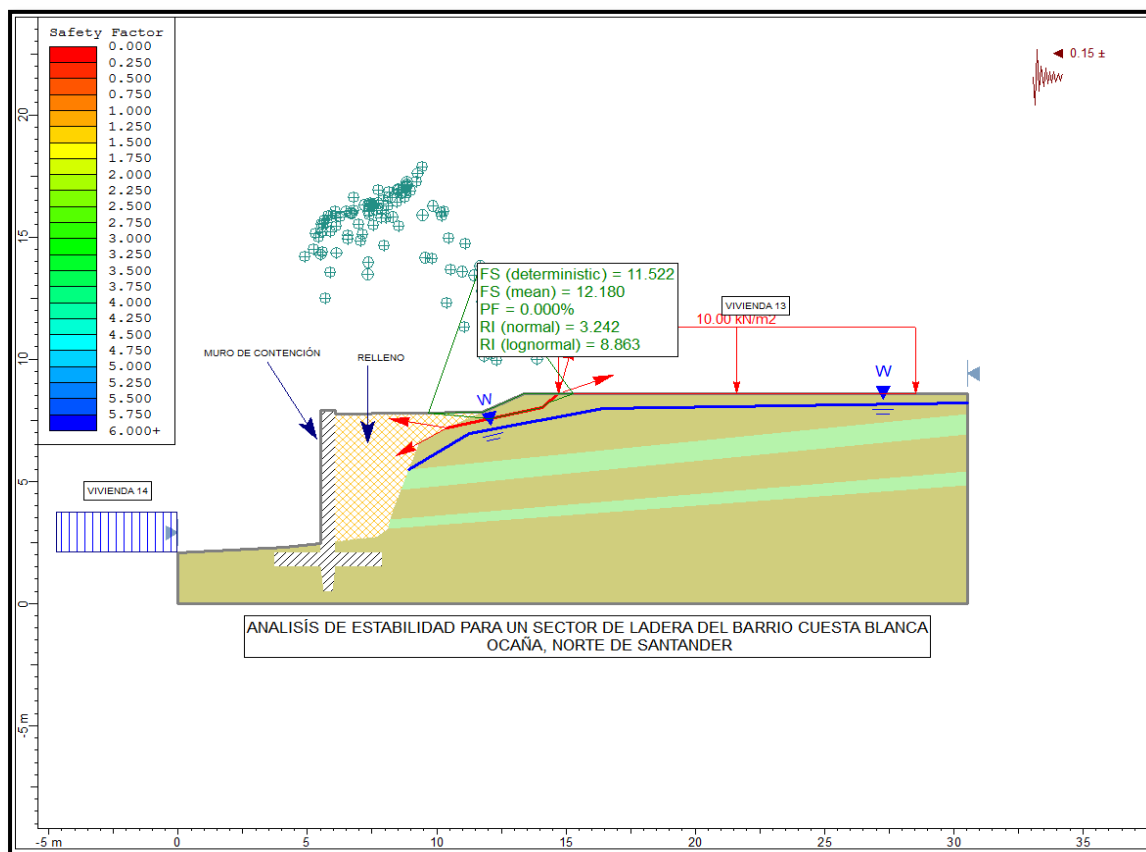


Figura 68. Modelo dinámico con obra de estabilización, talud #3, perfil 5.
Fuente. Autores del proyecto

4.4 Determinar el nivel de vulnerabilidad y riesgo que presenta la población del barrio frente a la amenaza por FRM.

4.4.1 Uso de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016, Cálculo y zonificación de la vulnerabilidad. Para la estimación de la vulnerabilidad tuvimos en cuenta la guía metodológica para estudios de

amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, del servicio geológico colombiano en donde se tendrán precisamente en cuenta los formatos encontrados en el anexo B, Formato B-1. Diagnóstico estructural e inspección visual: edificaciones y el Formato B-2. Diagnóstico estructural e inspección visual: obras lineales.

Cabe mencionar que se presentan dichos formatos para la toma de información en la zona de estudio para condiciones estructurales, de funcionalidad de las edificaciones y de la vía involucrada.

En la guía metodológica podemos encontrar un manual de diligenciamiento de los anteriores formatos mencionados, los cuales con conceptos y criterios de tipo ingenieril se evalúan y se plasman en las diferentes encuestas realizadas para las distintas viviendas de la zona de estudio y de la vía, que podrían estar vulnerables ante un posible deslizamiento.

Antes de conocer la vulnerabilidad de las partes involucradas se dispone a elaborar un análisis de las encuestas realizadas para determinar un mejor diagnóstico probable del lugar de estudio, como se mencionó anteriormente se podrá encontrar en el Apéndice C (carpeta adjunta).

Por consiguiente, para conocer el valor de la vulnerabilidad es necesario conocer el valor de la fragilidad de las estructuras y de la intensidad del evento amenazante.

En vista de eso se podría calcular la vulnerabilidad con las expresiones definidas a continuación, véanse las ecuaciones (5) y (6):

$$V = \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{I}{1-S} \right)^2 \right\} I \leq 1 - S \quad (5)$$

$$V = \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{1-I}{S} \right)^2 \right\} I > 1 - S \quad (6)$$

Donde:

V: es la vulnerabilidad de los elementos expuestos a la amenaza.

I: es la intensidad del evento.

S: es la fragilidad del elemento expuesto.

De ahí que se procede a calcular los diferentes parámetros necesarios para obtener la vulnerabilidad.

Análisis de fragilidad. Por fragilidad se entiende a la respuesta de los elementos expuestos frente a las sollicitaciones generadas por la interacción de los movimientos en masa con dichos elementos. En bienes materiales, esta respuesta depende de las características del elemento expuesto, y en personas, de la capacidad de respuesta y la posición relativa con respecto al área afectada por el evento (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016)

De acuerdo a este concepto y en lo que se expone en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, el análisis de fragilidad contempla entonces tres tipos de evaluación dependiendo el escenario a evaluar, en primer aspecto tendremos en cuenta que aplicaremos el análisis a las viviendas que están dentro del radio total que involucra el sector de ladera en estudio y este a su vez la contemplación de tres

puntos que corresponden a los tres taludes encontrados en el sitio, de igual manera se tendrá presente el cálculo de la fragilidad para la vía puesto que esta hace parte de una línea vital en el sector de ladera.

Y segundo a la información recolectada por medio de la encuesta de formato B-1 de vulnerabilidad, encontrada en la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016, puesto que esta sería esencial para codificar los valores en cuanto a las edificaciones, personas y para la vía analizada.

Para el cálculo entonces del valor de fragilidad se empezó por seguir el lineamiento seguido en cuanto a lo expuesto en la guía metodológica, de ahí se empezó por evaluar a las edificaciones que hacían parte de este sector en estudio, a continuación, mostraremos paso a paso el cálculo de este valor.

Análisis de fragilidad para edificaciones. Siguiendo la metodología propuesta, en la guía se consideran cuatro parámetros para la evaluación de la fragilidad de las edificaciones, relativos al tipo de estructura ($Stip$), su altura ($Salt$), su conservación ($Scon$) y su edad (Sed). Partiendo de estos parámetros, se calcula la fragilidad de la estructura (Se) con la ecuación, que al desarrollar cada uno de sus factores que se expresan a continuación en (7) y (8):

$$Se = 1 - \prod (1 - Si) \quad (7)$$

$$Se = 1 - (1 - Stip) (1 - Salt) (1 - Scon) (1 - Sed) \quad (8)$$

Por lo referido anteriormente para el cálculo de estos factores se tuvo en cuenta una serie de tablas y matrices que con la información recolectada era de fácil uso e indicaban un valor cuantificable.

Para el Factor de fragilidad por tipo de estructura (Stip), se tuvo en cuenta la Figura 69.

	TIPOLOGÍA	FRAGILIDAD	S_{sp}
F	Construcciones simples	Muy alta	1 , 00
E	Estructuras ligeras	Alta	0 , 90
D	Estructuras con confinamiento deficiente	Media	0 , 70
C	Mampostería reforzada	Baja	0 , 50
B	Edificaciones reforzadas	Muy baja	0 , 30
A	Edificaciones con reforzamiento especial	Extremadamente baja	0 , 10

Figura 69. Factores de fragilidad por tipología de estructuras.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Para hallar la tipología de las viviendas se tuvo en cuenta los criterios de aspecto visual e información recolectada en la descripción de edificaciones, definidas según el tipo de infraestructura urbana, un ejemplo de esto son las mampostería reforzada (C), Aquellas edificaciones que tienen un sistema estructural de mampostería con elementos de refuerzo (barras, laminas, pernos, platinas, etc.), también se incluyen las edificaciones en mampostería confinada y las prefabricadas.

En lo que con lleva al Factor de fragilidad por altura de la estructura (S_{alt}), teniendo la tipología previamente y el número de pisos de la vivienda se procede a tomar el dato, ver Figura 70.

TIPOLOGÍA	NÚMERO DE PISOS	S_{alt}
E, F	≥ 2	0,90
D	≥ 4	0,90
D	2 y 3	0,60
Demás tipologías y alturas		0,05

Figura 70. Factor de fragilidad por altura de la edificación.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Para el factor de fragilidad por conservación de la estructura (S_{con}), se utilizó la Figura 71.

ESTADO DE CONSERVACIÓN	DESCRIPCIÓN	SEPARACIÓN GRIETAS (mm)	S_{con}
Muy bueno	No se observan deformaciones, agrietamiento o envejecimiento.	0	0,00
Bueno	Solo se observan daños superficiales leves en los acabados.	0-0,5	0,05
Deformaciones leves	Fisuras en juntas horizontales en los extremos superior e inferior de elementos verticales.	0,5-1,0	0,25
Deformaciones medias	Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él (pandeo).	1,0-5,0	0,50
Deformaciones graves	Inclinaciones del elemento fuera de su plano vertical.	5,0-10,0	0,75
Deformaciones muy graves	Unidades de mampostería con fallas por aplastamiento. Concreto con fallas por aplastamiento.	>10,0	1,00

Figura 71. Factores de fragilidad por estado de conservación de la edificación.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

La evaluación del estado de conservación de la estructura se hizo con base en la descripción presentada en el formato B-1 del anexo B, en la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016, en el que se detallan los

estados de conservación de elementos estructurales horizontales y verticales y no estructurales, esto nos dirá que tan buena o mala son las condiciones de la estructura.

Finalmente, el factor de fragilidad por edad de la estructura (S_{ed}) se obtuvo por medio de la Figura.72.

RELACIÓN AÑOS DE SERVICIO/VIDA ÚTIL	S_{ed}
$\leq 0,1$	0,05
0,1-0,4	0,10
0,4-0,6	0,30
0,6-0,8	0,50
0,8-1,0	0,70
1,0-1,2	0,80
$> 1,2$	1,00

Figura 72. Factor de fragilidad por edad de la edificación.

Fuente Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Por lo que se refiere a los años de servicio de la vivienda, es conocido por los propietarios de las viviendas, pero para el valor de la vida útil de una vivienda dependiendo de su tipología se procede a obtenerla con lo expuesto en la figura 73.

TIPOLOGÍA	VIDA ÚTIL
A y B	50 años
C y D	30 años
E	15 años
F	1-2 años

Figura 73. Vida útil en función del tipo de edificación.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Teniendo el valor de la vida útil y los años de servicio que lleva la vivienda o edificación de haber sido construida, se realiza dicha relación y se procede a calcular el valor de (S_{ed}) visto en la Figura 72.

Análisis de fragilidad para líneas vitales. Para el caso de las líneas vitales, su fragilidad se estima a partir de un solo parámetro de fragilidad. La formulación de los parámetros que acá se presentan se hizo con base en la información disponible en las encuestas realizadas.

El parámetro de fragilidad para las vías se establece en función de su ancho, de acuerdo con la ecuación (9).

$$S_{\text{ancho}} = 3,0 / W_{\text{via}} \quad (9)$$

Donde;

W_{via} : es el ancho de la vía en metros y 3,0 corresponde al ancho de carril mínimo para que un vehículo pueda transitar en condiciones normales.

Análisis de fragilidad para personas. En cuanto a lo que compete a la fragilidad en las personas y puesto a que este es un factor de principal importancia, la vulnerabilidad física de personas se evaluará en conjunto con la vulnerabilidad de edificaciones, en esta guía se propone la fragilidad de personas en estructuras en función de la fragilidad de tales estructuras, de acuerdo con la ecuación (10):

$$S_{\text{per}} = (S_e)^{3.2} \quad (10)$$

Donde;

S_{per} : es la fragilidad de las personas.

Ahora bien la Tabla 21 da a conocer todos los valores hallados para las 15 viviendas encuestadas con lo referido a la fragilidad en cada uno de los factores evaluados.

Tabla 21.

Tabla de resumen del análisis de fragilidad, tanto para estructuras como para personas.

VIVIENDA	TIPOLOGÍA	FRAGILIDAD	Stip	Salt	Scon	Sed	FRAGILIDAD	
							ESTRUCTURA(S)	PERSONAS(Sper)
1	C	BAJA	0,5	0,6	0,25	0,1	0,87	0,63
2	C	BAJA	0,5	0,6	0,05	0,1	0,83	0,55
3	D	MEDIA	0,7	0,6	0,05	0,05	0,89	0,69
4	E	ALTA	0,9	0,05	0,05	1	1	1
5	E	ALTA	0,9	0,05	0,75	0,7	0,99	0,98
6	E	ALTA	0,9	0,05	0,25	1	1	1
7	E	ALTA	0,9	0,05	1	0,8	1	1
8	E	ALTA	0,9	0,05	0,05	1	1	1
9	E	ALTA	0,9	0,05	0	1	1	1
10	D	MEDIA	0,7	0,6	0	0,8	0,98	0,93
11	C	BAJA	0,5	0,05	0	0,3	0,67	0,27
12	D	MEDIA	0,7	0,6	0	0,1	0,89	0,69
13	E	ALTA	0,9	0,05	1	1	1,00	1,00
14	E	ALTA	0,9	0,05	0,05	1	1,00	1,00
15	E	ALTA	0,9	0,05	0	0,7	0,97	0,91
VÍA	-	-	-	-	-	-	0.59405	-

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Análisis de la intensidad. Para este cálculo se contemplaron 3 escenarios que manejan la guía, movimientos lentos, movimientos rápidos y los escenarios en líneas vitales. Dentro de la zona que abarca el sector de ladera en estudio se identificaron las viviendas de acuerdo a cada escenario comprendido dentro de un análisis para edificaciones, personas y la vía de acuerdo a las formulas y tablas de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa.

A continuación, se expresarán los pasos para el cálculo de la intensidad en sus diferentes eventos amenazantes:

Intensidad de deslizamientos lentos. Son las viviendas que se encuentren en la zona 2 (Zona potencialmente inestable, incluida área de posible retrogresión), en la expresión (11) se encuentra la ecuación para encontrar dicho valor.

$$I_{len} = 1 - (1 - I_{l-def}) (1 - I_{l-vel}) (1 - I_{l-prof}) \quad (11)$$

I_{len} : es la intensidad para movimientos lentos.

I_{l-def} : es el parámetro de intensidad por deformación.

I_{l-vel} : es el parámetro de intensidad por velocidad.

I_{l-prof} : es el parámetro de intensidad por profundidad de la masa deslizada.

Los umbrales tolerables de deformación se toman de los valores máximos de asentamientos diferenciales definidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10, en su artículo H.4.9.3. Límites de asentamientos diferenciales. Estos umbrales se definen para diversos tipos de construcciones, en función de la distancia entre apoyos, ver Figura 75.

En la Figura 74 se muestra la relación de la deformación que puede existir en un elemento vertical y el umbral tolerable o ancho entre esos elementos, la tabla hace parte de la metodología de la guía metodológica del SGC.

RELACIÓN DEFORMACIÓN/ UMBRAL TOLERABLE	I_{rel}
<0,2	0,1
0,2-0,4	0,2
0,4-0,6	0,4
0,6-0,8	0,6
0,8-1,0	0,8
1,0-1,2	0,9
$\geq 1,2$	1,0

Figura 74. Relación deformación/umbral

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	$A_{mín}$
Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{1000}$
Edificaciones con muros de carga en concreto o mampostería	$\frac{l}{500}$
Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{300}$
Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{160}$

Figura 75. Umbrales tolerables de deformación (límites de asentamiento diferencial NSR-10)

Fuente. Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Para el cálculo de la velocidad, se estimó por el método del bloque deslizante, ver Figura 76. El cual evalúa el movimiento del deslizamiento como lo indica la guía metodológica como un bloque sobre una superficie curva, con una resistencia friccional constante.

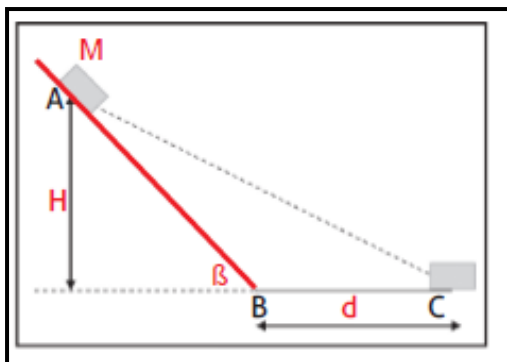


Figura 76. Diagrama de bloque deslizante

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Por consiguiente, de acuerdo la velocidad de la masa que se movilizara en el talud #1 que es el que ha presentado antecedentes en cuanto a deslizamiento de bloques de suelo, se puede calcular la velocidad por la siguiente expresión, ecuación (12), de igual manera este valor se calculó para los taludes #2 y #3 ante un posible evento:

$$V_{AB} = \sqrt{2Hg \left(1 - \frac{\tan \phi}{\tan \beta}\right)} \quad (12)$$

Donde;

g : la aceleración de la gravedad.

β : es la inclinación del terreno.

ϕ : es el ángulo de fricción interna en el talud (A-B).

ϕ_p : es el ángulo de fricción interna en la zona plana (B-C).

Obteniendo esta velocidad se procedió a la estimación del parámetro (I_{l-vel}), en la ecuación (13).

$$I l - vel = \left\{ \begin{array}{l} ov \leq 5x10^{-7} \\ \frac{1}{36} (\log v + 6.30)^2 \quad 5x10^{-7} < v < 5x10^{-1} \\ 1v \geq 5x10^{-1} \end{array} \right\} \quad (13)$$

Con la velocidad, v , en mm/s.

Ahora para el parámetro de I_{l-prof} , se utilizara la expresión mencionada en la siguiente ecuación (14) la cual consta de las variables en función de la profundidad de cimentación h (m) y la profundidad de la superficie de falla d (m).

$$I l - prof = \left\{ \begin{array}{l} (1.25 d/h)^{\frac{1}{3}} d/h < 0.8 \\ 0.8 < d/h \leq 1.2 \\ 1.44(d/h)^{-2} d/h > 1.2 \end{array} \right\} \quad (14)$$

Intensidad de movimientos rápidos. Para este ítem las viviendas son vulnerables ante un posible evento, puesto que se podrían destruir totalmente en especial las que se encuentran en la trayectoria del deslizamiento, debido a las presiones de en la estructura y el impacto generado, a continuación se muestra la ecuación (15) con la cual calcularemos este factor.

$$I_{rap} = 1 - (1 - I_{f-pre}) (1 - I_{f-prof}) \quad (15)$$

Donde;

I_{rap} : es la intensidad para el escenario con movimientos rápidos.

I_{f-pre} : es el parámetro de intensidad debido a la presión.

I_{f-prof} : es el parámetro de intensidad por la profundidad del deslizamiento.

Para el cálculo de dicho factor de intensidad, si el movimiento es rápido procedimos entonces a estimar los diferentes parámetros necesarios a continuación:

Analizando el parámetro de presión debido al impacto y a la máxima presión que resiste la estructura, se puede apreciar una relación en la Figura 77.

RELACIÓN PRESIÓN DE IMPACTO DE DESLIZAMIENTO/ PRESIÓN HORIZONTAL LÍMITE DE ESTRUCTURA	I_{f-pro}
<0,1	0,05
0,1-0,2	0,20
0,2-0,4	0,40
0,4-0,7	0,70
0,7-1,0	0,90
$\geq 1,0$	1,00

Figura 77. Presión impacto/ presión límite

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Puesto que, para calcular esa presión, necesitamos lo expuesto en la Figura 78, en donde con base en la tipología de la vivienda esta puede generar una presión horizontal límite que puede soportar la estructura al recibir una carga sin que esta la afecte.

	TIPOLOGÍA	PRESIÓN LÍMITE DE LA ESTRUCTURA (kPa)
F	Construcciones simples	1
E	Estructuras ligeras	5
D	Estructuras con confinamiento deficiente	8
C	Mampostería reforzada	11
B	Edificaciones reforzadas	18
A	Edificaciones con reforzamiento especial	20

Figura 78. Presión límite de la estructura

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Ahora, para la presión de impacto que generara el material deslizado, este se evaluara por la formula expresada en la ecuación (16).

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (16)$$

Donde;

P : es la presión de impacto (Pa).

ρ : es la densidad de la masa movida (kg/m^3).

v : es la velocidad (m/s), esta hallada anteriormente por medio del método del bloque deslizando.

Para el cálculo del parámetro I_{f-prof} , el cual se encuentra en función de la relación entre la profundidad del deslizamiento y la altura de la edificación en necesario utilizar la Figura 79.

RELACIÓN PROFUNDIDAD DEL DESLIZAMIENTO/ EDIFICACIÓN / ALTURA	I_{f-prof}
<0,2	0 , 10
0,2-0,4	0 , 30
0,4-0,6	0 , 50
0,6-0,8	0 , 70
0,8-1,0	0 , 90
$\geq 1,0$	1 , 00

Figura 79. Profundidad / altura deslizamiento

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Intensidad de deslizamientos rápidos en líneas vitales. El parámetro de intensidad de la amenaza para redes viales se define a partir del ancho de vía invadido u ocupado por la masa deslizada, de acuerdo con la ecuación (17).

$$I \text{ dist} = \frac{L_p}{W_{aisl} + W_{efec}} \quad (17)$$

Donde;

L_p : es la distancia de viaje medida desde la pata del talud.

W_{aisl} : es el ancho de los elementos que se encuentran entre la calzada y la pata del talud, tales como bermas, andenes, zonas verdes, lotes vacíos, etc.

W_{efec} : es el ancho de la calzada útil para el tránsito de vehículos.

Presumiendo que no hay pérdida de energía a causa del impacto en el punto B , véase figura 75 (diagrama de bloque deslizante) debido al cambio de pendiente, cambiando la dirección de la velocidad, la distancia de viaje d , desde B hasta C está dado por la expresión (18).

$$d = \left(1 - \frac{\tan \Phi}{\tan \beta}\right) \frac{H}{\tan \Phi_p} \quad (18)$$

En la Tabla 22 se observan los resultados del cálculo de la intensidad del viaje del bloque deslizante en la trayectoria del talud para la vía que conecta el sector en estudio.

Tabla 22.
Cálculo de la intensidad para la vía.

INTENSIDAD VÍA	VALOR	UND.
Idist	2,49158	-
L_p	14,20202	m
W_{aisl}	0,65	m
W_{efec}	5,05	m

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Ahora bien, ya obtenidos todos los parámetros para los diferentes escenarios expuestos anteriormente, se muestran las Tablas 23, 24, 25 y 26, por lo cual procede al cálculo de la intensidad para las diferentes viviendas.

Tabla 23.

Parámetros para encontrar el valor de la intensidad cuando son movimientos lentos.

PARÁMETROS MOVIMIENTOS LENTOS	Talud #1	Talud #3	Und.
H	13,2	5,7	m
G	9,81	9,81	m/s ²
Φ	23°	23°	-
B	38 °	66 °	-
Φ_p	23°	23°	-
h(profundidad de la cimentación)	0,8	0,5	m
d(profundidad de la superficie de falla)	6,955	2,11	m
d/h	8,69375	4,22	-
L(profundidad)	4,25	3	m
V(velocidad)	10,62185	9,57240	m/s

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 24.

Intensidad de las viviendas comprendidas en los movimientos lentos.

VIVIENDA	I_{l-def}	I_{l-vel}	I_{l-prof}	I_{Len}
VIVIENDA 05	0,1	0,5	0,80	0,91
VIVIENDA 07	0,1	0,5	0,80	0,91
VIVIENDA 08	0,1	0,5	0,80	0,91
VIVIENDA 10	0,1	0,5	0,80	0,91
VIVIENDA 13	0,1	0,5	0,34	0,70
VIVIENDA 15	0,1	0,5	0,80	0,91

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 25.

Parámetros para encontrar el valor de la intensidad cuando son movimientos rápidos.

PARÁMETROS MOVIMIENTOS RÁPIDOS	Talud #1	Talud #2	Talud #3	Und.
V(velocidad)	2,335	0,894	0,965	m/s
Densidad	2140	2140	2140	kg / m ³
Presión de impacto (pI)	5,83525	0,855	1	kPa
Profundidad del deslizamiento (pf)	6,955	2,4	2,11	m

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 26.

Intensidad de las viviendas comprendidas en los movimientos rápidos.

VIVIENDAS	Altura edificación	Presión limite (pL)	pI/pL	pf/a	I _{f-pre}	I _{f-prof}	I _{rap}
VIVIENDA 01	5,4	11	0,53048	1,28796	0,7	1	1
VIVIENDA 02	6	11	0,53048	1,15917	0,7	1	1
VIVIENDA 03	5,4	8	0,10698	0,44444	0,2	0,5	0,6
VIVIENDA 04	2,7	5	1,16705	2,57593	1	1	1
VIVIENDA 06	2,7	5	1,16705	2,57592	1	1	1
VIVIENDA 09	3,3	5	1,16705	2,10757	1	1	1
VIVIENDA 11	5,8	11	0,53048	1,19914	0,7	1	1
VIVIENDA 12	3	8	0,10698	0,8	0,2	0,9	0,92
VIVIENDA 14	3	5	0,19946	0,70333	0,2	0,7	0,76

Nota. Fuente. Autores del proyecto

De acuerdo al análisis de los valores de fragilidad e intensidad se realiza la caracterización para la posterior zonificación en un mapa, ver apéndice F(carpetas adjuntas- PLANO VULNERABILIDAD) teniendo en cuenta la matriz de vulnerabilidad ejemplificada por la guía metodológica, dando un parámetro respectivo para hallar el valor de la vulnerabilidad expuesto en las Tablas 27 y 28.

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

PERSONAS		
CLASIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	RANGO DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION
ALTA	0,50 - 1,00	Alta posibilidad de muerte o lesiones serias.
MEDIA	0,20 - 0,50	Alta posibilidad de lesiones moderadas, pero baja probabilidad de muertes.
BAJA	0 - 0,20	Probabilidad de muerte casi nula y lesiones muy leves o inexistentes.

Figura 80. Rangos de clasificación para la vulnerabilidad.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

A continuación, se presentará el resultado del cálculo de la vulnerabilidad respecto a las diferentes viviendas involucradas, dando una clasificación alta tanto para las edificaciones, vías y para las personas como se apreció en la clasificación expuesta en la figura 80.

Tabla 27.
Resultados del análisis de vulnerabilidad.

VIVIENDAS	ESTRUCTURAS			PERSONAS		
	INTENSIDAD	FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD	INTENSIDAD	FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD
VIVIENDA 01	1	0,87	1	1	0,63	1
VIVIENDA 02	1	0,83	1	1	0,55	1
VIVIENDA 03	0,6	0,89	0,90	0,6	0,69	0,83
VIVIENDA 04	1	1,00	1	1	1,00	1
VIVIENDA 05	0,91	0,99	0,9959	0,91	0,98	0,9958
VIVIENDA 06	1	1	1	1	1	1
VIVIENDA 07	0,91	1	0,9960	0,91	1	0,9960
VIVIENDA 08	0,91	1	0,9960	0,91	1	0,9960
VIVIENDA 09	1	1	1	1	1	1

Tabla 27. (Continuación)

VIVIEND A 10	0,91	0,98	0,9957	0,91	0,93	0,9953
VIVIEND A 11	1	0,67	1	1	0,27	1
VIVIEND A 12	0,92	0,89	0,99	0,92	0,69	0,99
VIVIEND A 13	0,7	1	0,95	0,7	1	0,95
VIVIEND A 14	0,76	1	0,97	0,76	1	0,97
VIVIEND A 15	0,91	0,97	0,9957	0,91	0,91	0,9951
VÍA	2.4915	0.5940	1	-	-	-

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 282.

Resultados de la clasificación de la vulnerabilidad.

VIVIENDAS	CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD		
	EDIFICACIONES	PERSONAS	VÍA
VIVIENDA 01	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 02	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 03	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 04	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 05	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 06	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 07	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 08	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 09	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 10	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 11	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 12	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 13	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 14	ALTA	ALTA	-
VIVIENDA 15	ALTA	ALTA	-
VÍA	-	-	ALTA

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Análisis de velocidad por medio del software Rocfall (versión libre). Con ayuda del software RocFall para ratificar los resultados de velocidad de deslizamiento obtenidos en el análisis realizado por medio de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, del servicio geológico colombiano, se utilizó el motor de

cálculo en RocFall que se comporta como si la masa de cada roca se concentra en una círculo extremadamente pequeño permitiéndome definir el talud, los materiales, asignar los materiales a los segmentos, definir los puntos de partida de las rocas y graficar los resultados; en este caso se decidió trabajar este software para el talud #1 pues este fue el único que hasta el momento ha presentado tal evento en cuanto a deslizamiento tipo trasnacional, encontrado en su version libre en el siguiente enlace, (<http://minerosunsa.blogspot.com/2017/12/programas-de-roscience-gratis-2018.html>.)

En el software RocFall se pueden definir barreras para el caso que se quieran estabilizar y ver el comportamiento de la caída de rocas y su velocidad.

Lo valores que elijan para su uso como sus parámetros, se debe ajustar de modo que la trayectoria de las rocas, sus energías / velocidades, y la ubicación de los puntos finales de roca, coinciden lo más cerca posible a los acontecimientos reales.

En la Figura 81 se muestra el perfil que posiblemente fallo en el 2015 en el talud #1, en el cual al realizar el corte para construir una vivienda en la parte del pie del talud, eventualizo el deslizamiento, mostrando las diferentes velocidades de la caída de las rocas o de la sección cortada.

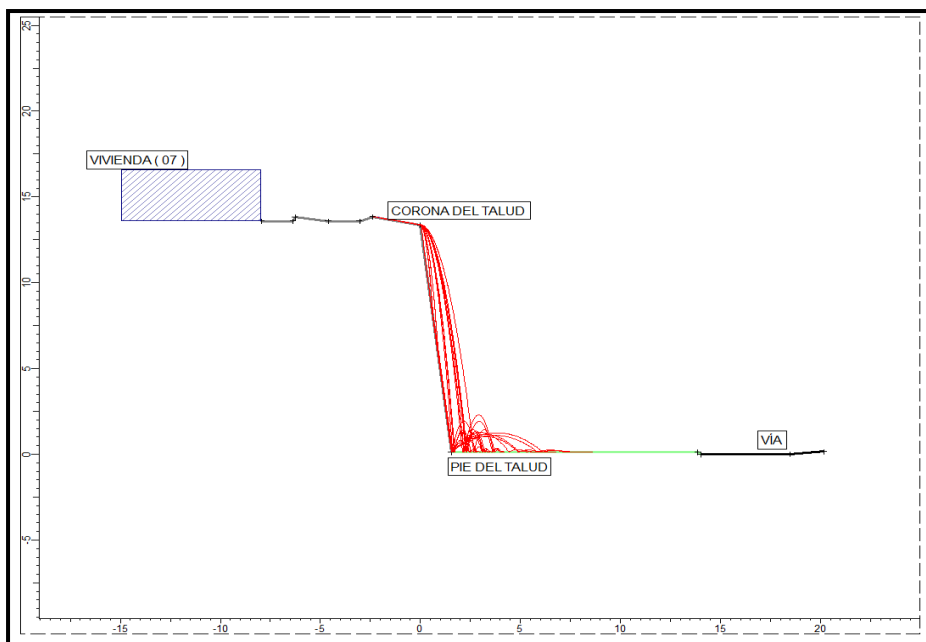


Figura 81. Escenario 1 antes del deslizamiento en el 2015.
Fuente. Autores del proyecto

Velocidades promedio al inicio de la corona del talud, esto para conocer la velocidad de traslación con la cual se desplomo el talud, véase Figuras 82 y 83.

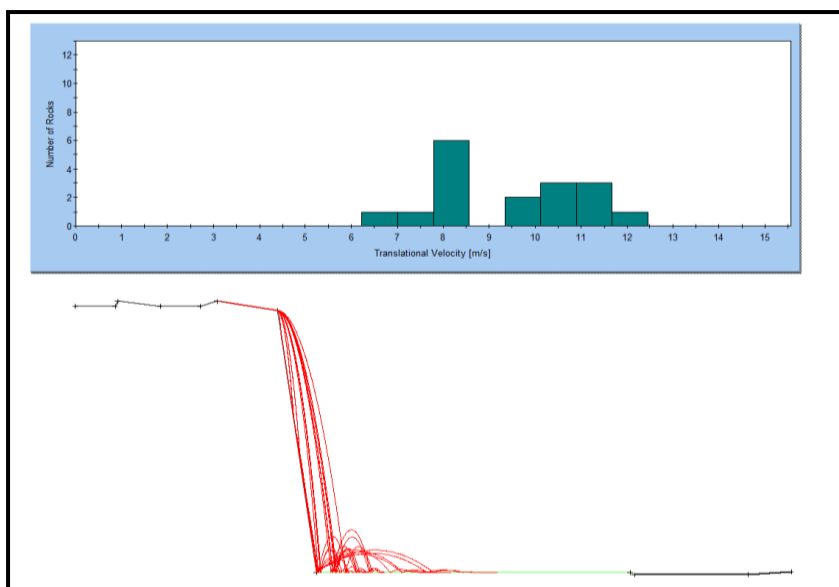


Figura 82. Velocidad inicial a la hora del desplome.
Fuente. Autores del proyecto

Al realizarse el desplome, las partículas se unen en forma de rocas, la mayoría de estas caen con una velocidad de entre 7.8 y 8.6 (m/s), además como se apreció en la figura 81 se tiene otra gran cantidad que sale con velocidades entre 10 y 11.6 (m/s).

La velocidad de parada del deslizamiento después de chocar contra el suelo y desplazándose linealmente sobre el terreno expuesto hasta parar después de unos 10 metros medidos desde el pie del talud.

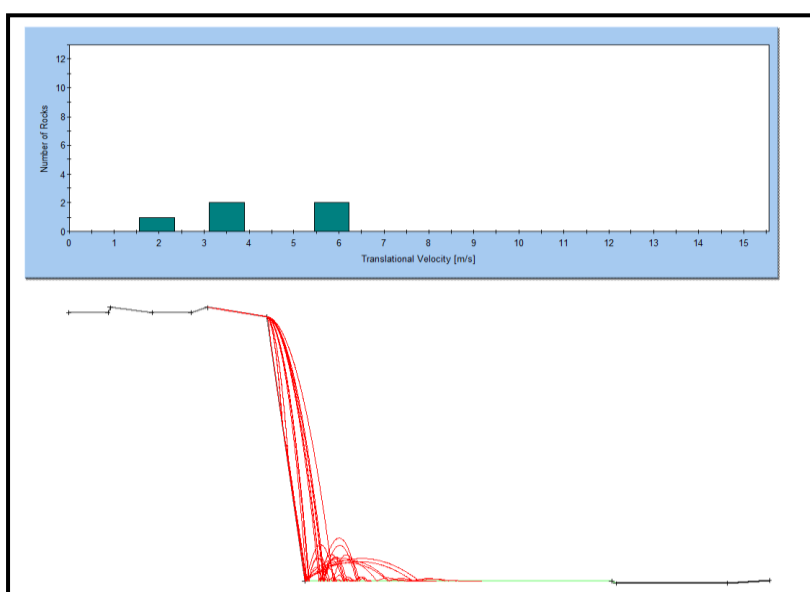


Figura 83. Velocidad de viaje del material deslizado
Fuente. Autores del proyecto

En el recorrido el deslizamiento pierde velocidad, esto se evidencia en la anterior Figura 83, puesto que la cantidad de rocas es menos y la máxima velocidad a la cual caen es de 6 m/s.

Como se observó, el perfil 3 continua en estado activo, presentando pequeños deslizamientos de material desde la corona por los cortes e inclinaciones que quedaron

existentes, actualmente está como se muestra a continuación en la Figura 84, obtenido por medio del levantamiento topográfico realizado.

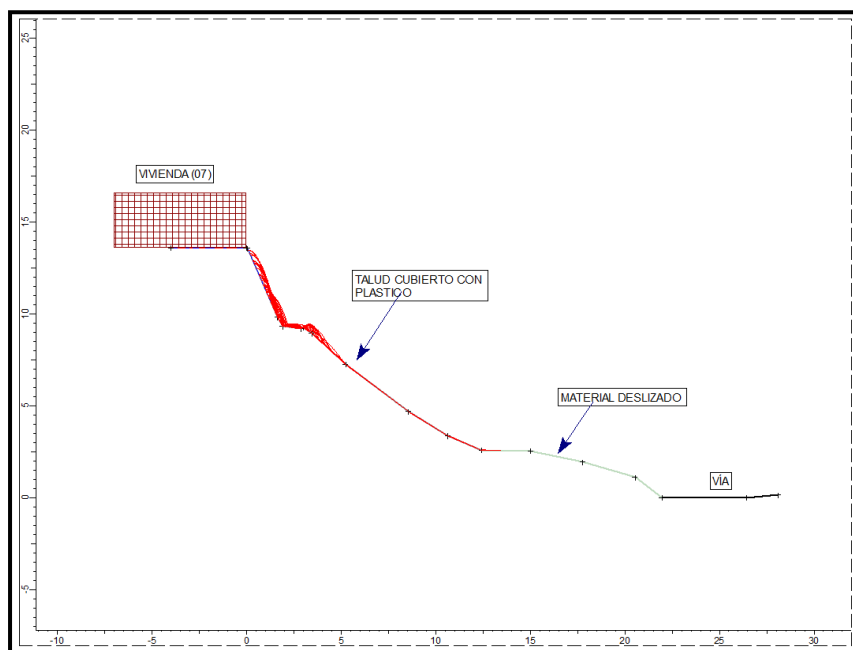


Figura 84. Escenario 2, 2018 (Antes de retirar el material)
Fuente. Autores del proyecto

A su vez realizando los diferentes procesos para retirar el material deslizado y proyectando el futuro perfil para que se logre construir una vivienda en ese lote, tenemos la Figura 85(visto como escenario 2 en los anteriores modelos realizados en el software Slide).

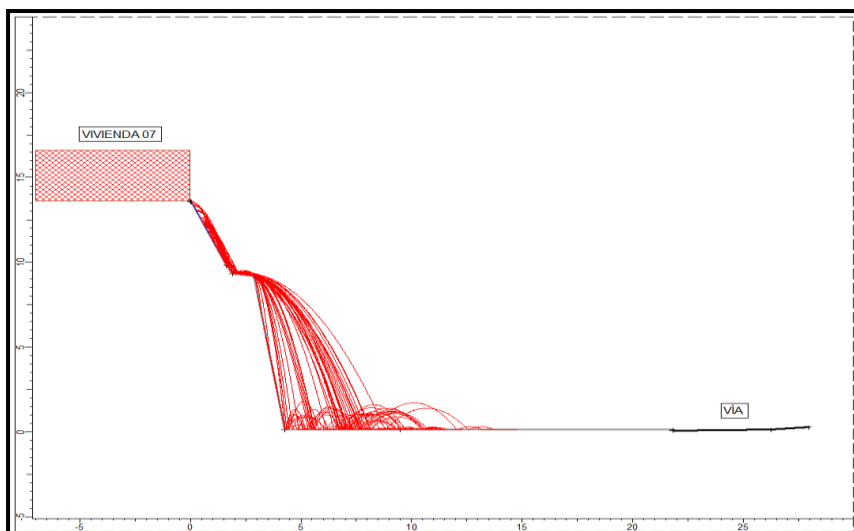


Figura 85. Escenario 2, después de retirar el material deslizado.
Fuente. Autores del proyecto

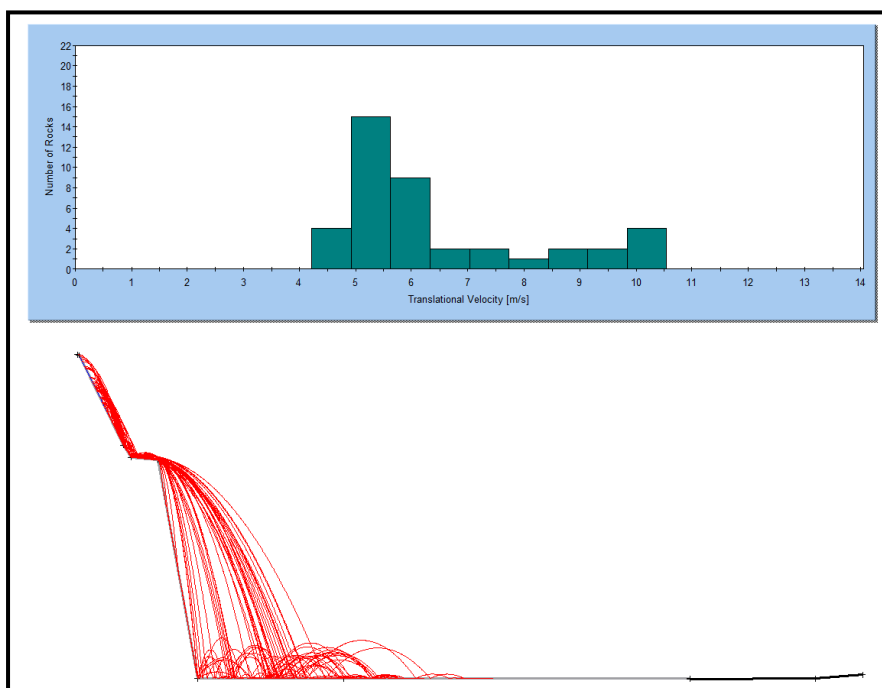


Figura 86. Velocidades promedio encontradas al iniciar el deslizamiento, escenario 2.
Fuente. Autores del proyecto

Como se realiza el retiro del material y no se realiza ninguna obra que garantice la seguridad de las viviendas, esto incita a que un próximo deslizamiento ocurra de una manera más

amenazante como se vio en la Figura 86, puesto que las velocidades y la caída de rocas son mucho mayores que en el escenario 1.

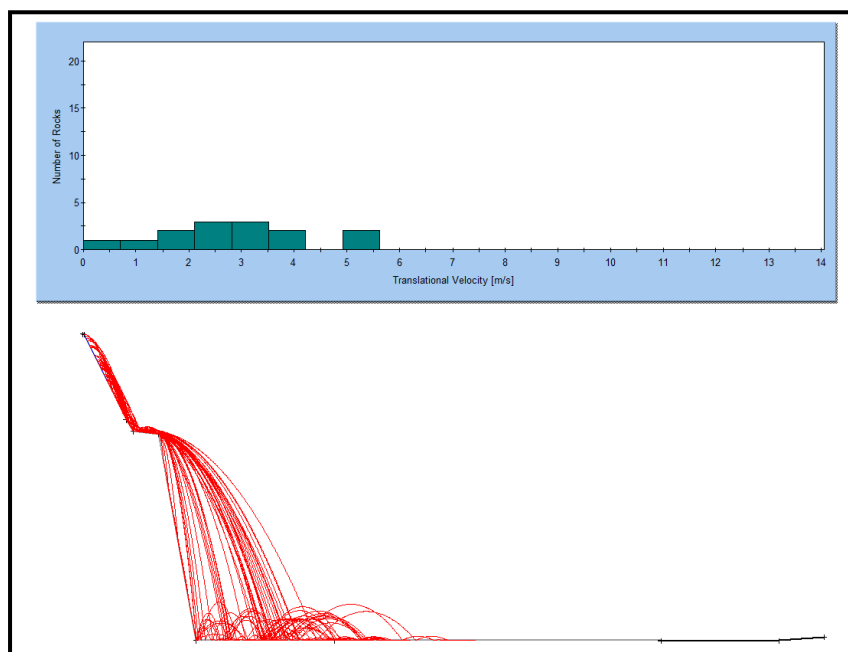


Figura 87. Velocidades de choque con las que termina el deslizamiento, escenario 2.
Fuente. Autores del proyecto

El deslizamiento lleva consigo el arrastre del material que se encuentra a su paso, en la Figura 87 se muestra que las velocidades con las que puede impactar las viviendas en la zona baja del talud son de 3 m/s hasta 5 m/s, esto a su vez dañando o perjudicando las mismas y colocando en peligro la vida de algunas personas.

4.4.2 Uso de la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del 2016, Calculo, evaluación y zonificación del riesgo. Para la realización de este capítulo se tuvo en cuenta, así como en todo el proyecto el uso de la guía pues se procedió por calcular el riesgo considerando las consecuencias negativas en los contextos material, social y ambiental que enfrenta una comunidad ante un desastre.

La cuantificación del riesgo es útil debido a que permite integrar análisis de costo-beneficio y proporciona la base para la priorización de acciones de mitigación y designación de recursos; además, facilita la comunicación entre profesionales, propietarios y tomadores de decisiones. (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016)

Para el cálculo del riesgo se procedió por la estimación de un impacto probable, puesto se manejaron dos eventos para el talud #1, uno ocurrido en el 2015 descrito anteriormente y el sucedido en el año 2018 en el mes de mayo, para los demás taludes se calculó el riesgo con base en el posible evento de ocurrencia de la falla propuesta en los modelos antes mostrados, por tanto, determinamos un riesgo específico debido a un proceso de inestabilidad como el riesgo total a causa de la suma de todos los procesos posibles (o probables). Analíticamente, el riesgo específico se puede describir así, ecuación (19):

$$R_s = P(H_i) * V * E \quad (19)$$

Donde;

R_s : es riesgo específico o grado de pérdidas esperadas debido a una amenaza de magnitud o intensidad (H_i), que ha ocurrido en un área específica y en un tiempo dado.

$P(H_i)$: es amenaza o probabilidad de ocurrencia de un movimiento en masa, con una magnitud o intensidad específica (H_i) en un tiempo dado y en un área específica.

V : es vulnerabilidad del elemento expuesto o la proporción de E probablemente afectada en forma negativa por el evento de magnitud (H_i) expresada en una escala entre 0 y 1.

E: es el valor total o costo de los elementos físicos expuestos o amenazados por el movimiento en masa; para el caso de personas, E = máximo número de personas expuestas (que ocupan las edificaciones).

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente se procedió por hacer un análisis para estimar cada uno de los factores de la ecuación de riesgo específico en donde como primer factor el $P(H_i)$ se obtendría de los modelos ensayados en el software Slide, puesto que se evaluaría como un análisis probabilístico en los diferentes modelos.

Para el valor de la vulnerabilidad expresada (V) se sustrajo del anterior cálculo, ahora bien el resultado de este factor equivaldría a un valor entre cero y uno (0-1).

El indicador E (edificaciones y personas) se estimó de la siguiente manera, como primer aspecto se tendría en cuenta la siguiente figura, ver Figura88, en donde el factor será expresado como el costo aproximado de daño evaluando a cada vivienda analizada para cada escenario y este valor será indicativo dado en porcentaje, igualmente para las personas el valor será el total que ocupa cada vivienda dentro el área de análisis.

COSTO APROXIMADO DE DAÑO (%)	DESCRIPCIÓN
VALOR INDICATIVO	
200	Estructura completamente destruida o con daños a gran escala que requieren trabajos de ingeniería para recuperación. Pueden causarse daños importantes en propiedades adyacentes.
60	Daños extensivos en la mayoría de la estructura o se extiende más allá de los límites del sitio que requieren obras significativas de recuperación. Se pueden causar por lo menos consecuencias considerables a estructuras adyacentes.
60	Daños moderados en alguna parte de la estructura o parte significativa que requiere grandes trabajos de recuperación. Se puede causar por lo menos consecuencias menores a propiedades adyacentes.
20	
20	Daños limitados en parte de la estructura que requieren algún trabajo para restablecer su funcionalidad.
0	Daños menores (para eventos de alta probabilidad, esta categoría se puede subdividir a un límite entre valores de 0 y 1 %).

Figura 88. Estimación de costo aproximado de daño, valores de E. (escenario 1 y escenario 2)
Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Para personas, los criterios de afectación se pueden definir en función de la probabilidad anual de afectación y la categoría de vulnerabilidad indicativa de muertes o lesiones, ver Figura 89.

PROBABILIDAD ANUAL DE AFECTACIÓN DE PERSONAS	DESCRIPCIÓN
$>10^{-4}$	Alta
$10^{-4} - 10^{-5}$	Media
$<10^{-5}$	Baja

Figura 89. Criterios de afectación de personas
Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Análisis de los resultados para el cálculo del riesgo escenario 1 (2015), talud #1|.

En lo que compete a los resultados de los factores para el cálculo de riesgo en el escenario 1, la Tabla 29 muestra los valores en cada vivienda.

Tabla 29.

Resultado de valores para el costo aproximado de daño en edificaciones y número total de personas en cada vivienda escenario 1.

Escenario 1		
viviendas en riesgo	E (max valor de elementos físicos) %	E (máximo número de personas expuestas)
vivienda 07	120	4
vivienda 08	20	4
vivienda 05	40	2
vivienda 15	20	3
vivienda 10	1	9
vivienda 11	1	6
vivienda 01	80	6
vivienda 04	1	1
vivienda 02	1	7

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Para el cálculo del riesgo se tuvo en cuenta los valores de la vivienda 7 como ejemplo, puesto que es el caso más crítico para ambos escenarios, por lo cual se obtienen los siguientes resultados en la Tabla30.

Tabla 30.

Resultados del cálculo del riesgo escenario 1.

ESCENARIO 1			
EDIFICACIONES		PERSONAS	
Rs (Riesgo específico)	65,7327	Rs (Riesgo específico)	0,0004
P(Hi) (Amenaza de intensidad)	55	P(Hi) (Amenaza de intensidad)	0,00001
V (Vulnerabilidad)	0,99595	V (Vulnerabilidad)	0,99595
E (Valor o costo de los elementos físicos)	120%	E (máx. número de personas expuestas)	42

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Obteniendo un valor de riesgo alto categorizado en un rango de 200-60% (ver figura 89), puesto que para edificaciones se obtuvo 65,7327%.

Análisis de los resultados para el cálculo del riesgo escenario 2 (2018), talud #1.

En lo que compete a los resultados de los factores para el cálculo de riesgo en el escenario 2, las Tablas 31 y 32 muestran los valores en cada vivienda y riesgo específico.

Tabla 31.

Resultado de valores para el costo aproximado de daño en edificaciones y número total de personas en cada vivienda escenario 2.

Escenario 2		
viviendas en riesgo	E (Max. valor de elementos físicos) %	E (máximo número de personas expuestas)
vivienda 07	180	5
vivienda 08	20	4
vivienda 05	40	2
vivienda 15	20	3
vivienda 10	1	9
vivienda 11	1	6
vivienda 01	80	6
vivienda 04	1	1
vivienda 02	1	7

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 32.

Resultados del cálculo del riesgo escenario 2.

ESCENARIO 2			
EDIFICACIONES		PERSONAS	
Rs (Riesgo específico)	79,058511	Rs (Riesgo específico)	0,00128478
P(Hi) (Amenaza de intensidad)	44,1	P(Hi) (Amenaza de intensidad)	0,00003
V (Vulnerabilidad)	0,99595	V (Vulnerabilidad)	0,99595
E (Valor o costo de los elementos físicos)	180%	E (máx. número de personas expuestas)	43

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Obteniendo un valor de riesgo alto categorizado en un rango de 200-60% (ver figura 89), puesto que para edificaciones se obtuvo 79,058511%.

Por consiguiente, realizamos un análisis final de riesgo contemplando el uso de las obras de construcción como medida de mitigación, pues en este análisis final se tendrían en cuenta el

modelo de obra 2 que es la más acorde y escogimos como propuesta final de procesos constructivos para medidas que puedan disminuir la inestabilidad presente en el sector de estudio y que más adelante se mostrara en su respectivo mapa de zonificación,(Apéndice F-ZONIFICACION), en la Tabla 33 se muestra el análisis anterior referido para el valor del riesgo implementando la propuesta de obra en el sector de ladera y corroborando que este factor equivalga a cero, eliminando el riesgo por completo.

Tabla 33.
Resultados del cálculo del riesgo contemplando el modelo de obra 2.

MODELO DE OBRA 2			
EDIFICACIONES		PERSONAS	
Rs (Riesgo específico)	0	Rs (Riesgo específico)	0,00128478
P(Hi) (Amenaza de intensidad)	0	P(Hi) (Amenaza de intensidad)	0,00003
V (Vulnerabilidad)	0,99595	V (Vulnerabilidad)	0,99595
E (Valor o costo de los elementos físicos)	180%	E (máx. número de personas expuestas)	43

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Posteriormente ya calculado el riesgo se procede a evaluarlo, categorizando el riesgo de bienes físicos y personas por separado (en alto, medio y bajo), para luego integrar los dos resultados en la definición final del riesgo.

En las Figuras 90, 91, 92 y 93 que están expuestas en guía metodológica del SGC, se muestran las categorías y clasificaciones para el riesgo en bienes físicos y personas, adicionalmente la clasificación total y unificada.

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

Figura 90. Categorización del riesgo de bienes físicos.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

PROBABILIDAD ANUAL DE AFECTACIÓN DE PERSONAS	TIPO DE AFECTACIÓN		
	MUERTES O LESIONES SERIAS	LESIONES MODERADAS Y BAJA PROBABILIDAD DE MUERTE	LESIONES LEVES O INEXISTENTES
ALTA	ALTO	ALTO	BAJO
MEDIA	ALTO	MEDIO	BAJO
BAJA	MEDIO	BAJO	BAJO

Figura 91. Categorización de riesgo para personas.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

RIESGO EN BIENES FÍSICOS	RIESGO EN PERSONAS		
	ALTO	MEDIO	BAJO
ALTO	A	A	A
MEDIO	A	M	M
BAJO	A	B	B

Figura 92. Categorización de riesgo de bienes físicos y personas.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

CATEGORÍA		DESCRIPCIÓN
A	ALTO	Alta probabilidad de víctimas fatales y lesiones serias en la población. La implementación de medidas de intervención es prácticamente inviable desde el punto de vista técnico. Se debe hacer una evaluación económica detallada para establecer la posibilidad de mitigación y disminución del nivel de riesgo. Las pérdidas por materialización de la amenaza superan en todos los casos los valores económicos de los bienes.
M	MEDIO	Lesiones moderadas muy frecuentes, con alguna probabilidad de víctimas fatales. Se requiere evitar que el nivel de riesgo aumente, pero las medidas de intervención son en todo caso viables técnica y económicamente.
B	BAJO	Probabilidad de víctimas fatales prácticamente nula. Es un riesgo aceptable y requiere tan solo medidas de prevención.

Figura 93. Descripción de las categorías de riesgo.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Finalmente, y ya terminado el proceso de evaluación es necesario presentar los resultados mediante un mapa de zonificación de riesgo, las zonas de riesgo bajo y medio se definen conforme a la Figura 94, además las zonas de riesgo alto se presentan diferenciadas en riesgo alto mitigable y no mitigable, de acuerdo con los criterios presentados por la guía.





COLOR	CATEGORÍA
	Alto no mitigable
	Alto mitigable
	Medio
	Bajo

Figura 94. Categorización del riesgo.

Fuente. Adaptado de Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa, 2016.

Análisis de la categorización y zonificación del riesgo. Por lo cual el riesgo encontrado en el sector de ladera equivale a un rango alto en la zona del talud #1 y un rango medio para el que comprende al talud #3; mientras que para el talud #2 este tiene un riesgo bajo por las condiciones de que este talud no ha sido intervenido por ningún agente externo; en el mapa de

zonificación del riesgo se muestra el sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca clasificada, ver Apéndice F (carpeta adjunta- PLANO RIESGO).

Como otro aspecto el valor del indicador E se analizará de acuerdo al impacto de los movimientos en masa sobre los elementos físicos expuestos, puesto que para la cuantificación de pérdidas directas en bienes físicos se evaluarán criterios como los costos del contenido de las edificaciones, se compararán los datos arrojados por los dos escenarios del talud #1 y así tener un inventario de pérdidas de bienes físicos al ocurrir el deslizamiento como se muestra en las Tablas 34 y 35.

Tabla 34.
Registro de bienes físicos para las viviendas de acuerdo al escenario 1.

EDIFICACIONES ANALIZADAS		INDICADORES			Valor total perdida
		Valor comercial por unidad de área del terreno (valor unitario del metro cuadrado de terreno).	Valor comercial por unidad de área de la construcción (valor unitario del metro cuadrado de construcción).	Valor comercial de los enseres domésticos por unidad de área de la vivienda (valor unitario del metro cuadrado de enseres).	
vivienda 01	unitario	\$ 516.800,00	\$ 64.000,00	-	
	cantidad afectada	12	45,9	-	\$ 9.139.200,00
	total	\$ 6.201.600,00	\$ 2.937.600,00	-	
vivienda 02	unitario	\$ 480.700,00	\$ 8.000,00	-	
	cantidad afectada	6	21,6	-	\$ 3.057.000,00
	total	\$ 2.884.200,00	\$ 172.800,00	-	
vivienda 04	unitario	\$ 192.500,00	\$ 0,00	-	
	cantidad afectada	0	0	-	\$ 0,00
	total	\$ 0,00	\$ 0,00	-	
vivienda 05	unitario	\$ 290.000,00	\$ 32.500,00	-	
	cantidad afectada	11,25	2,7	-	\$ 3.350.250,00
	total	\$ 3.262.500,00	\$ 87.750,00	-	
vivienda 07	unitario	\$ 334.000,00	\$ 64.000,00	-	
	cantidad afectada	10	10,8	-	\$ 4.031.200,00

Tabla 34. (Continuación)

	total	\$ 3.340.000,00	\$ 691.200,00	-	
	unitario	\$ 140.000,00	\$ 64.000,00	-	
vivienda 08	cantidad afectada	0	4,8	-	\$ 307.200,00
	total	\$ 0,00	\$ 307.200,00	-	
	unitario	\$ 240.000,00	\$ 0,00	-	
vivienda 10	cantidad afectada	0	0	-	\$ 0,00
	total	\$ 0,00	\$ 0,00	-	
	unitario	\$ 555.600,00	\$ 14.000,00	-	
vivienda 11	cantidad afectada	6	12	-	\$ 3.501.600,00
	total	\$ 3.333.600,00	\$ 168.000,00	-	
	unitario	\$ 180.000,00	\$ 8.000,00	-	
vivienda 15	cantidad afectada	0	6	-	\$ 48.000,00
	total	\$ 0,00	\$ 48.000,00	-	

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 35.

Registro de bienes físicos para las viviendas de acuerdo al escenario 2.

EDIFICACIONES ANALIZADAS		INDICADORES			Valor total perdida
		Valor comercial por unidad de área del terreno (valor unitario del metro cuadrado de terreno).	Valor comercial por unidad de área de la construcción (valor unitario del metro cuadrado de construcción).	Valor comercial de los enseres domésticos por unidad de área de la vivienda (valor unitario del metro cuadrado de enseres).	
	unitario	\$ 750.000,00	\$ 160.500,00	\$	
vivienda 01	cantidad afectada	14	45,9	1	\$
	Total	\$ 10.500.000,00	7.366.950,00	3.075.000,00	20.941.950,00
	unitario	\$ 675.000,00	\$ 12.000,00	-	
vivienda 02	cantidad afectada	0	21,6	-	\$ 259.200,00
	Total	\$ 0,00	\$ 259.200,00	-	
	unitario	\$ 325.000,00	\$ 0,00	-	
vivienda 04	cantidad afectada	0	0	-	\$ 0,00
	Total	\$ 0,00	\$ 0,00	-	
	unitario	\$ 500.000,00	\$ 105.000,00	\$	
vivienda 05	cantidad afectada	0	35	1	\$
	Total	\$ 0,00	3.675.000,00	3.075.000,00	6.750.000,00
	unitario	\$ 375.000,00	\$ 105.000,00	\$	
vivienda 07				3.075.000,00	\$
				9.795.000,00	

Tabla 35. (Continuación)

	cantidad afectada	14	14	1	
	Total	\$ 5.250.000,00	\$ 1.470.000,00	\$ 3.075.000,00	
	unitario	\$ 325.000,00	\$ 90.000,00	-	
vivienda 08	cantidad afectada	0	9,6	-	\$ 864.000,00
	Total	\$ 0,00	\$ 864.000,00	-	
	unitario	\$ 650.000,00	\$ 0,00	-	
vivienda 10	cantidad afectada	0	0	-	\$ 0,00
	Total	\$ 0,00	\$ 0,00	-	
	Unitario	\$ 820.000,00	\$ 12.000,00	-	
vivienda 11	cantidad afectada	0	12	-	\$ 144.000,00
	Total	\$ 0,00	\$ 144.000,00	-	
	Unitario	\$ 320.000,00	\$ 12.000,00	-	
vivienda 15	cantidad afectada	0	6	-	\$ 72.000,00
	Total	\$ 0,00	\$ 72.000,00	-	

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Análisis de los costos de pérdidas en bienes físicos. Se apreció que los costos reflejan un valor monetario significativo para cada escenario, teniendo en cuenta la estimación de pérdidas en bienes físicos, se añadió un indicador que refleja un ítem muy importante a evaluar en donde ha ocurrido la falla , este ítem equivale al precio de los enseres en la vivienda dentro del área de afectación, pues se consideró anexar este indicador como uso del presente proyecto, a continuación se muestra la Tabla 36, la cual refleja la diferencia de pérdidas de bienes físicos entre los dos escenarios y el gasto global que se presentó en el talud #1.

Tabla 36.

Valores totales de pérdidas para ambos escenarios, talud #1.

valor múltiple escenario 1	valor múltiple escenario 2	valor de perdida global ambos escenarios
\$23.434.450,00	\$ 38.826.150,00	\$62.260.600,00

Nota. Fuente. Autores del proyecto

4.5 Proponer mediante la implementación del método de los factores de valuación las obras para reducir el nivel de riesgo en los sectores críticos de la ladera, incluyendo su respectivo presupuesto.

Para la realización del presente objetivo se tendrá en cuenta la metodología aplicada en el libro “Inestabilidad de laderas. Procesos constructivos de estabilización” referente a la realización de obras de estabilización por los factores de valuación, puesto que esta metodología comprende el análisis de las características intrínsecas de la ladera que son los factores condicionantes y desencadenantes que tienen influencia directa sobre la estabilidad y que corresponden a los aspectos físicos naturales más importantes de las mismas como su morfología y topografía, geología, tipos de suelos, condiciones hidrogeológicas y vegetación, de igual forma comprende el análisis de las características regionales del sitio que son aquellas características y condiciones de la región donde se ubica la ladera y que pueden afectar de manera significativa su estabilidad, en este análisis se presentan factores de valuación para considerar el efecto de la lluvia, los terremotos, la erosión y socavación, la actividad humana y por último esta metodología abarca el cálculo de la estabilidad en donde se evalúan dos factores uno por la superficie de rotura y el otro por el factor de seguridad generado, puesto que para el presente proyecto se realizó la evaluación de cada uno de los factores en tres diferentes zonas que correspondían a los tres taludes estudiados en el sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca.

Ahora bien, el análisis y los resultados obtenidos implementando dicha metodología se contempla paso a paso en el apéndice adjunto “factores de valuación”, por consiguiente se

muestran las Tablas 37, 38 y 39 que equivalen a los resúmenes de los valores de factores de valuación para cada talud en estudio.

4.5.4 Resumen factores de valuación. En las siguientes tablas se presentan los resúmenes de los factores de valuación, su valor medio e intervalo de influencia en cada talud, que son los presentes en la ladera de acuerdo al sector estudiado en el barrio Cuesta Blanca.

Tabla 37.

Resumen de factores de valuación para el talud #1 perfil (3) evaluado.

SECCIÓN TALUD #1 (PERFIL 3)				
Características intrínsecas de la ladera		Factor de Valuación	Valor medio	Intervalo de Influencia
Morfología y topografía	Altura de la ladera H = 14 m	$f_{mt} = \text{sen}\beta$	0.62	Medio
	Inclinación máx. $\beta = 38^\circ$			
Geología	Pliegues inclinados hacia la ladera:	-----	0.38	Bajo
	No hay			
	Fracturación roca: No hay	-----		
	Meteorización química: Baja	$f_g = 0.25$		
	Meteorización física: Moderada	$f_g = 0.50$		
	Propiedad Física	-----		
	Propiedad Mecánica	-----		
Mecánica de Suelos	Suelo friccionante: CL	$f_{ms} = 1.0$	1.0	Alto
Hidrogeología	Grado de saturación del suelo	$f_h = Gw * \text{sen}\beta = 0.58$	0.42	Bajo

Tabla 37. (Continuación)

	Espesor del suelo	$f_h = 0.26$		
Vegetación	Tipo : Hierba o matorral	0.66	0.70	Medio
	Densidad follaje: Poco	0.70		
	Área cubierta: $\frac{1}{4}$ área	0.75		
	Profundidad raíz: Media	0.69		
Climatología	Temperatura media anual: 22°C		0.33	Bajo
	Precipitación promedio anual P=1000-2000mm	$f_{ii} = 0.33$		
Sismicidad	Clasificación: región N°4		0.23	Bajo
	Coefficiente sísmico Aa=0.20	$f_s = 0.23$		
Erosión y socavación	Infiltración del terreno	$f = 0.55$	0.23	Bajo
	Área de la cuenca	$f = 0.05$		
	Densidad de drenaje	$f = 0.1$		
Actividad Humana	Cortes o excavaciones: No estabilizados	$f = 1.0$	0.54	Medio
	Densidad de población: 150.65 hab/km ² , casas de 1 piso	$f = 0.19$		
	Densidad de población: 150.65 hab/km ² , casas de 3 pisos.	$f = 0.47$		
	Deforestación: Leve	$f = 0.50$		
Estabilidad	Superficie de rotura	$f = 0.75$	0.75	Medio
	Factor de seguridad	$f = 0.75$		

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 38.
Resumen de factores de valuación para el talud #2 perfil (4) evaluado.

SECCIÓN TALUD #2 (PERFIL 4)				
Características intrínsecas de la ladera	Factor de Valuación	Valor medio	Intervalo de Influencia	
Morfología y topografía	Altura de la ladera H = 6,8 m Inclinación máx. $\beta = 22^\circ$	$f_{mt} = \text{sen}\beta$	0.37	Bajo
Geología	Pliegues inclinados hacia la ladera: No hay Fracturación roca: No hay Meteorización química: Intensa Meteorización física: Baja Propiedad Física Propiedad Mecánica	----- ----- $f_g = 0.75$ $f_g = 0.20$ ----- -----	0.48	Bajo
Mecánica de Suelos	Suelo friccionante: CL	$f_{ms} = 1.0$	1.0	Alto
Hidrogeología	Grado de saturación del suelo Espesor del suelo	$f_h = Gw * \text{sen}\beta = 0.33$ $f_h = 0.12$	0.23	Bajo
Vegetación	Tipo : Arbusto Densidad follaje: Espeso Área cubierta: Total Profundidad raíz: Profunda	0.33 0.20 0 0.52	0.26	Bajo
Climatología	Temperatura media anual: 22°C Precipitación promedio anual P=1000-2000mm	$f_{II} = 0.33$	0.33	Bajo

Tabla 38. (Continuación)

Sismicidad	Clasificación: región N°4			
	Coefficiente sísmico Aa=0.20	$f_s = 0.23$	0.23	Bajo
Erosión y socavación	Infiltración del terreno	$f = 0.55$		
	Área de la cuenca	$f = 0.05$	0.23	Bajo
	Densidad de drenaje	$f = 0.1$		
Actividad Humana	Cortes o excavaciones: No estabilizados	$f = 1.0$		
	Densidad de población: 150.65 hab/km2, casas de 1 piso	$f = 0.19$	0.40	Bajo
	Deforestación: Nula	$f = 0$		
Estabilidad	Superficie de rotura	$f = 0.50$	0.25	Bajo
	Factor de seguridad	$f = 0$		

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 39.

Resumen de factores de valuación para el talud #3 perfil (5) evaluado.

SECCIÓN TALUD #3 (PERFIL 5)

Características intrínsecas de la ladera	Factor de Valuación	Valor medio	Intervalo de Influencia	
Morfología y topografía	Altura de la ladera $H = 5,7$ m	$f_{mt} = \text{sen}\beta$	0.91	Alto
	Inclinación máx. $\beta = 22^\circ$			
Geología	Pliegues inclinados hacia la ladera: No hay	-----	0.38	Bajo
	Fracturación roca: No hay	-----		
	Meteorización química: Baja	$f_g = 0.25$		

Tabla 39. (Continuación)

	Meteorización física: Moderada	$f_g = 0.50$		
	Propiedad Física	-----		
	Propiedad Mecánica	-----		
Mecánica de Suelos	Suelo friccionante: CL	$f_{ms} = 1.0$	1.0	Alto
Hidrogeología	Grado de saturación del suelo	$f_h = Gw * \text{sen}\beta = 0.23$	0.17	Bajo
	Espesor del suelo	$f_h = 0.11$		
Vegetación	Tipo : Pasto	1		
	Densidad follaje: Nulo	1		
	Área cubierta: $\frac{3}{4}$ área	0.75	0.92	Alto
	Profundidad raíz: Superficial	0.92		
Climatología	Temperatura media anual: 22°C			
	Precipitación promedio anual P=1000-2000mm	$f_{\Pi} = 0.33$	0.33	Bajo
Sismicidad	Clasificación: región N°4			
	Coefficiente sísmico Aa=0.20	$f_s = 0.23$	0.23	Bajo
Erosión y socavación	Infiltración del terreno	$f = 0.55$		
	Área de la cuenca	$f = 0.05$	0.23	Bajo
	Densidad de drenaje	$f = 0.1$		
Actividad Humana	Cortes o excavaciones: No estabilizados	$f = 1.0$		
	Densidad de población: 150.65 hab/km ² , casas de 1 piso	$f = 0.19$	0.65	Medio
	Deforestación: Nula	$f = 0.75$		
Estabilidad	Superficie de	$f = 0.50$	0.25	Bajo

Tipo de problema	Procesos constructivos aplicables	Objetivos que se persiguen
Morfológico	Rectificación geométrica	Disminuir las fuerzas actuantes
Geológico	Elementos de refuerzo, mallas metálicas	Aumentar las fuerzas resistentes
Mecánica de suelos	Elementos de drenaje, elementos de refuerzo y protección superficial.	Disminuir la presión de poro, aumentar resistencia y evitar erosión.
Hidrológico	Elementos de drenaje y protección superficial	Disminuir la saturación del suelo y reducir la meteorización
Vegetación	Protección superficial	Evitar erosión y reforzar el suelo
Lluvia	Elementos de drenaje	Disminuir presión de poro, evitar la saturación y la erosión.
Sismicidad	Elementos de refuerzo y muros de contención	Aumentar la resistencia y contener el material potencialmente inestable
Erosión	Elementos de drenaje, muros de contención y protección superficial	Evitar la erosión y proteger el pie de la ladera
Actividad Humana	Elementos de refuerzo, muros contención y protección superficial	Aumentar la resistencia contener el material potencialmente inestable y reforestar
Superficie de Rotura	Rectificación geométrica elementos de refuerzo y muros de contención	Modificar la ubicación
Factor de seguridad	Rectificación geométrica elementos de refuerzo y muros de contención	Aumentar su valor

Figura 96. Factores que producen inestabilidad y procesos constructivos más adecuados.
Fuente. Adaptado de Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012.

Una vez seleccionados los procesos constructivos se podrán elaborar las propuestas de estabilización, definiendo los proyectos más viables en función de las condiciones del sitio donde se encuentra ubicada la ladera en este caso los tres taludes en estudio.

Se procedió por escoger que obras de mitigación se van a implementar en la zona de análisis conforme a los datos obtenidos en la tabla de resumen de los factores de valuación y así optar por un orden de los respectivos procesos constructivos de estabilización en el caso de los factores expuestos en la Tabla 40.

Tabla 40.

Factores condicionantes y desencadenantes con sus respectivos procesos constructivos de estabilización del sector de ladera.

Factores condicionantes y desencadenantes	Características Morfológicas de la ladera	x	x	x														x	x	x	
	Geología		x	x		x	x	x													
	Suelos					x	x	x		x	x	x						x	x	x	
	Hidrología																	x	x	x	
	Vegetación			x														x	x	x	
	Tabla 1. (Continuación)																				
	de la región	Sismicidad										x	x	x	x	x	x	x	x		
		Erosión			x		x							x					x	x	x
		Actividad Humana									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Análisis de estabilidad	Superficie de rotura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Factor de seguridad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
	Abatimiento																				
	Remoción																				
	Terrazas																				
	Contrapeso																				
	Zanja																				
	Drenes horiz																				
	Pozos																				
	Pantallas																				
	Galerías																				
	Pilotes																				
	Anclas																				
	Gravedad																				
	Cantilever																				
	Contrafuerte																				
	Tierra Armada																				
	Celulares																				
	Gaviones																				
	Mallas																				
	Concreto																				
	Geosintéticos																				
	Vegetación																				
	Procesos constructivos de estabilización																				
	Rectificación geométrica					Elementos de drenaje					Refuerzo			Muros de contención					Protección superficial		

Nota. Fuente: Cuanalo, O. A., Oliva, A. O., & Gallardo, R. (Octubre de 2012). *Inestabilidad de laderas. Procesos constructivos de estabilización.* – editado (2019).

Por consiguiente, se realizó una selección de procesos constructivos y elaboración de propuestas de estabilización a partir de la información anterior y tomando como base la matriz de correlación, se determinaron los procesos constructivos más adecuados y se propusieron los proyectos de estabilización correspondiente.

Se presentan las propuestas, ver Apéndice F (carpeta adjunta- PLANO OBRA) y en las Tablas 41 y 42 en donde se presenta el resumen de las propuestas de estabilización para los taludes #1 y #3 respectivamente, los cuales presentan niveles de influencia altos y medios, para ser intervenidos con las dichas obras y mitigar ese alto nivel, así mismo el talud #2 de acuerdo a sus resultados no presenta un nivel crítico que represente algún tipo de riesgo.

Tabla 41.
Propuestas de estabilización para el talud #1.

SECCIÓN (PERFIL 3)					
Características de la ladera	Factor de valuación	Intervalo de influencia	Proceso constructivo	Proyecto propuesto	Objetivos que se persiguen
Morfología y topografía	0.62	Medio: requiere atención	Rectificación geométrica	Abatimiento	Disminuir las fuerzas actuantes
			Protección superficial	Concreto Vegetación	Evitar erosión y reforzar el suelo
Geología	0.38	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Mecánica de suelos	1	Alto: atención urgente	Elementos de drenaje	Zanjas de drenaje	Disminuir la presión de poro, aumentar resistencia y evitar erosión.
			Elementos de refuerzo	Anclajes	
Hidrogeología	0.42	Bajo: sin problemas	Protección superficial	Concreto Vegetación	
			-----	-----	-----
Vegetación	0.70	Medio: requiere atención	Protección superficial	Vegetación	Evitar erosión y reforzar el suelo
Climatología	0.33	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Sismicidad	0.23	Bajo: sin	-----	-----	-----

Tabla 41. (Continuación)

Erosión y socavación	0.23	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Actividad humana	0.54	Medio: requiere atención	Elementos de refuerzo Protección superficial	Anclajes Concreto Vegetación	Aumentar la resistencia contener el material potencialmente inestable y reforestar
Superficies de rotura	0.75	Medio: requiere atención	Rectificación Geométrica Elementos de drenaje Elementos de refuerzo	Abatimiento Zanjas de drenaje Anclajes	Modificar la ubicación
Factor de seguridad	0.75	Medio: requiere atención	Rectificación Geométrica Elementos de drenaje Elementos de refuerzo	Abatimiento Zanjas de drenaje Anclajes	Aumentar su valor

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Tabla 42.
Propuestas de estabilización para el talud #3.

SECCIÓN (PERFIL 5)					
Características de la ladera	Factor de valuación	Intervalo de influencia	Proceso constructivo	Proyecto propuesto	Objetivos que se persiguen
Morfología y topografía	0.91	Alto: atención urgente	Rectificación geométrica	Abatimiento	Disminuir las fuerzas actuantes
Geología	0.38	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Mecánica de suelos	1	Alto: atención urgente	Protección superficial	Geosintéticos	Disminuir la presión de poro, aumentar resistencia y evitar erosión.
Hidrogeología	0.17	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Vegetación	0.92	Alto: atención urgente	Protección superficial	Vegetación	Evitar erosión y reforzar el suelo
Climatología	0.33	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Sismicidad	0.23	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Erosión y socavación	0.23	Bajo: sin problemas	-----	-----	-----
Actividad humana	0.65	Medio: requiere atención	Muros de contención	Cantiléver	Aumentar la resistencia contener el material potencialmente inestable
Superficies de	0.50	Medio:	Muros de	Cantiléver	Modificar la ubicación

rotura		requiere atención	contención		
Factor de seguridad	0	Bajo: sin problemas	----	----	----

Nota. Fuente. Autores del proyecto

4.6 Elaborar el presupuesto y planos de los diseños propuestos.

A continuación, se muestran los presupuestos de obra, teniendo en cuenta los dos modelos de obra de estabilización propuestos en la investigación, para el talud #1 y el presupuesto del muro de contención para el talud #3 del sector de ladera en estudio.

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 						
PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S.						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR TOTAL
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m ²	364	\$ 3.859,05	\$ 1.404.694,20	\$ 1.404.694,20
2	ROCERIA	Ha	0,0067	\$ 1.312.250,00	\$ 8.792,08	\$ 8.792,08
3	AFINAMIENTO DE TALUDES	m ²	211,2	\$ 92.970,00	\$ 19.635.264,00	\$ 19.635.264,00
4	EXCAVACIÓN MANUAL	m ³	23,1	\$ 34.595,00	\$ 799.144,50	\$ 799.144,50
5	CONCRETO TIPO CLASE D 3000 psi (CANALES Y DISIPADORES)	m ³	4	\$ 427.162,00	\$ 1.708.648,00	\$ 1.708.648,00
6	PROTECCION SUPERFICIAL TALUD CON TIERRA ORGANICA Y PASTO TIPO MANI FORRAJERO	m ²	192	\$ 4.942,00	\$ 948.864,00	\$ 948.864,00
7	ANCLAJES (D=3/4")	ml	135	\$ 132.180,00	\$ 17.844.300,00	\$ 17.844.300,00
8	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (PANTALLA ANCLADA)	m ²	54	\$ 45.247,50	\$ 2.443.365,00	\$ 2.443.365,00
9	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (CABEZA DE ANCLAJE)	m ²	4,5	\$ 43.567,50	\$ 196.053,75	\$ 196.053,75
10	MALLA ELECTROSOLDADA (CANALES Y DISIPADORES)	m ²	58,8	\$ 52.712,00	\$ 3.099.465,60	\$ 3.099.465,60
11	CONCRETO LOSA (CABEZA DE ANCLAJE)	m ³	4,5	\$ 481.027,00	\$ 2.164.621,50	\$ 2.164.621,50
12	TUBERIA PVC 4" (DRENAJE)	ml	14	\$ 49.283,00	\$ 689.962,00	\$ 689.962,00
13	RETIRO MATERIAL	m ³	25	\$ 271.037,76	\$ 6.775.944,00	\$ 6.775.944,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 57.719.118,63	
ADMINISTRACIÓN		20%	\$ 11.543.823,73			
IMPREVISTOS		5%	\$ 2.885.955,93			
UTILIDAD		5%	\$ 2.885.955,93			
IVA (19%UTILIDAD)		19%	\$ 548.331,63			
TOTAL COSTO INDIRECTO					\$ 17.864.067,21	
TOTAL COSTO DE OBRA					\$ 75.583.185,84	

Figura 97. Presupuesto de obra para modelo 1.
Fuente. Autores del proyecto



 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 						
PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S.						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR TOTAL
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m ²	364	\$ 3.859,05	\$ 1.404.694,20	\$ 1.404.694,20
2	ROCERIA	Ha	0,0067	\$ 1.312.250,00	\$ 8.792,08	\$ 8.792,08
3	AFINAMIENTO DE TALUDES (TERRAZAS)	m ²	329,7	\$ 92.970,00	\$ 30.652.209,00	\$ 30.652.209,00
4	EXCAVACIÓN MANUAL	m ³	30,7	\$ 34.595,00	\$ 1.062.066,50	\$ 1.062.066,50
5	CONCRETO TIPO CLASE D 3000 psi (CANALES Y DISIPADORES)	m ³	4,58	\$ 427.162,00	\$ 1.956.401,96	\$ 1.956.401,96
6	PROTECCION SUPERFICIAL TALUD CON TIERRA ORGANICA Y PASTO TIPO MANI FORRAJERO	m ²	215	\$ 4.942,00	\$ 1.062.530,00	\$ 1.062.530,00
7	ANCLAJES (D=3/4")	ml	66	\$ 100.780,00	\$ 6.651.480,00	\$ 6.651.480,00
8	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (PANTALLA ANCLADA)	m ²	54	\$ 45.247,50	\$ 2.443.365,00	\$ 2.443.365,00
9	LLORADEROS DIAMETRO 2" C/3 M EN TRESBOLILLO	ml	3,6	\$ 33.883,00	\$ 121.978,80	\$ 121.978,80
10	CONCRETO LANZADO PARA PROTECCION DEL TALUD	m ³	5,5	\$ 1.055.009,00	\$ 5.802.549,50	\$ 5.802.549,50
11	TUBERIA PVC 4" (DRENAJE)	ml	14	\$ 49.283,00	\$ 689.962,00	\$ 689.962,00
12	MALLA ELECTROSOLDADA (CANALES Y DISIPADORES)	m ²	66,7	\$ 52.712,00	\$ 3.515.890,40	\$ 3.515.890,40
13	DEMOLISION VIVENDA #7	m ²	60	\$ 9.398,70	\$ 563.922,00	\$ 563.922,00
13	REUBICACION DE VIVIENDA AFECTADA #7	gl	1	\$ 60.000.000,00	\$ 60.000.000,00	\$ 60.000.000,00
14	RETIRO MATERIAL DE DEMOLISION	m ³	40	\$ 271.037,76	\$ 10.841.510,40	\$ 10.841.510,40
15	RETIRO MATERIAL	m ³	25	\$ 271.037,76	\$ 6.775.944,00	\$ 6.775.944,00
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 133.553.295,84	
		ADMINISTRACIÓN		20%	\$ 26.710.659,17	
		IMPREVISTOS		5%	\$ 6.677.664,79	
		UTILIDAD		5%	\$ 6.677.664,79	
		IVA (19%UTILIDAD)		19%	\$ 1.268.756,31	
TOTAL COSTO INDIRECTO					\$ 41.334.745,06	
TOTAL COSTO DE OBRA					\$ 174.888.040,90	

Figura 98. Presupuesto de obra para modelo 2.
Fuente. Autores del proyecto



 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 						
PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA DEL BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, N.S.						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	SUBTOTAL	VALOR TOTAL
1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m ²	47,5	\$ 3.859,05	\$ 183.304,88	\$ 183.304,88
2	EXCAVACIÓN MANUAL MATERIAL COMUN	m ³	48,26	\$ 24.420,00	\$ 1.178.509,20	\$ 1.178.509,20
3	ARMADURA DE ACERO (420 Mpa)	kg	4647,92	\$ 13.227,20	\$ 61.478.967,42	\$ 61.478.967,42
4	SOLADO CONCRETO POBRE e=5cm (21 Mpa)	m ³	2,826	\$ 276.998,00	\$ 782.796,35	\$ 782.796,35
5	ENCOFRADO DEL MURO	m ²	114	\$ 25.351,00	\$ 2.890.014,00	\$ 2.890.014,00
6	CONCRETO CIMENTACION Y MURO (21 Mpa)	m ³	59,18	\$ 385.743,00	\$ 22.828.270,74	\$ 22.828.270,74
7	SISTEMA DE DRENAJE	ml	9,5	\$ 90.329,00	\$ 858.125,50	\$ 858.125,50
8	RELLENO Y COMPACTACION MATERIAL GRANULAR	m ³	142,5	\$ 68.578,00	\$ 9.772.365,00	\$ 9.772.365,00
9	EMPRADIZACION CON BLOQUE DE CESPED	m ²	66,5	\$ 26.274,00	\$ 1.747.221,00	\$ 1.747.221,00
10	RETIRO DE ESCOMBROS	m ³	20	\$ 275.408,52	\$ 5.508.170,40	\$ 5.508.170,40
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 107.227.744,49	
			ADMINISTRACIÓN		20%	\$ 21.445.548,90
			IMPREVISTOS		5%	\$ 5.361.387,22
			UTILIDAD		5%	\$ 5.361.387,22
			IVA (19%UTILIDAD)		19%	\$ 1.018.663,57
TOTAL COSTO INDIRECTO					\$ 33.186.986,92	
TOTAL COSTO DE OBRA					\$ 140.414.731,41	

Figura 99. Presupuesto muro de contención, zona del talud #3.

Fuente. Autores del proyecto

Capítulo 5. Conclusiones

Se logró identificar que en el talud #1 y #2 existe un solo tipo de estrato, pues este cuenta con gran espesor abarcando todo el talud, presentando una caracterización de suelo arcillo arenoso color verde grisáceo con ángulo efectivo de fricción interna 23° y una cohesión efectiva de 33 kPa, por lo que compete al talud #3 se encontró la conformación de dos estratos, un conglomerado en la parte basal y media y una arcillolita en el tope y parte media de la secuencia, sobre la cual reposa de manera discordante un suelo residual.

El deslizamiento ocurrido en el talud #1, se presentó debido a la saturación de los materiales que conforman las capas superficiales, por las fuertes lluvias de esa época, provocando sobre carga y disminución de la resistencia al corte de los materiales con la consecuente desestabilización y falla del mismo, esta falla consistió en un deslizamiento tipo traslacional, actualmente el fenómeno esta de forma activa, incrementado por los problemas relacionados al movimiento en masa.

Frente al análisis realizado a la amenaza que presenta la población del sector de ladera, el rango alcanzado fue alto en la zona del talud #1, mientras que para el resto del sector según los valores de las modelaciones por medio del software Slide (v 5.0) el resultado fue bajo; El método de referencia más usado para estos análisis fue el de equilibrio límite de Morgensterin-Price; posteriormente se optó por realizar un sistema de estabilización mediante pantalla anclada tipo activos y tipo pasivo con el fin de aumentar el valor del factor de seguridad y poder bajar el nivel del riesgo en esta zona del talud #1.

La vulnerabilidad se centró sobre las condiciones socioeconómicas de los pobladores y las características físicas e infraestructurales de las 15 viviendas encuestadas, estas fueron estimadas con un nivel de vulnerabilidad categorizado tanto en edificaciones, vía y como en personas arrojando un nivel de vulnerabilidad alto, esto debido a las diferentes combinaciones de construcción e infraestructura de la vivienda como falta de cimientos, carencia de sistema estructural adecuado, vigas y columnas, cubiertas y armazones en zinc que no son resistentes a un posible fenómeno de remoción en masa (FRM).

La estimación del riesgo en el sector de ladera se estableció de acuerdo a la implementación de la guía metodológica del SGC del 2016, donde la categorización para el riesgo arrojó intervalos de alto y medio para el talud #1, bajo para el talud #2 y medio y bajo para el talud #3, para el riesgo elevado en el talud #1 y #3 este fue considerado como mitigable en donde con el funcionamiento de la metodología de los factores de valuación se pudo proponer las diferentes obras y los procesos de construcción, para este caso se procedió con las siguientes propuestas de obras: abatimiento de la pendiente, un sistema de drenaje con zanjas de recolección y transporte del agua de escorrentía (canales) , también se propuso el uso de pantallas ancladas por medio de anclajes como sistema de refuerzo, un muro de contención tipo voladizo (Cantilever) y finalmente como sistema de protección superficial se optó por llevar a cabo el uso de concreto lanzado y recubrimiento con vegetación, estos sistemas se implementaron con el fin de mitigar y solucionar el problema y así lograr que el rango de influencia de riesgo sea bajo.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se aconseja un mayor control sobre las zonas del perímetro urbano de la ciudad de Ocaña, para prevenir asentamientos humanos y la construcción de viviendas, ya que se realizan actividades que están relacionadas a movimientos de tierra, efectuando cortes en laderas sin la debida planificación, las diferentes entidades territoriales como la oficina de planeación municipal y la oficina de gestión del riesgo deberán llevar a cabo controles y sancionar a quienes incumplen dichas actividades, además se recomienda realizar los análisis que informen si se requiere diseño de obras de estabilización para evitar que en algunos casos se ponga en riesgo la vida de las personas.

Con la ayuda de los mapas de zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa se recomienda llevar a cabo estrategias de mitigación contra la amenaza, tales como prohibir las construcciones nuevas, este sería el caso si fuera intervenido el talud #2 el cual al realizar un posible corte vertical aumentaría el riesgo en ese sector de la ladera, por lo cual se tendría que realizar la continuación de la obra implementada en el talud #1, reubicar la población más expuesta a estos fenómenos amenazantes y generar conciencia a los pobladores de la zona que se encuentra en riesgo, para que realicen obras de estabilización de taludes y evitar deslizamientos de suelos que pongan en peligro sus viviendas y las vidas de personas.

Con base en los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad por medio de la guía metodológica del SGC, se sugiere que con la identificación de las zonas de vulnerabilidad alta en donde se encontró que las diferentes viviendas no cuentan con un sistema estructural adecuado

ante un posible evento amenazante se aconseja utilizar métodos constructivos más eficientes, así mismo materiales con mejor calidad.

Se recomienda usar como sistema de refuerzo y medidas de estabilización para el control de la caída de bloques de suelo el uso de un sistema de pantalla anclada tipo pasivo y tipo activo, visto con un comportamiento diferente en los dos modelos de obra, además es aconsejable una empradizarían con pasto tipo maní forrajero encontrado en la región con el fin de controlar la erosión, así mismo las debidas obras de drenaje para encausar las aguas de escorrentía de la zona del talud #1, por otra se recomienda realizar un muro de contención en voladizo pues este contribuye en controlar el material potencialmente inestable en la zona del talud #3 .

De acuerdo a los resultados analizados y a los modelos de obras de estabilización se sugiere aplicar el modelo 2, puesto que este garantiza más seguridad, mitigando el riesgo, ya que se reduce la amenaza, por lo cual como sistemas constructivos se realizaran terrazas para abatir las altas pendientes que se presentan en la ladera con el propósito de disminuir la posibilidad de un deslizamiento y facilitar el establecimiento de vegetación, además para el manejo de las aguas de escorrentía, se recomiendan realizar las respectivas obras de drenaje, las cuales contemplan, canales y disipadores de energía, ubicados en la parte alta, media y baja del talud #1, en este tipo de modelo también se recomienda la realización del muro de contención en la zona del talud #3 .

Referencias

- Alcaldía Municipal de Ocaña. (2008). *Informe General del Municipio de Ocaña*. Obtenido de http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/INFORME_GENERAL_DEL_MUNICIPIO_O.pdf.
- Alcaldía Municipal de Ocaña. (2015). *Mapa Modelo de Ocupación Urbano*. Obtenido de <http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38656632356330656332656230383763/mapa-modelo-de-ocupacion.pdf>.
- Alcaldía Municipal de Ocaña Ocaña. (2012). *Plan Municipal del Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/_plan_municipal_de_gestin_del_riesgos_de_oaca_ns.pdf_.pdf.
- Análisis de situación de salud (ASIS) en municipios de frontera. (2012). *Análisis de Situación de Salud (ASIS) en Municipios de Frontera Departamento Norte de Santander, gobernación de Norte de Santander instituto departamental de salud*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/mapa/Analisis-de-Situacion-de-Salud-en-municipios-de-frontera-Departamento-Norte-Santander.pdf>
- Banco Mundial. (2012). *Análisis de la Gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas* (Vol. I). Bogotá, Colombia: Equilatero.
- Chacon, M. (24 de Agosto de 2018). *La vía con más problemas y constantes cierres en Colombia*. Obtenido de www.lafm.com.co
- CRID, C. r. (2012). *Condiciones de Riesgo en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc5387/doc5387-03.pdf>.
- Cuanalo, O. A., Oliva, A. O., & Gallardo, R. (Octubre de 2012). *Inestabilidad de laderas. Procesos constructivos de estabilización*. España: Editorial Academia Española.
- Desastres, U. N. (2014). *Gestión del riesgo*. Obtenido de <http://gestiondelriesgo.gov.co>

- Gallardo Amaya, R., Guerrero Barbosa, T., & Macgregor Torrado, A. (2013). Investigación geotécnica para la estabilización de las laderas del barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia), *INGE CUC*, 9, (2), 66–74. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/8>
- García, J. (15 de Mayo de 2014). *Amenazas por remoción en masa*. Obtenido de <http://ceelat.org>
- Hisca, D. T. (23 de Mayo de 2003). *Geomorfología. Parque Ecologico Distrital de Montañas Entrenubes*. Obtenido de <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/tomo-i-br-componente-biofisico-br-geomorfologi-a-br-parque-ecologico-distrital-de-montana-entrenubes>
- Ingeominas. (2018). *Programa Slide y RocFall version libre*. Obtenido de <http://minerosunsa.blogspot.com/2017/12/programas-de-rocscience-gratis-2018.html>
- Jauregui, L. (2008). *Introducción a la Topografía*. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%EDa/TEMA_1.pdf.
- Mejía, L. F. (11 de Abril de 2018). *Millones de colombianos tienen riesgo de inundación*. Obtenido de <http://www.wradio.com.co>
- Mergili, M. C. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24, (2), 113-131.
- OSSO., O. d.–a. (2015). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990-2013*. Obtenido de https://www.unisdr.org/files/48578_impactodesastresamericalatinacaribe.pdf
- Porto, J. P., & Merino, M. (2009). *Definición de Geología*. Obtenido de <https://definicion.de/geologia/>.
- Quezada, A. C. (2018). *Metereología, Clima y Desastres*. Obtenido de <http://www.acqweather.com>

- Rodriguez, J. C., & Guardia, G.M. (Diciembre del 2005). *Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos*. (Tesis). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Rodgers, K. P. (10 de Diciembre de 1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/ch15.htm#capitulo%2010.%20evaluaci%C3%B3n%20del%20peligro%20de%20deslizamientos%20de%20tierra>.
- Servicio Geologico Colombiano SGC. (2016). *Guia Metodologica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa* (Vol. I). Bogota, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia. Obtenido de <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadas/Documents/Guia-Metodologica-27-07-2016.pdf>
- Suarez Diaz, J. (2009). *Deslizamientos. Analisis Geotecnico* (Vol. I). Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander (UIS).

Apéndices

Apéndice A. Ensayos de laboratorio

A. 1 Formato de laboratorio humedad

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS					
ENSAYO DE HUMEDAD NTC 1495					
PROYECTO:	EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA			Director Proy.	ING. AGUSTIN ARMANDO M.
				FECHA.	04/09/2018
SITIO:	BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER				
APIQUE N° 1					
	LOC. #1			LOC. #3	
PRUEBA N°	1	2	3	4	
Profundidad (m)	ARCILLA ARENOSA				
Recipiente N°	M 1	M 2	M 3	M 7	
Peso del recipiente (grs.)	79,31	80,63	79,46	79,09	
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	211,59	204,98	223,43	221,15	
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	201,38	195,06	212,41	208,71	
Peso del suelo seco (grs.)	122,07	114,43	132,95	129,62	
Peso del agua (grs.)	10,21	9,92	11,02	12,44	
Contenido de humedad (w %)	8,36	8,67	8,29	9,60	
APIQUE N° 2					
	LOC. # 3				
PRUEBA N°	1	2	3	4	
CADA (m)	0,0	0,5	1,0	1,5	
Recipiente N°	M 1	M 2	M 3	M 4	
Peso del recipiente (grs.)	83,00	82,15	81,05	79,18	
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	213,95	231,99	243,53	237,90	
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	209,54	229,61	234,92	226,47	
Peso del suelo seco (grs.)	126,54	147,46	153,87	147,29	
Peso del agua (grs.)	4,41	2,38	8,61	11,43	
Contenido de humedad (w %)	3,49	1,61	5,60	7,76	
APIQUE N° 3					
	LOC. #3				
PRUEBA N°	1	2			
Profundidad (m)	CONGLOMERADO				
Recipiente N°	M 5	M 6			
Peso del recipiente (grs.)	78,31	80,47			
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	213,87	237,62			
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	210,02	234,07			
Peso del suelo seco (grs.)	131,71	153,60			
Peso del agua (grs.)	3,85	3,55			
Contenido de humedad (w %)	2,92	2,31			
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO				
REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental				

Fuente. Autores del proyecto


A. 2 Formato de laboratorio peso específico.

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS PESO UNITARIO		 GIGMA <small>Grupo de Investigaciones en Construcción Geotécnica y Medio Ambiente</small>		
PROYECTO:	EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Director I ING. AGUSTIN ARMANDO M.			
	Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA			
SITIO:	BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER		FECHA:	04/09/2018
PESO UNITARIO				
PRUEBA Nº	M1 loc.1	M2 loc.1	M3 loc.3	M4. Concreto solo
Peso muestra (gr)	91,7	153,5	163,5	219,0
Peso muestra + parafina (gr)	98,43	162,65	173,97	235,81
Peso parafina (gr)	6,70	9,14	10,48	16,78
Volumen parafina (cm ³)	7,52	10,25	11,76	18,82
Peso muestra+parafina en el agua (gr)	48,30	80,20	85,60	116,30
Volumen muestra+parafina (gr)	50,1	82,5	88,4	119,5
Volumen muestra (cm ³)	42,61	72,20	76,61	100,69
Peso Unitario (gr/cm ³)	2,153	2,126	2,134	2,175
Peso Unitario prom. Estrato inferior (gr/cm ³)	2,138			2,18
* Densidad de la parafina = 0,8915 gr/cm ³				
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO			
REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental			

Fuente. Autores del proyecto



A. 3 Formatos de laboratorios gravedad especifica.

CONGLOMERADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA																																								
LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS																																								
GRAVEDAD ESPECIFICA																																								
	<p>PROYECTO: EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA Director Proy. ING. AGUSTIN ARMANDO M.</p> <p>Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA</p>																																							
SITIO:	BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER																																							
TIPO : CONGLOMERADO- ARENA MAL GRADADA, ARCILLO LIMOSA.																																								
GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCION FINA I.N.V. E-128-07																																								
PRUEBA Nº	1	2	3																																					
Peso del Pignómetro [W] (gr)	156,0	153,6	142,2																																					
Peso suelo seco horno [Wo] (gr)	99,64	97,20	98,25																																					
Peso Pignómetro+agua+suelo [W1] (gr)	705,52	714,02	671,90																																					
Peso Pignómetro+agua [W2] (gr)	642,52	652,59	609,87																																					
Volumen Pignómetro [V] (cm ³)	500,0	500,0	500,0																																					
Temperatura agua en el ensayo (T°C)	26°C	26°C	26°C																																					
Factor de corrección de temperatura [K]	0,9986	0,9986	0,9986																																					
Gravedad Especifica [Ss]	2,716	2,714	2,709																																					
Gravedad Especifica promedio (Ss prom.)	2,713																																							
Aplicación: $Ss = [Wo \cdot K] / [W2 + Wo - W1]$																																								
GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCION GRUESA I.N.V. E-223-07																																								
PRUEBA Nº	1	2																																						
Peso Muestra Ret. Tamiz N°8 Saturada Superficialmente Seca en el aire (gr) [B]																																								
Peso Muestra Ret. Tamiz N°8 Saturada y Sumergida en agua (gr) [C]																																								
Peso seco de la muestra (gr) [A]																																								
% Muestra Total Retenida Tamiz N°8 (gr)																																								
% Muestra Total que pasa Tamiz N°8 (gr)																																								
Gravedad especifica Fracción Gruesa																																								
Gravedad especif. prom. Fracción grueasa	#DIV/0!																																							
Aplicación: $Ss = [A] / [A - C]$																																								
Ss Muestra Total=	#DIV/0!																																							
OBSERVACIONES																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Temp. En °C</th> <th style="text-align: center;">Dens. Rel. Agua</th> <th style="text-align: center;">F.C (K)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>0,9986244</td><td>1,0004</td></tr> <tr><td>19</td><td>0,9984347</td><td>1,0002</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,9982343</td><td>1,0000</td></tr> <tr><td>21</td><td>0,9980233</td><td>0,9998</td></tr> <tr><td>22</td><td>0,9978018</td><td>0,9996</td></tr> <tr><td>23</td><td>0,9975702</td><td>0,9993</td></tr> <tr><td>24</td><td>0,9973286</td><td>0,9991</td></tr> <tr><td>25</td><td>0,9970770</td><td>0,9989</td></tr> <tr><td>26</td><td>0,9968156</td><td>0,9986</td></tr> <tr><td>27</td><td>0,9965451</td><td>0,9983</td></tr> <tr><td>28</td><td>0,9962652</td><td>0,998</td></tr> </tbody> </table>					Temp. En °C	Dens. Rel. Agua	F.C (K)	18	0,9986244	1,0004	19	0,9984347	1,0002	20	0,9982343	1,0000	21	0,9980233	0,9998	22	0,9978018	0,9996	23	0,9975702	0,9993	24	0,9973286	0,9991	25	0,9970770	0,9989	26	0,9968156	0,9986	27	0,9965451	0,9983	28	0,9962652	0,998
Temp. En °C	Dens. Rel. Agua	F.C (K)																																						
18	0,9986244	1,0004																																						
19	0,9984347	1,0002																																						
20	0,9982343	1,0000																																						
21	0,9980233	0,9998																																						
22	0,9978018	0,9996																																						
23	0,9975702	0,9993																																						
24	0,9973286	0,9991																																						
25	0,9970770	0,9989																																						
26	0,9968156	0,9986																																						
27	0,9965451	0,9983																																						
28	0,9962652	0,998																																						
Factores de corrección por temperatura																																								
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO																																							
REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental																																							

Fuente. Autores del proyecto

ARCILLA ARENOSA



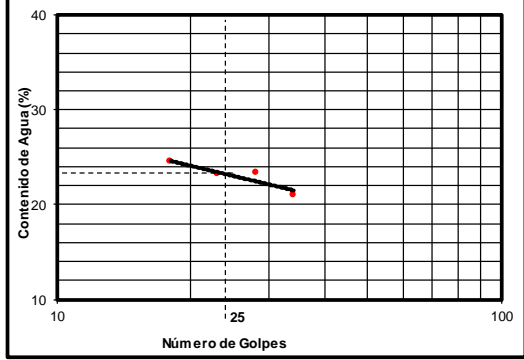
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS			
GRAVEDAD ESPECIFICA			
			
			
PROYECTO:	EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA Director Proy. ING. AGUSTIN ARMANDO M.		
SITIO:	BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER FECHA. 11/09/2018		
TIPO:	ARCILLA ARENOSA DE PLASTICIDAD BAJA		
GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCION FINA I.N.V. E-128-07			
PRUEBA Nº	1	2	3
Peso del Pignómetro [W] (gr)	153,9	153,3	148,5
Peso suelo seco horno [Wo] (gr)	98,32	97,15	96,74
Peso Pignómetro+agua+suelo [W1] (gr)	700,26	708,74	628,76
Peso Pignómetro+agua [W2] (gr)	642,52	652,59	571,91
Volumen Pignómetro [V] (cm ³)	500,0	500,0	500,0
Temperatura agua en el ensayo (T°C)	28°C	28°C	28°C
Factor de corrección de temperatura [K]	0,9980	0,9980	0,9980
Gravedad Especifica [Ss]	2,418	2,365	2,420
Gravedad Especifica promedio (Ss prom.)	2,401		
Aplicación: $Ss = [W_o \cdot K] / [W_2 + W_o - W_1]$			
GRAVEDAD ESPECIFICA FRACCION GRUESA I.N.V. E-223-07			
PRUEBA Nº	1	2	
Peso Muestra Ret. Tamiz Nº8 Saturada Superficialmente Seca en el aire (gr) [B]			
Peso Muestra Ret. Tamiz Nº8 Saturada y Sumergida en agua (gr) [C]			
Peso seco de la muestra (gr) [A]			
% Muestra Total Retenida Tamiz Nº8 (gr)			
% Muestra Total que pasa Tamiz Nº8 (gr)			
Gravedad especifica Fracción Gruesa			
Gravedad especif. prom. Fracción grueasa	#DIV/0!		
Aplicación: $Ss = [A] / [A - C]$			
Ss Muestra Total=	#DIV/0!		
OBSERVACIONES			

	Temp. En °C	Dens. Rel. Agua	F.C (K)
	18	0,9986244	1,0004
	19	0,9984347	1,0002
	20	0,9982343	1,0000
	21	0,9980233	0,9998
	22	0,9978018	0,9996
	23	0,9975702	0,9993
	24	0,9973286	0,9991
	25	0,9970770	0,9989
	26	0,9968156	0,9986
	27	0,9965451	0,9983
	28	0,9962652	0,998
	Factores de corrección por temperatura		
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO		
REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación		
	Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental		

Fuente. Autores del proyecto

A. 3 Formatos de laboratorios límites.

CONGLOMERADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS LIMITES DE CONSISTENCIA						
						
PROYECTO: EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA		Director Pro ING. AGUSTIN ARMANDO M.				
SITIO: BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER		FECHA: 22/10/2018				
TIPO: CONGLOMERADO- ARENA MAL GRADADA, ARCILLO LIMOSA.						
						Norma INV-E-125-07 INV-E-126-07
LIMITE LIQUIDO						
PRUEBA N°	I	II	III	IV		
Recipiente N°	-	-	-	-		
Peso del recipiente (grs.)	20,10	20,60	18,35	18,06		
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	70,02	68,96	63,01	64,43		
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	60,20	59,87	54,56	56,38		
Peso del suelo seco (grs.)	40,10	39,27	36,21	38,32		
Peso del agua (grs.)	9,82	9,09	8,45	8,05		
Contenido de humedad (w %)	24,49	23,15	23,34	21,01		
N° de golpes	18	23	28	34		
LIMITE PLASTICO						
PRUEBA N°	I	II	III	IV		
Recipiente N°	-	-				
Peso del recipiente (grs.)	12,15	8,41				
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	15,15	11,33				
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	14,69	10,88				
Peso del suelo seco (grs.)	2,54	2,47				
Peso del agua (grs.)	0,46	0,45				
Contenido de humedad (w %)	18,11	18,22				
			Limite Líquido (LL) (%) 23,00 Limite Plástico (LP)(%) 18,16 Índice de Plasticidad (Ip)(%) 4,84			
Observaciones _____ _____						
Clasific. U.S.C.S. SP-SCM Clasific. AASHTO A 1-b(2)						
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO		REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental		

Fuente. Autores del proyecto



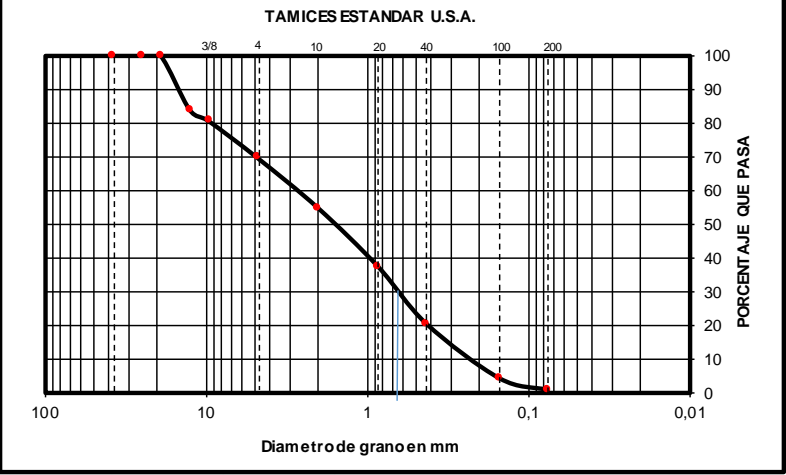
ARCILLA ARENOSA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS		GIGMA Grupo de Investigación en Construcción Geotecnia y Medio Ambiente		
LIMITES DE CONSISTENCIA PROYECTO: EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA Director Proy. ING. AGUSTIN ARMANDO M.		FECHA: 22/10/2018		
SITIO: BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER				
TIPO: ARCILLA ARENOSA DE PLASTICIDAD BAJA		Norma INV-E-125-07 INV-E-126-07		
LIMITE LIQUIDO				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	-	-	-	-
Peso del recipiente (grs.)	20,96	18,56	18,28	18,81
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	63,60	61,89	60,59	60,42
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	50,92	49,22	48,85	48,50
Peso del suelo seco (grs.)	29,96	30,66	30,57	29,69
Peso del agua (grs.)	12,68	12,67	11,75	11,92
Contenido de humedad (w %)	42,32	41,32	38,43	40,15
N° de golpes	16	22	30	33
LIMITE PLASTICO				
PRUEBA N°	I	II	III	IV
Recipiente N°	-	-	-	-
Peso del recipiente (grs.)	7,43	8,50		
Peso recipiente+suelo húmedo (grs.)	9,96	12,21		
Peso recipiente+suelo seco (grs.)	9,51	11,50		
Peso del suelo seco (grs.)	2,08	3,00		
Peso del agua (grs.)	0,45	0,71		
Contenido de humedad (w %)	21,63	23,67		
		Limite Líquido (LL) (%) 40,50 Limite Plástico (LP)(%) 22,65 Índice de Plasticidad (Ip)(%) 17,85		
Observaciones _____ _____		Clasific. U.S.C.S. CL Clasific. AASHTO A-7-6 (14)		
ENSAYÓ: JHON MAYKEL REYES YARURO EDUARD ALONSO TORRES AREVALO	REVISÓ: AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental			

Fuente. Autores del proyecto

A. 4 Formatos de laboratorios granulométricos.

CONGLOMERADO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER - SECCIONAL OCAÑA						
LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA INV E-123-07						
						
PROYECTO: EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA		Director Proy. <u>ING. AGUSTIN ARMANDO M.</u>				
SITIO: BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER		FECHA. <u>11/09/2018</u>				
TIPO: CONGLOMERADO- ARENA MAL GRADADA, ARCILLO LIMOSA.						
Pesos total de la Muestra (grs.) = 1020,01						
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES		RANGOS DE DISEÑO	
			% Retenido	% Pasa	SUPERIOR % Pasa	INFERIOR % Pasa
11/2	37,5	0,0	0,00	100,00		
1	25	0,0	0,00	100,00		
3/4	19	0,0	0,00	100,00		
1/2	12,5	164,8	16,16	83,84		
3/8	9,5	34,3	3,36	80,48		
4	4,75	111,2	10,90	69,58		
10	2,00	152,0	14,90	54,67		
20	0,85	177,5	17,40	37,27		
40	0,425	173,9	17,05	20,22		
100	0,150	164,9	16,17	4,05		
200	0,075	35,6	3,49	0,56		
Pasa 200		5,5				
TAMICES ESTANDAR U.S.A.						
						
Grava = 30,42% Arena = 69,02% Finos = 0,56%						
Clasificación AASHTO A-1-b (2) Clasificación U.S.C.S SP-SCM						
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO		REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación		
	EDUARD ALONSO TORRES AREVALO			Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental		


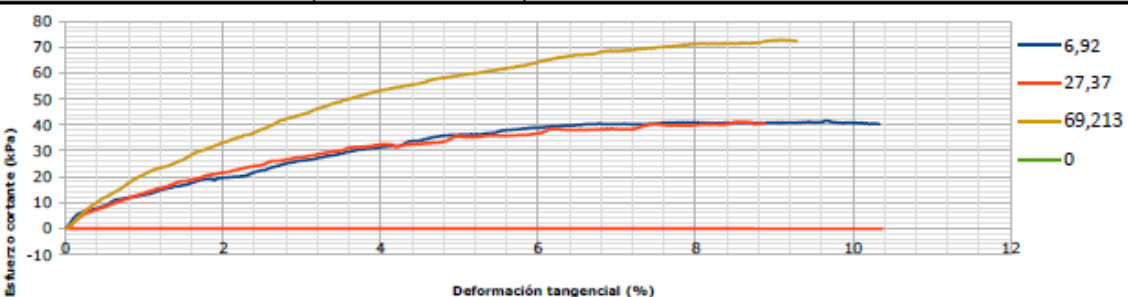
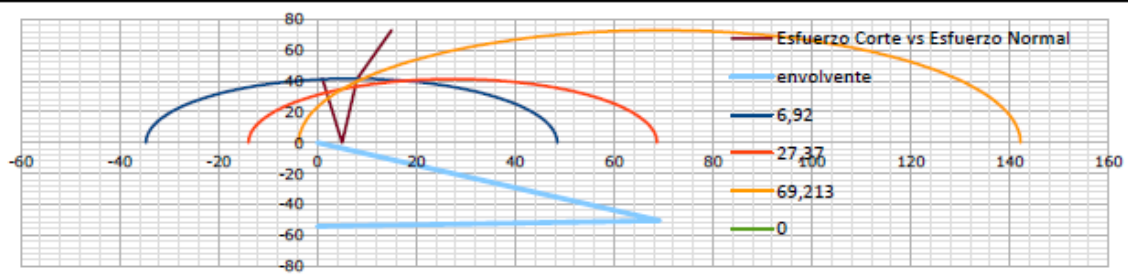
Fuente. Autores del proyecto

ARCILLA ARENOSA

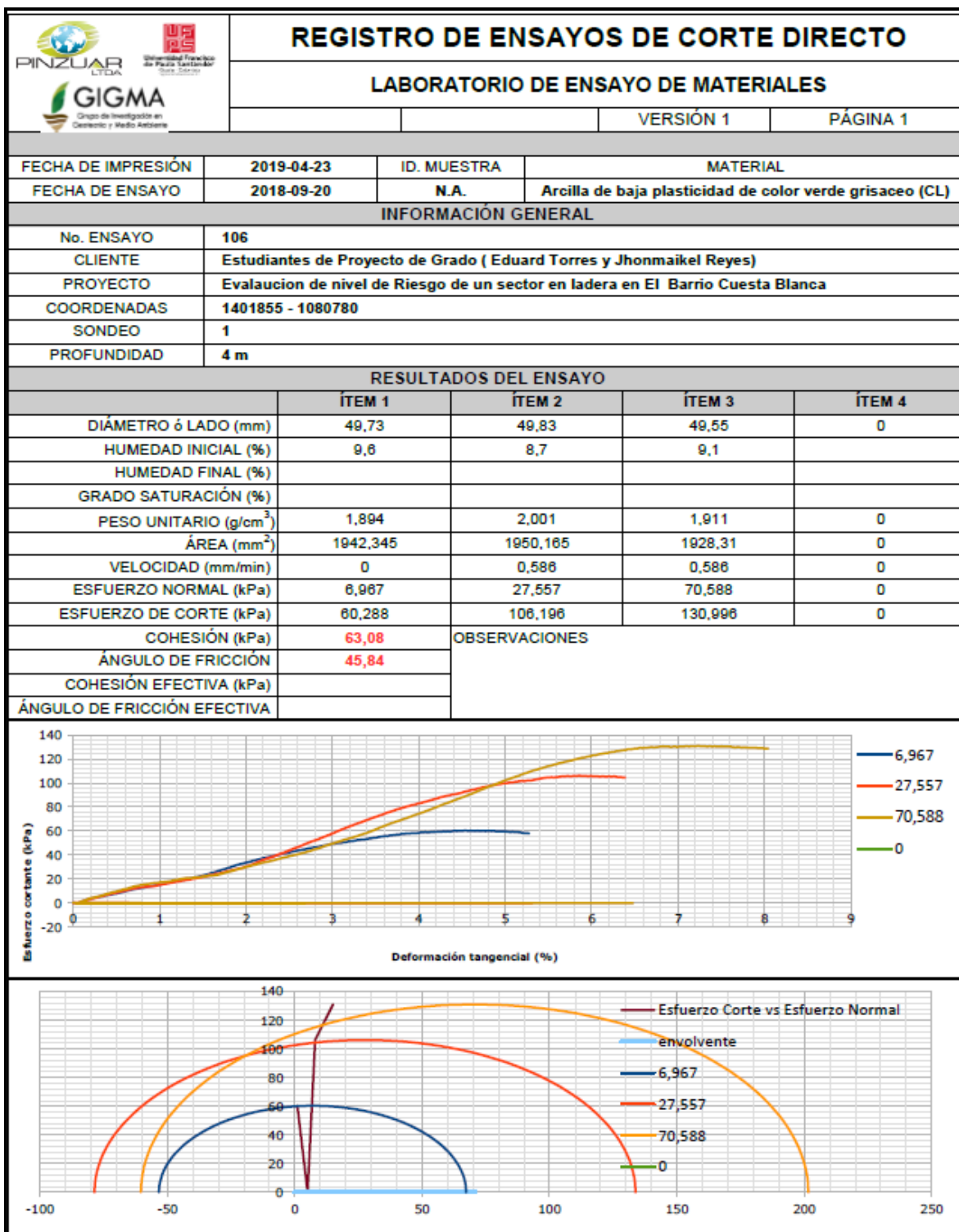
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER - SECCIONAL OCAÑA						
LABORATORIO DE SUELOS - PAVIMENTOS Y CONCRETOS						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA INV E-123-07						
PROYECTO:	EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO PARA UN SECTOR DE LADERA				Director Proy.	ING. AGUSTIN ARMANDO M.
	SITO: BARRIO CUESTA BLANCA DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER				FECHA:	11/09/2018
TIPO: ARCILLA ARENOSA DE PLASTICIDAD BAJA						
Pesos total de la Muestra (grs.) = 1082,75			RANGOS DE DISEÑO			
TAMIZ (pulg)	ABERTURA (mm)	Peso (grs.) Retenido	TAMICES		SUPERIOR	INFERIOR
			% Retenido	% Pasa	% Pasa	% Pasa
11/2	37,5	0,0	0,00	100,00		
1	25	0,0	0,00	100,00		
3/4	19	0,0	0,00	100,00		
1/2	12,5	0,0	0,00	100,00		
3/8	9,5	0,0	0,00	100,00		
4	4,75	5,2	0,48	99,52		
10	2,00	17,9	1,65	97,86		
20	0,85	43,4	4,01	93,86		
40	0,425	65,4	6,04	87,81		
100	0,150	164,3	15,18	72,64		
200	0,075	134,6	12,43	60,21		
Pasa 200		651,9				
<p style="text-align: center;">TAMICES ESTANDAR U.S.A.</p> <p style="text-align: center;">Diametro de grano en mm</p>						
Grava = 0,48%		Arena = 39,31%		Finos = 60,21%		
Clasificación AASHTO A-7-6(14)		Clasificación U.S.C.S CL				
ENSAYÓ:	JHON MAYKEL REYES YARURO		REVISÓ:	AGUSTIN ARMANDO MACGREGOR TORRADO Director proyecto de investigación		
	EDUARD ALONSO TORRES AREVALO			Ingeniero civil Especialista en Geotecnia Ambiental		

Fuente. Autores del proyecto

A. 5 Formatos de laboratorios cortes directos.

		REGISTRO DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO		
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
		VERSIÓN 1	PÁGINA 1	
FECHA DE IMPRESIÓN	2019-04-23	ID. MUESTRA	MATERIAL	
FECHA DE ENSAYO	2018-09-20	N.A.	Arcilla de baja plasticidad de color verde grisáceo (CL)	
INFORMACIÓN GENERAL				
No. ENSAYO	93			
CLIENTE	Estudiantes de Proyecto de Grado (Eduard Torres y Jhonmaikel Reyes)			
PROYECTO	Evaluacion de nivel de Riesgo de un sector en ladera en El Barrio Cuesta Blanca			
COORDENADAS	1401855 - 1080780			
SONDEO	1			
PROFUNDIDAD	4 m			
RESULTADOS DEL ENSAYO				
	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3	ÍTEM 4
DIÁMETRO ó LADO (mm)	49,9	50	50,04	0
HUMEDAD INICIAL (%)	8,69	8,43	8,8	
HUMEDAD FINAL (%)				
GRADO SATURACIÓN (%)				
PESO UNITARIO (g/cm ³)	2,14	2,137	2,135	0
ÁREA (mm ²)	1955,648	1963,494	1966,637	0
VELOCIDAD (mm/min)	0	0,586	0,632	0
ESFUERZO NORMAL (kPa)	6,92	27,37	69,213	0
ESFUERZO DE CORTE (kPa)	41,572	41,304	72,967	0
COHESIÓN (kPa)	33,27	OBSERVACIONES		
ÁNGULO DE FRICCIÓN	28,43			
COHESIÓN EFECTIVA (kPa)				
ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA				
				
				

Fuente. Autores del proyecto



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice B. Datos proporcionados por el IDEAM, valores de precipitaciones registradas los últimos 20 años.

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES No DIAS MENSUALES DE NACIONAL AMBIENTAL

PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO: 2018/09/10

ESTACION: 16055100 UNIVFCO P SANTANDER

LATITUD 0814 N

TIPO DE ESTACION CO

DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

FECHA-INSTALACION 1991-DIC

LONGITUD 7319 W

ENTIDAD 01 IDEAM

MUNICIPIO OCAÑA

FECHA-SUSPENSION

ELEVACION 1150 m.s.n.m

REGIONAL 08 SANTANDERES

CORRIENTE ALGODONAL

Valores No días mensuales de nacional ambiental, precipitaciones.

AÑO	ESTACIÓN	ENT	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VALOR ANUAL
1991	2	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	3
1992	2	1	2	0	3	10,3	17	6	8	12	11	11	9	4	90,3
1993	2	1	1	2	7	10	17	7	4	8	19	9	7	0	91
1994	2	1	2	5	10	15	19	5	5	12	15	20	18	2	128
1995	2	1	1	1	8	10	12	12	13	15	15	22	5	2	116
1996	2	1	1	1	3	10	11	11	9	15	22	19	11	7	120
1997	2	1	3	1	5	10	10	7	5	6	13	9	10	0	79
1998	2	1	4	4	6	14	14	13	14	18	19	16	7	7	136
1999	2	1	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,3
2000	1	1	8	5	3	10	12	10	7	7	18	14	12	5	111
2001	1	1	1	0	15	5	15	5	7	6	13	19	8	6	100
2002	1	1	0	2	7	11	10	8	3	8	17	14	3	2	85
2003	1	1	1	2	7	14	13	12	15	16	22	22	12	6	142
2004	1	1	0	1	0	18	9	2	8,3	83	19	20	14	5	104,3
2005	1	1	7	6	4	11	20	15	9	11	14	19	18	6	140
2006	1	1	8	1	9	16	14	63	6,3	7	15	19	9	3	113,3
2007	1	1	1	0	8	13	21	6	13	26	19	22	12	7	148
2008	1	1	0	1	9	9	18	9	13	25	22	22	18	10	156
2009	1	1	5	6	12	10	22	15	9	14	13	20	17	5	148
2010	1	1	1	6	14	12	19	16	22	24	24	16	23	17	194
2011	1	1	5	7	9	18	23	13	12	18	17	14	16,3	9,3	161

2012	1	1	6,3	0	7,3	21	12	7	10	13	16	19	11	4,3	126
2013	1	1	0,3	2	4	8	8,3	*	*	16	*	13,3	10,3	*	61,3
2014	1	1	0,1	2	5	11	13	5,3	5	11	14	21	12	7,3	106,3
2015	1	1	3,3	6,3	6,3	7,3	14	1,3	8,3	8	10	14,3	*	*	77,3
2016	1	1	*	1,3	4,3	15,3	*	2,3	6	12,3	19,3	15	16,3	*	90,3
2017	1	1	4,3	1	15	9	14	16	8	16	20	*	*	*	103,3
MEDIOS			3	3	7	12	15	9	9	13	17	17	12	5	121
MAXIMOS			8	7	15	21	23	16	22	26	24	22	23	17	26
MINIMOS			0	0	0	5	8	1	3	6	10	9	3	0	0

Fuente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, editado, 2018.

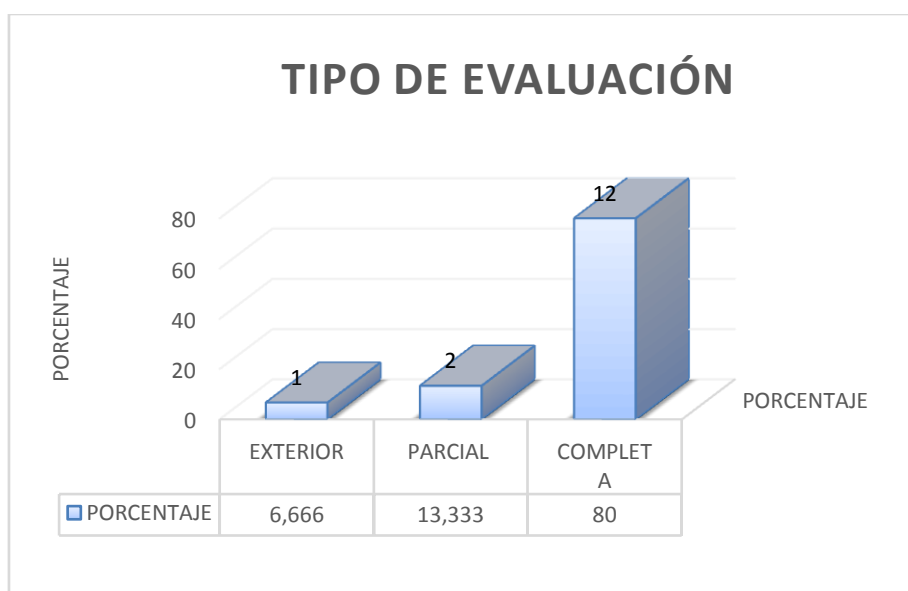
Apéndice C, Resumen estadístico de las encuestas realizadas a cada edificación presente en un sector de ladera del Barrio Cuesta Blanca.

La encuesta que se desarrolló se hizo con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad en la que se encuentran los habitantes de la zona afectada donde se tomaron en cuenta viviendas, infraestructura pública, servicios públicos, alcantarillados, materiales, etc. Que se encuentran en el sector crítico de la ladera del Barrio Cuesta Blanca.

A continuación, se detallaran los puntos importantes realizados en el diagnóstico de las encuestas, por lo tanto, se podrá brindar e interpretar desde el punto de vista ingenieril, una mejor evaluación del lugar de estudio.

C.1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

C.1.1 tipo de evaluación o inspección a la edificación.



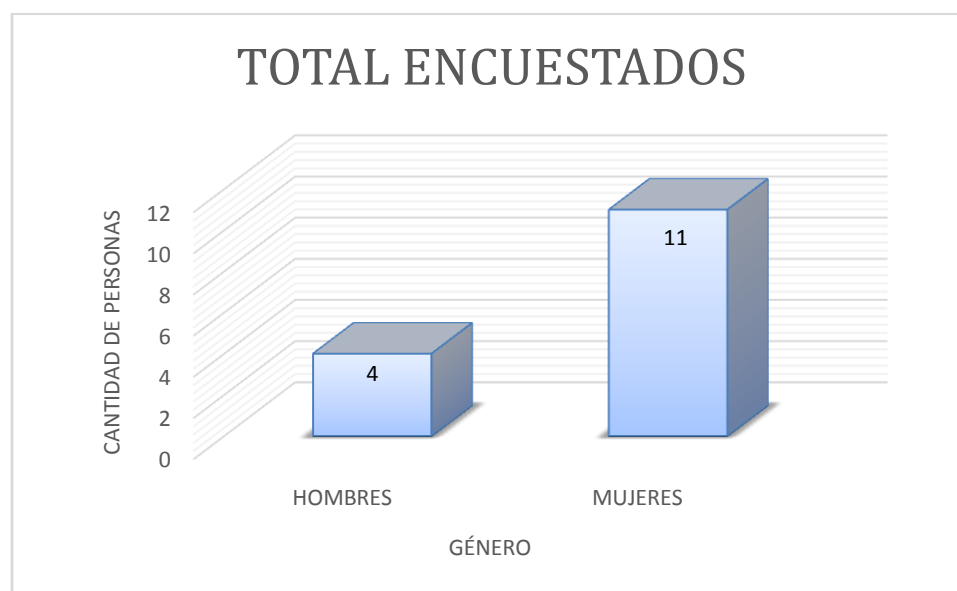
Tipo de evaluación o inspección.

Fuente. Autores del proyecto

De las 15 viviendas encuestadas para este tipo de pregunta el 6.67% se le realizó la inspección o evaluación exterior, un 13.33% parcial y un 80% dejó realizar una evaluación completa permitiendo el ingreso y su respectivo diagnóstico visual a la edificación.

C.1.2 PERFIL DEL ENCUESTADO.

C.1.2.1 sexo.

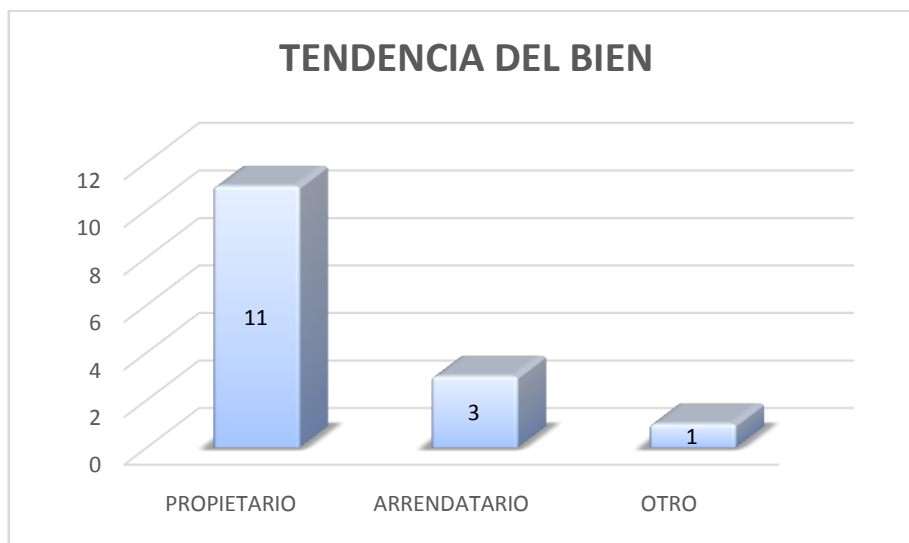


Cantidad de personas por sexo

Fuente. Autores del proyecto

Se realiza la encuesta a (15) viviendas en el sector de ladera del Barrio de Cuesta Blanca, donde la gran mayoría fue respondida por las mujeres.

C.1.2.2 Tenencia del bien.

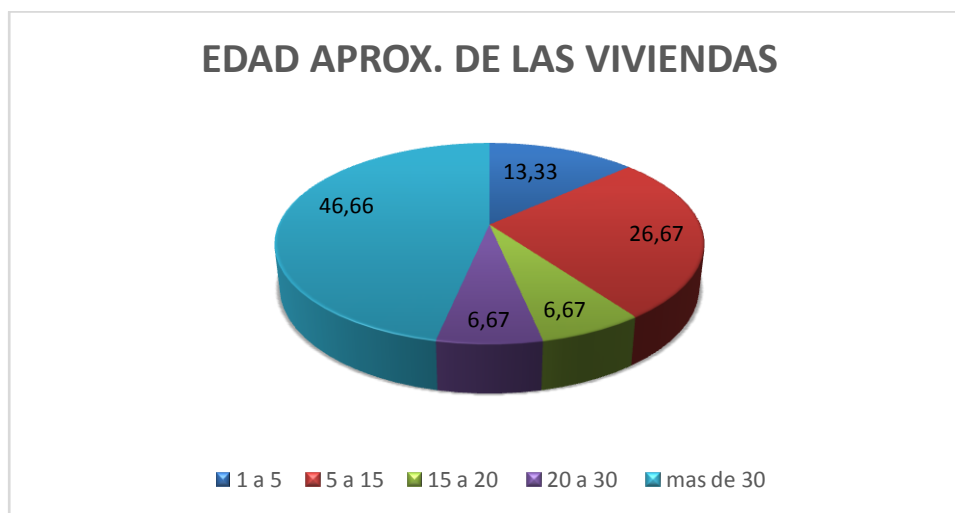


Tendencia del bien.

Fuente. Autores del proyecto

C.2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACION

C.2.1 Edad aproximada de la construcción



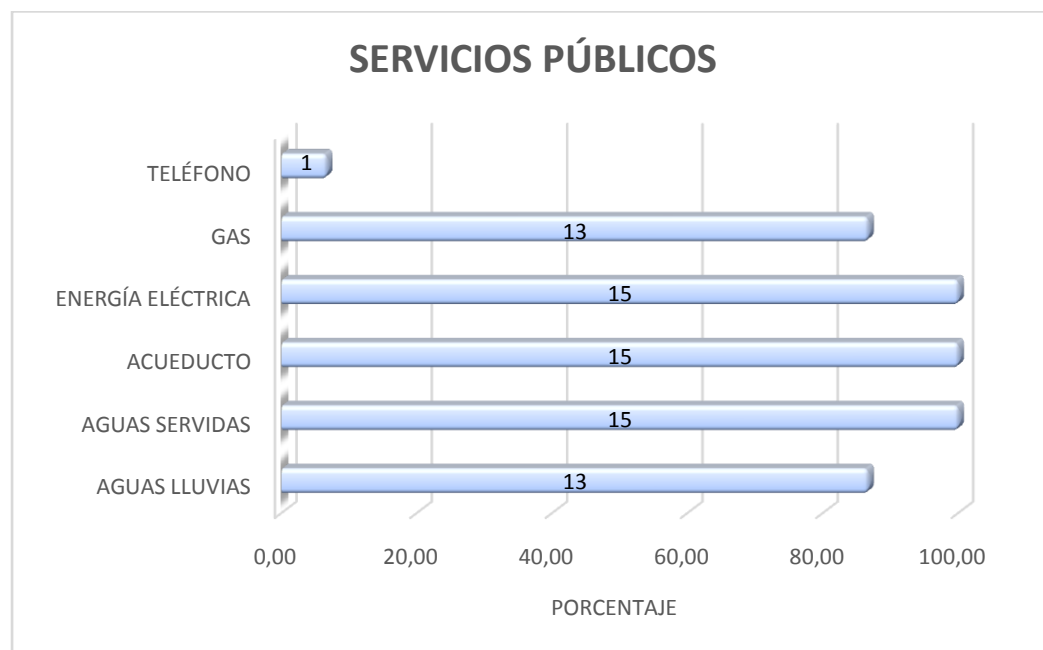
Edad aproximada de la construcción de las viviendas en la zona.

Fuente. Autores del proyecto

Según los encuestados, se determinó que el 13.33% específico el intervalo de edad aproximada 1 a 5 años, donde se construía bajo las normas sismo resistentes de 2010(NSR-10). El 26.67% con un intervalo de 5 a 15 años y 6.67% con un intervalo de 15 a 20 años, se deduce que el tipo de construcción los últimos 20 años, es decir aproximadamente el 33.34% de los integrantes se encuentra en la zona desde la época, donde se construía bajo las normas sismo resistentes de 1998(NSR-98).

Mientras que el 53.33% específico en el intervalo de más de 20 años son construcciones sin ningún tipo de norma, o clasificación que indiquen los parámetros y normativa para la construcción en Colombia.

C.2.2 Servicios públicos presentes en la zona de estudio.



Servicios públicos que hay en las diferentes viviendas.

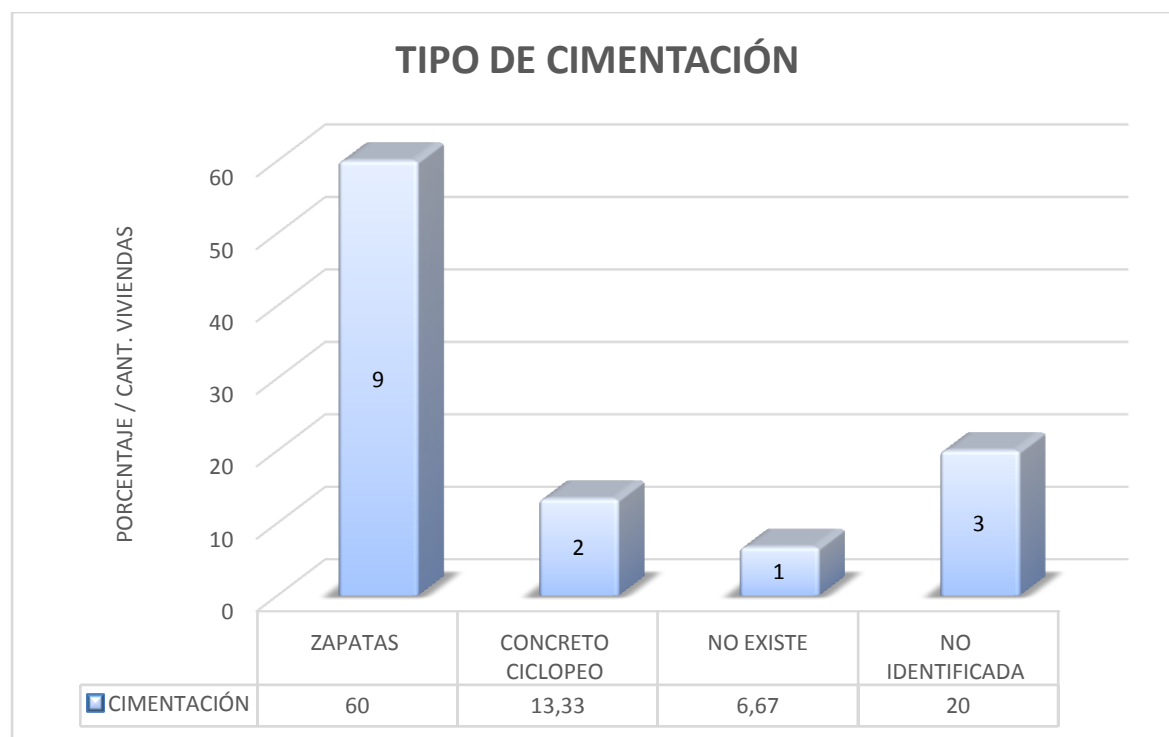
Fuente. Autores del proyecto

Como se puede apreciar los servicios públicos con los que más cuentan los residentes son energía eléctrica, agua potable con un 100% y gas natural con un 87% ya que son primordiales para su utilización y uso.

Con los servicios públicos que poco cuenta los residentes son teléfono con un 6.67% la cual una sola vivienda contaba con este servicio.

C.3. descripción del sistema estructural

C.3.1 cimentación



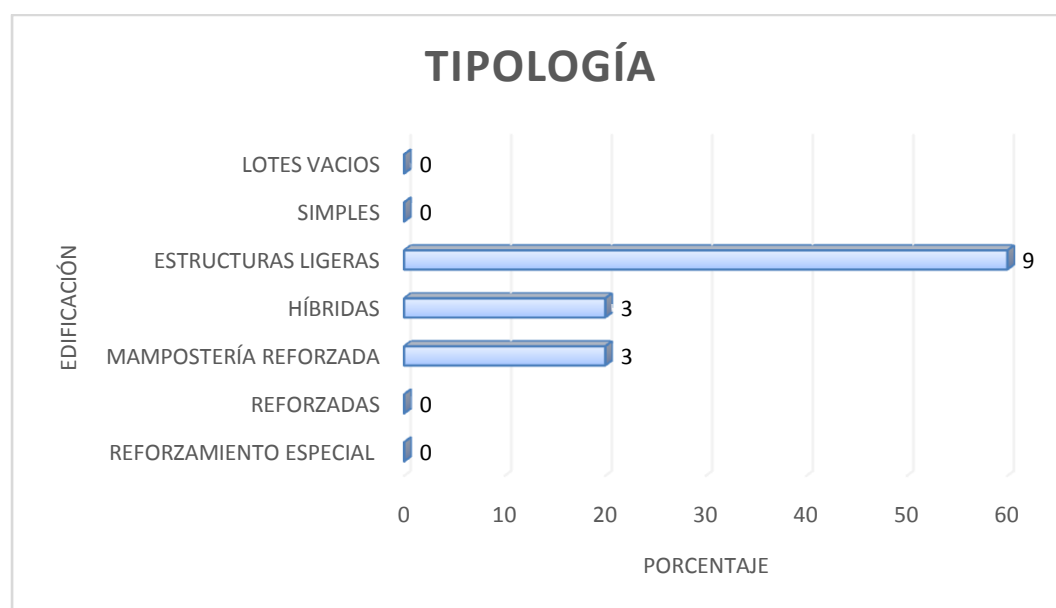
Tipo de cimentación en la zona de estudio.

Fuente. Autores del proyecto

Lo referente al tipo de cimentación, según las encuestas realizadas (esto porque los propietarios de las viviendas nos suplementaron esta información) se aprecia que en su mayoría con un 60% de las viviendas tienen un sistema de zapatas, las cuales ayudan a transmitir al terreno las tensiones o cargas enviadas por la estructura.

Aunque se pudo apreciar que muchas de estas cimentaciones solo fueron por medios empíricos, sin ningún estudio, análisis de capacidad portante y/o profundidades de suelo firme.

C.3.2 tipología estructural de la edificación.



Tipología estructural.

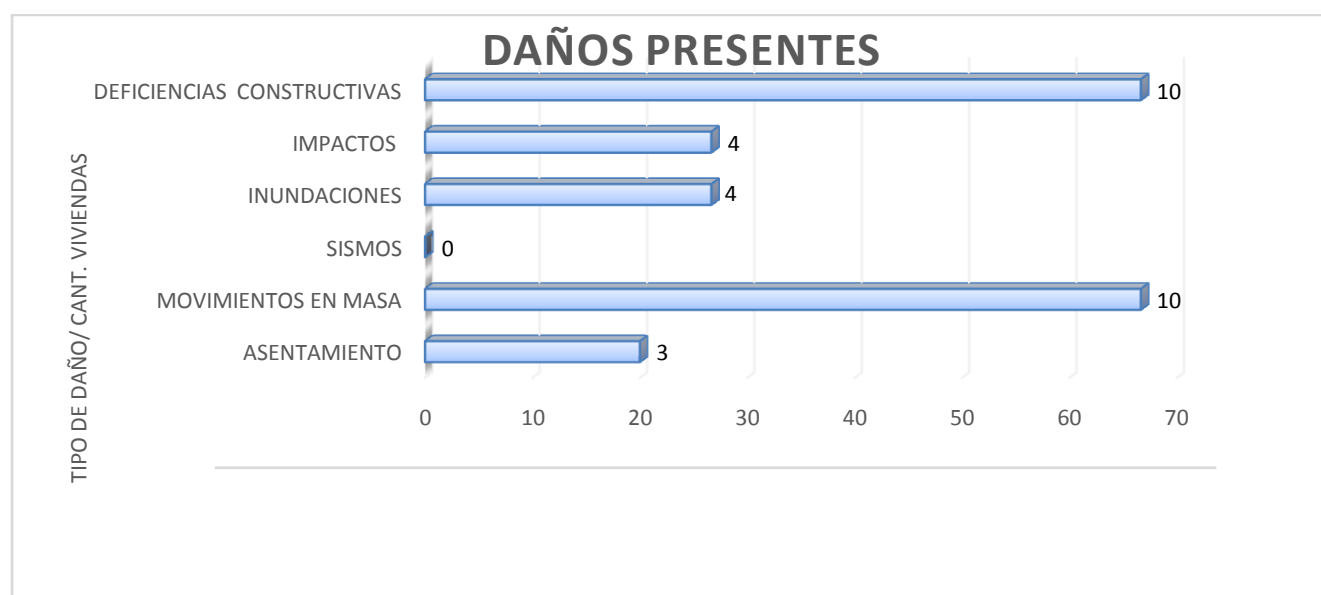
Fuente. Autores del proyecto

De acuerdo a la guía metodológica del sistema geológico colombiano, en la Tabla 4-3. Tipologías de edificaciones, pág. 90, se expresan las diferentes características o descripción de cada tipo de edificación para identificar cada vivienda respecto a esto.

Por lo cual podemos inferir que en su mayoría las edificaciones obtuvieron una tipología E, en donde las viviendas están construidas en su mayoría con zapatas y vigas de amarre pero sin columnas, unas con ladrillos y bloques, con materiales de baja calidad y con un sistema de muros cargueros.

C.4. evaluación y diagnóstico de daños de las edificaciones.

C.4.1 causa de daños presentes.



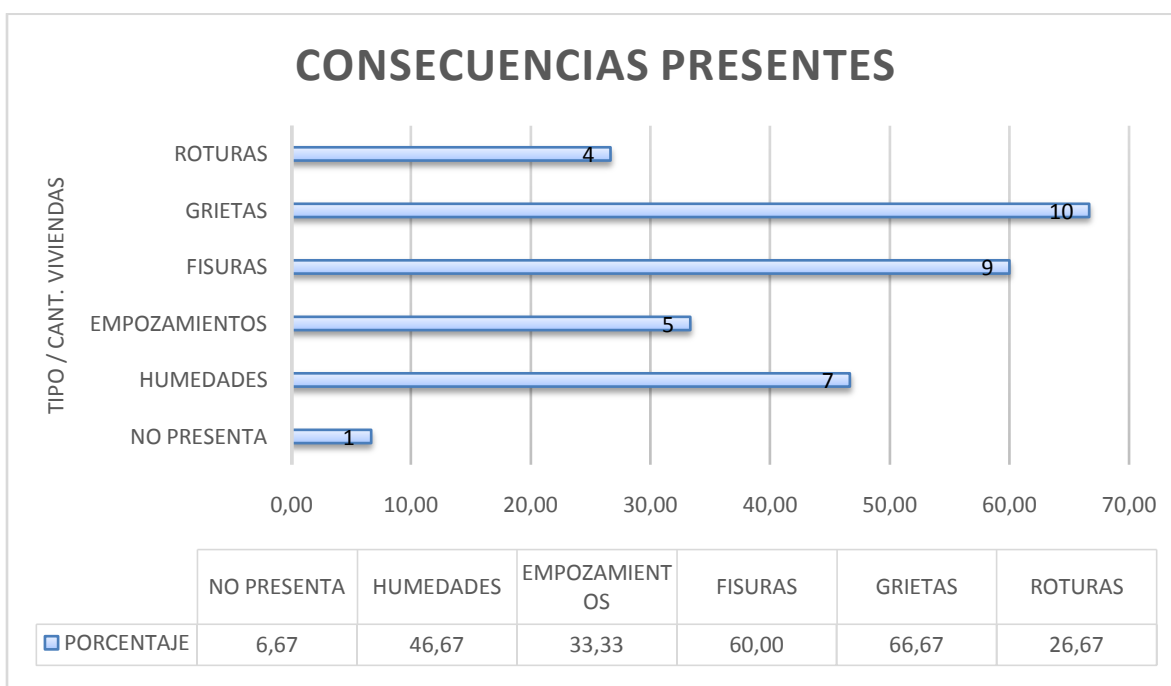
Daños presentes en cada una de las viviendas.

Fuente. Autores del proyecto

De acuerdo a los datos obtenidos, los dos más grandes porcentajes son de 66.67 % de las viviendas tienen problemas debido a movimientos en masa y a deficiencias constructivas, esto debido a que las personas realizan autoconstrucciones sin previos estudios o asesoramiento de profesional (Ingeniero).

Además, respecto a asentamientos debido a la falta de soporte estructural o por los movimientos en masa indebidos se han presentado en 3 viviendas asentamientos, los cuales han afectado su cimentación y muros.

C.4.2 consecuencias presentes.



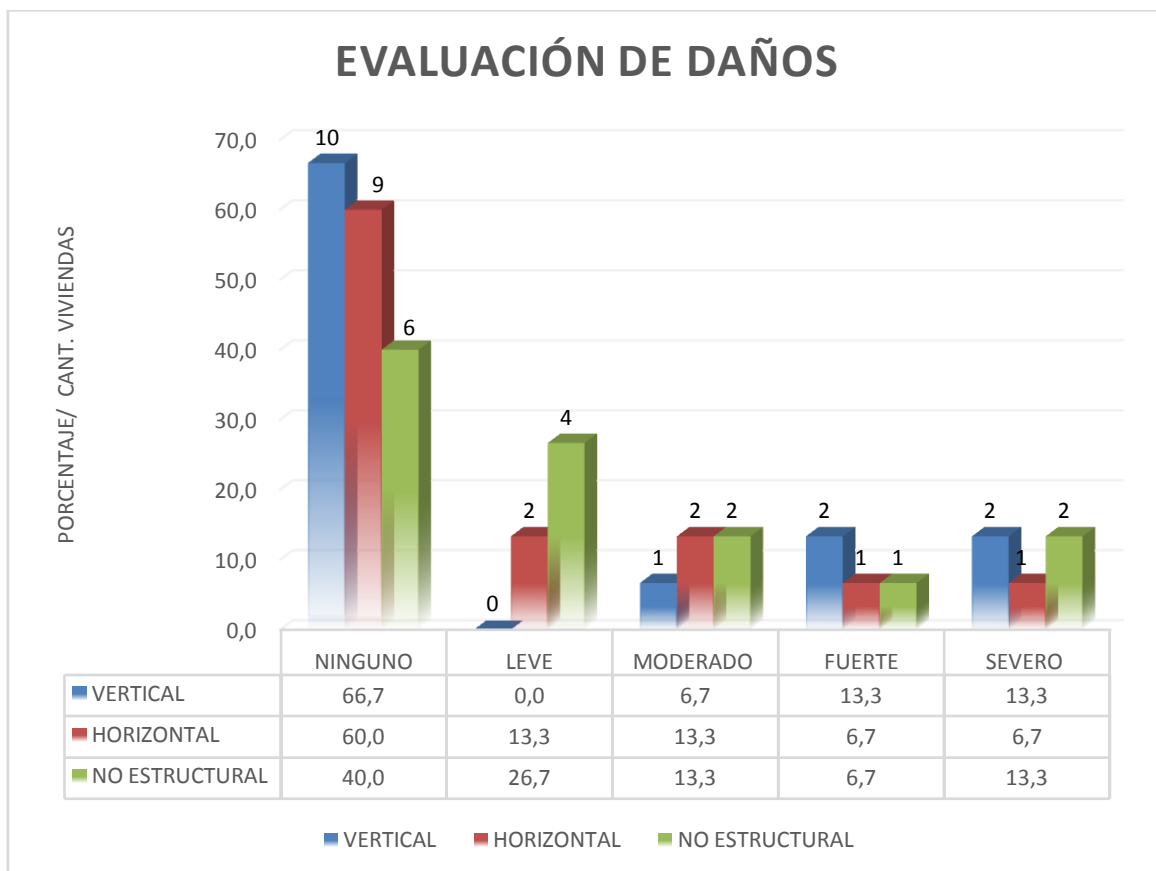
Consecuencias presentes.

Fuente. Autores del proyecto

Por su parte las viviendas tienen consecuencias debidas a los daños, estos en su mayoría son grietas y fisuras, con un porcentaje de estas de 66.67% y 60% respectivamente.

Además las humedades y empozamientos ocasionados por estancamientos o taponamientos de redes de aguas lluvias y por el agua acumulada entre el talud y las viviendas que están alrededor.

C.4.3 evaluación de daños en elementos estructurales.



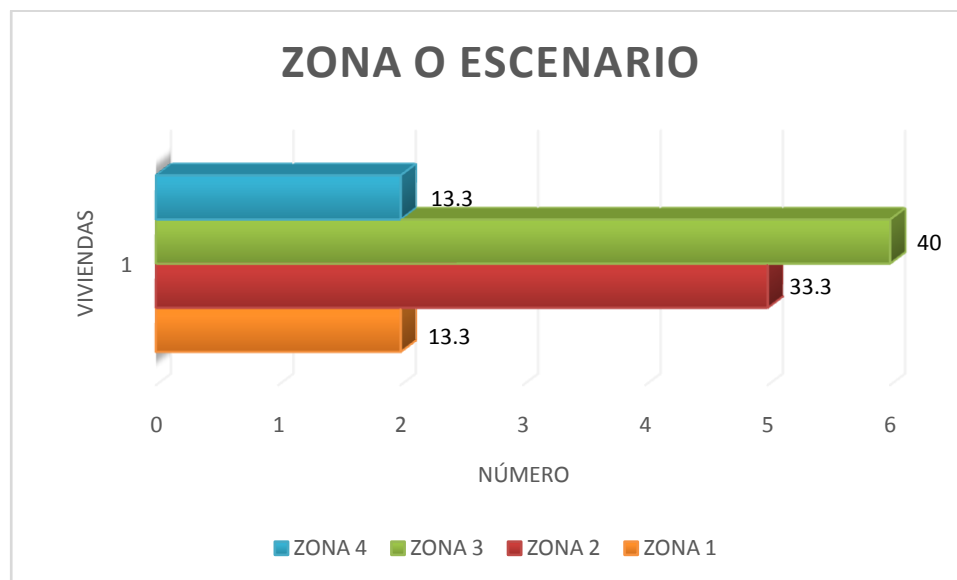
Evaluación de daños en elementos estructurales.

Fuente. Autores del proyecto

Según lo observado en las diferentes visitas se aprecian los diferentes daños y se catalogan por su impacto en la vivienda, por lo cual se aprecia que no hay daños en un 63% tanto en elementos verticales como horizontales y un 40% en elementos no estructurales.

Pero en general, se apreció que entre 5 y 4 viviendas tienen daños de leves a severos en los diferentes elementos estructurales de cada construcción.

C.5. condiciones de los movimientos en masa en el predio.




Zonificación de acuerdo a la condición de los movimientos en masa.

Fuente. Autores del proyecto

Como según se evidencia de la zona de estudio, Barrio Cuesta Blanca, las viviendas están en su mayoría en las zonas 3 y zona 2, en donde son zonas inestables puesto que al ocurrir el deslizamiento el 40% o 6 viviendas se vendrán abajo junto con el deslizamiento y con un 38.3% o 5 viviendas serán impactadas con el material que se deslice.

Apéndice D. Diligenciamiento de los formularios de la guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada, 2016.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013			
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada			
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES			
N.º Formulario	<input type="text" value="01"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="03:00 P.M."/> <input type="text" value="11/09/2018"/>
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
1.1 Departamento	1.2 Municipio	1.3 Barrio	
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>	
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34417222"/>	<input type="text" value="8.2293306"/>	<input type="text" value="vivienda"/>
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1202"/>
<p>Inspección</p> <p>Exterior <input type="checkbox"/></p> <p>Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>Completa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>N.º Inspección</p> <p>No se permitió <input type="checkbox"/></p> <p>Colapso <input type="checkbox"/></p> <p>Desocupada <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input checked="" type="checkbox"/></p>			
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/> Carrera	<input type="checkbox"/> Calle
		<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal
		<input type="checkbox"/> Otro	
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="11 # 11- 33"/>	
	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. 77.181.264
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C.
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>		
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I	
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial	
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio	
Atención comunidad, G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>	
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>	
4. Emergencia	10. Oficinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Educación	11. Parqueaderos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
		Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Fronte(m)	<input type="text" value="6.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="12.9"/>
		2.5 Área total construida (m²)	<input type="text" value="77.4"/>
2.6 Estado de la construcción			
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.7 Calidad en la construcción			
Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>	Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
		Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="4"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Teléfono	<input type="checkbox"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="6"/>		

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>
		7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>
		4. Caissons	<input type="checkbox"/>
		8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	5. Otro	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura metálica y eternit	
6. Mampostería reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
16. Mixto	<input type="text"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
17. Otro	<input type="text"/>	3.7 Irregularidad en planta	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación																														
<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: right;">Código</p> <p>5. Estructuras ligeras <input type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p> <p style="text-align: right;">Código</p>																													
Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN																														
<p>4.1 Causa de daños presentes</p> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<p>4.2 Consecuencias presentes</p> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>																													
<p>4.3 Inundaciones previas</p> <p>1. Se ha inundado <input type="checkbox"/></p> <p>2. Altura de inundación (m) <input type="text"/></p> <p>3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/></p> <p>4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Periodos de lluvias <input type="text"/></p>																														
<p>4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> <th colspan="5">DAÑO</th> </tr> <tr> <th>Ninguno</th> <th>Leve</th> <th>Moderado</th> <th>Fuerte</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elementos verticales</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos horizontales</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos no estructurales</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ELEMENTO	DAÑO					Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	Elementos verticales			X			Elementos horizontales	X					Elementos no estructurales				X	
ELEMENTO	DAÑO																													
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo																									
Elementos verticales			X																											
Elementos horizontales	X																													
Elementos no estructurales				X																										
<p>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</p> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<p>4.6 Reparación de daños anteriores</p> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>																													
Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO																														
<p>5.1 Zonas o escenarios de exposición</p> <p>Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación <input type="checkbox"/></p>																														

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

De acuerdo a la visita realizada se logró observar que en la parte trasera de la casa en lo que corresponde al segundo piso, posee en gran parte una secuencia de grietas y fisuras, ocasionado por el fenómeno ocurrido en esta zona, puesto que genero que colapsar a totalmente un muro y parte de la cubierta quedando expuesta a la intemperie, debido a esto optaron por construir un muro en ladrillo doble con un sistema de confinamiento sin ningún asesoramiento. Además se noto como los muros perimetrales en toda la vivienda presentaron marcas de humedad generando perdidas en los acabados de los mismos posiblemente por lo que esta vivienda colinda con el talud en estudio.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Jhon Maykel Reyes Yaruro
11 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013			
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada			
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES			
N.º Formulario	<input type="text" value="02"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="03:30 P.M."/> <input type="text" value="11/09/2018"/>
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
1.1 Departamento	1.2 Municipio	1.3 Barrio	
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>	
	<small>Sector</small>	<small>Manzana</small>	<small>Predio</small>
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34402222"/>	<input type="text" value="8.2291611"/>	<input type="text" value="vivienda"/>
	<small>Este</small>	<small>Norte</small>	<small>Cota</small>
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1202"/>
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>			
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/> Carrera	<input type="checkbox"/> Calle
		<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal
		<input type="checkbox"/> Otro	
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="11 # 20- 93"/>	
	Propietario	<input type="checkbox"/>	C.C.
	Arrendatario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. <input type="text" value="37.333.074"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>		
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I	
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial	
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio	
Atención comunidad: G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>	
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>	
4. Emergencia	10. Oficinas		
5. Educación	11. Parqueaderos		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frente(m)	<input type="text" value="8.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="13.0"/>
			<input type="text" value="104.0"/>
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.9 Parámetros Socioeconómicos	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="12"/>
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>		
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="7"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
7. No aplica	<input type="checkbox"/>	8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>		
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>		
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>		
7. Mampostería no reforzada	<input type="checkbox"/>		
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="text"/>		
3.4 Sistema de cubierta			
1. Placa en concreto	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>		
5. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>		
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas	<input type="checkbox"/>		
En altura: número de pisos adicionales	<input type="text" value="(1)"/>		
En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>		
Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>		
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación																														
<p>1. Con reforzamiento especial: GII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: right;">Código</p> <p>5. Estructuras ligeras <input type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p> <p style="text-align: right;">Código</p>																													
Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN																														
<p>4.1 Causa de daños presentes</p> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<p>4.2 Consecuencias presentes</p> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>																													
<p>4.3 Inundaciones previas</p> <p>1. Se ha inundado <input type="checkbox"/></p> <p>2. Altura de inundación (m) <input type="text"/></p> <p>3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/></p> <p>4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Periodos de lluvias _____</p>																														
<p>4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> <th colspan="5">DAÑO</th> </tr> <tr> <th>Ninguno</th> <th>Leve</th> <th>Moderado</th> <th>Fuerte</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elementos verticales</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos horizontales</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos no estructurales</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ELEMENTO	DAÑO					Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>					Elementos horizontales	<input checked="" type="checkbox"/>					Elementos no estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>				
ELEMENTO	DAÑO																													
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo																									
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Elementos horizontales	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Elementos no estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>																													
<p>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</p> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<p>4.6 Reparación de daños anteriores</p> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input checked="" type="checkbox"/></p>																													
Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO																														
<p>5.1 Zonas o escenarios de exposición</p> <p>Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición <input type="checkbox"/></p>																														

Fuente: (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Se observo como en gran parte de la vivienda en especial los muros en mamposteria que se ubican en la parte de atrás, se mostraran marcas de humedad ya que esta colinda con el talud en estudio quedando expuesta a los agentes externos y pequeños deslizamientos que se pudieron generar.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos

Jhon Maykel Reyes Yaruro

2. Fecha y número de formato

11 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	<input type="text" value="03"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="09:00 a.m."/>	<input type="text" value="13/09/2018"/>		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34420277"/>	<input type="text" value="8.2293556"/>	<input type="text" value="vivienda"/>			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			<input type="text" value="1202"/>		
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>						
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/> Carrera	<input type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input type="checkbox"/> Otro
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="11 # KDX 010- 156"/>				
	Propietario	<input type="checkbox"/>	C.C.			
	Arrendatario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. 36.496.656			
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I				
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial				
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio				
Atención comunidad. G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>				
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>				
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parqueaderos					

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
		Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Frete(m)	<input type="text" value="3.5"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="13.0"/>
		2.5 Área total construida (m²)	<input type="text" value="45.5"/>
2.6 Estado de la construcción			
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.7 Calidad en la construcción			
Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>	Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="2"/>
Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>		
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Teléfono	<input type="text"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>		
Ocupación máxima [n.º de habitantes]	<input type="text" value="4"/>		
		Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>
		7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>
		4. Caissons	<input type="checkbox"/>
		8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>		
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>		
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>		
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>		
7. Mampostería no reforzada	<input type="checkbox"/>		
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.4 Sistema de cubierta			
1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
5. Otro	<input type="checkbox"/>	Estructura metálica y eternit	
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>		
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas		<input checked="" type="checkbox"/>	
En altura: número de pisos adicionales		<input type="text"/>	
En extensión: ancho (paralelo vía)		<input type="text"/>	
Profundidad (perpendicular vía)		<input type="text"/>	
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>		
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input checked="" type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
--	--------	--	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4>4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4>4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
---	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos horizontales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos no estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>				

<h4>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4>4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input checked="" type="checkbox"/></p>
--	--

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Se evidencia en gran parte la consecuencia de humedad puesto que el talud genera un pequeño deslizamiento en la parte izquierda del muro perimetral en la vivienda.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Jhon Maykel Reyes Yaruro
13 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	<input type="text" value="04"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="09:25 a.m."/>	<input type="text" value="13/09/2018"/>		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34396944"/>	<input type="text" value="8.2291194"/>	<input type="text" value="vivienda"/>			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1202"/>			
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Completa <input type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>						
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/> Carrera	<input type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input type="checkbox"/> Otro
	Número (N.º)	<input type="text" value="11 # 20 - 248"/>				
1.8 Tenencia del bien	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. 88.143.423			
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C.			
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I				
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial				
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio				
Atención comunidad: G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>				
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>				
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parqueaderos					

Fuente. (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016), Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input checked="" type="checkbox"/>	Medianera	<input type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
		Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frente(m)	<input type="text" value="8.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="13.0"/>
			<input type="text" value="104.0"/>
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
		Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>
		Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		Edad de la construcción (años) <input type="text" value="35"/>	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>	Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	Teléfono	<input type="checkbox"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="1"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input checked="" type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>
		7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>
		4. Caissons	<input type="checkbox"/>
		8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input checked="" type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja <input type="checkbox"/>	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja <input type="checkbox"/>	
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Estructura de eternit	
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
15. Construcción improvisada	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
17. Otro	<input type="text"/>	3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE




Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

De acuerdo a la visita realizada la vivienda no posee ningun daño como tal, pero se logra observar que esta casa vista desde otro nivel contiene un sistema leve de entrepiso, puesto que se pudo realizar parcialmente sin poder ingresar a la parte trasera de esta.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Jhon Maykel Reyes Yaruro
13 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	05	Hora y fecha de visita	09:45 a.m.	13/09/2018		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	Ocaña, N. DE S.			Cuesta Blanca		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	-73.34385277222	8.2292917	vivienda			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		1211			
<p>Inspección</p> <p>Exterior <input type="checkbox"/></p> <p>Parcial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Completa <input type="checkbox"/></p> <p>N.º Inspección</p> <p>No se permitió <input type="checkbox"/></p> <p>Colapso <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Desocupada <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input type="checkbox"/></p>						
1.7 Identificación predial	Dirección	<input type="checkbox"/> Carrera	<input checked="" type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input type="checkbox"/> Otro
	Número (N.º)	KDX 017 - 280				
1.8 Tenencia del bien	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. 27.755.274			
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C.			
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	G I: 12					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I			
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial				
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio				
Atención comunidad: G III	8. Comerciales	14. Multipropósito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro	<input type="checkbox"/>			
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parqueaderos					

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
		Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Fronte(m)	<input type="text" value="4.3"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="16.0"/>
		2.5 Área total construida (m²)	<input type="text" value="69.0"/>
2.6 Estado de la construcción			
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.7 Calidad en la construcción			
Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>	Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
		Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="15"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Teléfono	<input type="text"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>		
Ocupación máxima (n.º de habitantes)			<input type="text" value="2"/>
		Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>
		7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>
		4. Caissons	<input type="checkbox"/>
		8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input checked="" type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	5. Otro	<input type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura madera y eternit	
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input type="text"/>
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text" value="9,0 m"/>
17. Otro	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
---	--------	---	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4>4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4>4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
--	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado 2. Altura de inundación (m) 3. Fecha/periodicidad (mes)

4. No se ha inundado 5. Períodos de lluvias _____

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales				<input checked="" type="checkbox"/>	
Elementos horizontales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos no estructurales		<input checked="" type="checkbox"/>			

<h4>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4>4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/> 2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/> 4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>
--	--

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión

Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión

Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado

Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

La vivienda si presenta un alto grado de consecuencias puesto que se expone directamente y se hace muy vulnerable a los efectos de movimientos en masa en la zona del talud critico, se observa una grieta en la parte de un muro que colinda con el talud originando inestabilidad estructural, además esta grieta origina que en el patio halla inundacion y exista infiltracion con el paso de las aguas lluvias.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos

Jhon Maykel Reyes Yaruro

2. Fecha y número de formato

13 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	06	Hora y fecha de visita	10:15 am.	13/09/2018		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	Ocaña, N. DE S.			Cuesta Blanca		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	-73.34380277	8.2291667	vivienda			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			1216		
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>						
1.7 Identificación predial	Dirección	<input type="checkbox"/> Carrera	<input checked="" type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input type="checkbox"/> Otro
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	KDX 017-320				
	Propietario	<input type="checkbox"/>	C.C.			
	Arrendatario	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C. 49.668.230			
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	G I: 12					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I				
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial				
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio				
Atención comunidad: G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>				
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>				
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parquederos					

Fuente. (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016), Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Profundidad (m)	<input type="text" value="10.0"/>	<input type="text" value="80.0"/>	
Fronte (m)	<input type="text" value="8.0"/>		
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input type="checkbox"/>	Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>
En construcción	<input type="checkbox"/>	Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="40"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>	Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	Teléfono	<input type="text"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos		Gas	
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
No habitada	<input type="checkbox"/>		
Estratificación	<input type="text" value="1"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="6"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
---	--	--	--

3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input checked="" type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entripiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input checked="" type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural		3.4 Sistema de cubierta	
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	Estructura en nadra, eternit y zinc	
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	No realizadas	
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="5.50 m"/>	
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	<input type="text"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

	Código		Código
1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV	<input type="checkbox"/>	5. Estructuras ligeras	<input checked="checked" type="checkbox"/>
2. Reforzadas: GI y GII	<input type="checkbox"/>	6. Construcciones simples	<input type="checkbox"/>
3. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	7. Lotes vacíos	<input type="checkbox"/>
4. Con confinamiento deficiente e híbridas	<input type="checkbox"/>	8. Otra	<input type="checkbox"/>

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1 Causa de daños presentes

1. Asentamientos	<input type="checkbox"/>
2. Movimientos en masa	<input type="checkbox"/>
3. Sismos	<input type="checkbox"/>
4. Inundaciones	<input checked="checked" type="checkbox"/>
5. Impactos	<input type="checkbox"/>
6. Deficiencias constructivas	<input checked="checked" type="checkbox"/>
7. Otra	<input type="checkbox"/>

4.2 Consecuencias presentes

1. No presenta daños	<input type="checkbox"/>
2. Humedades	<input type="checkbox"/>
3. Empozamientos	<input checked="checked" type="checkbox"/>
4. Fisuras	<input checked="checked" type="checkbox"/>
5. Grietas	<input checked="checked" type="checkbox"/>
6. Roturas	<input type="checkbox"/>
7. Otra	<input type="checkbox"/>

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado	<input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m)	<input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes)	<input type="text"/>
4. No se ha inundado	<input checked="checked" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias	<input type="text"/>		

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	<input checked="checked" type="checkbox"/>				
Elementos horizontales	<input checked="checked" type="checkbox"/>				
Elementos no estructurales		<input checked="checked" type="checkbox"/>			

4.5 Sistema de recolección de aguas servidas

1. Conexiones aguas servidas mpio.	<input checked="checked" type="checkbox"/>
2. Conexiones improvisadas	<input type="checkbox"/>
3. No son recogidas	<input type="checkbox"/>

4.6 Reparación de daños anteriores

1. Total	<input type="checkbox"/>	2. Parcial	<input type="checkbox"/>
3. No se han reparado	<input checked="checked" type="checkbox"/>	4. No hay daños	<input type="checkbox"/>

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input checked="checked" type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición	<input type="checkbox"/>

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

La edificación posee grietas y fisuras en los muros expuestos que colindan con el talud.

8 - EVALUADOR

- 1. Nombre y apellidos
- 2. Fecha y número de formato

Jhon Maykel Reyes Yaruro
13 de septiembre de 2018

				
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013				
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada				
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES				
N.º Formulario	<input type="text" value="07"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="10:30 am."/> <input type="text" value="13/09/2018"/>	
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
1.1 Departamento	1.2 Municipio	1.3 Barrio		
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>	
	<small>Sector</small>	<small>Manzana</small>	<small>Predio</small>	
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34396944"/>	<input type="text" value="8.2294667"/>	<input type="text" value="vivienda"/>	
	<small>Este</small>	<small>Norte</small>	<small>Cota</small>	
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1215"/>	
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/>				
N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input checked="" type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
1.7 Identificación predial				Dirección <input type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Calle <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> Diagonal <input checked="" type="checkbox"/> Otro
1.8 Tenencia del bien				Número (N.º) <input type="text" value="KDX 017-370"/>
				Propietario <input checked="" type="checkbox"/> C.C. 37.332.701 Arrendatario <input type="checkbox"/> C.C. Otro <input type="checkbox"/> C.C.
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN				
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>			
Indispensables: G IV 1. Salud pública 2. Salud privada Atención comunidad. G III 3. Seguridad 4. Emergencia 5. Educación	Ocupación Especial: G II 6. Institucionales 7. Gubernamentales 8. Comerciales 9. Industria 10. Oficinas 11. Parqueaderos	Ocupación normal: G I 12. Residencial 13. Comercio 14. Multipropósito <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 15. Otro <input type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input type="checkbox"/>
		Aislada	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="3.00 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Fronte(m)	<input type="text" value="7.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="8.5"/>
		<input type="text" value="60.0"/>	
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
		Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>
		Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
		Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="18"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Teléfono	<input type="text"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.° de habitantes)	<input type="text" value="5"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	
		<input type="checkbox"/>	
		4. Caissons	
		<input type="checkbox"/>	
		8. No identificada	
		<input type="checkbox"/>	
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	
		<input checked="" type="checkbox"/>	
		8. Otro	
		<input type="checkbox"/>	
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	5. Otro	<input type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estructura en nadra, eternit y zinc	
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960		<input type="checkbox"/>	
De 1961 a 1997		<input type="checkbox"/>	
		Después de 1998	
		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas			
<input checked="" type="checkbox"/>			
En altura: número de pisos adicionales			
<input type="text"/>			
En extensión: ancho (paralelo vía)			
<input type="text"/>			
Profundidad (perpendicular vía)			
<input type="text"/>			
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta		<input type="checkbox"/>	
Irregularidad baja o inexistente		<input checked="" type="checkbox"/>	
		Irregularidad media	
		<input type="checkbox"/>	
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta		<input type="checkbox"/>	
Irregularidad baja o inexistente		<input checked="" type="checkbox"/>	
		Irregularidad media	
		<input type="checkbox"/>	

Fuente.(Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
---	--------	---	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4>4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4>4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
---	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Períodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales					<input checked="" type="checkbox"/>
Elementos horizontales				<input checked="" type="checkbox"/>	
Elementos no estructurales					<input checked="" type="checkbox"/>

<h4>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4>4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>
--	--

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Esta vivienda esta ubicada en la corona del talud y puesto a su ubicación es la que presenta mas señales de daño, estos daños abarcan el 40% de la vivienda pues se logra observar grietas, fisuras, roturas de gran superficie, problemas de humedad, inundaciones, daños colaterales en la parte estructural.

Pues se verifica como el movimiento en masa generado en el sitio de estudio a ocasionado que esta vivienda sea tenida en cuenta como zona de reubicación puesto que ya no es confiable vivir en ella gracias a la amenaza presente y el alto grado de riesgo al que esta sometida.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Jhon Maykel Reyes Yaruro
13 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	<input type="text" value="08"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="10:45 am."/>	<input type="text" value="13/09/2018"/>		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34392222"/>	<input type="text" value="8.2295111"/>	<input type="text" value="vivienda"/>			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			<input type="text" value="1216.8"/>		
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>						
1.7 Identificación predial	Dirección	<input type="checkbox"/> Carrera	<input type="checkbox"/> Calle	<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal	<input checked="" type="checkbox"/> Otro
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="KDX 017-340"/>				
	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C. 20.318.458"/>			
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>			
	Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I				
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial				
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio				
Atención comunidad. G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>				
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>				
4. Emergencia	10. Oficinas	<input type="checkbox"/>				
5. Educación	11. Parqueaderos	<input type="checkbox"/>				

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input type="checkbox"/>
		Aislada	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="3.30 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Fronte(m)	<input type="text" value="12.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="11.0"/>
2.6 Estado de la construcción		2.5 Área total construida (m²)	
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.7 Calidad en la construcción	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos		2.7 Calidad en la construcción	
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="4"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso		3.4 Sistema de cubierta	
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural		3.5 Fecha de construcción	
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
7. Mampostería no reforzada	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
9. Pórtico arriostrado en acero	<input checked="" type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	3.8 Irregularidad en altura	
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación																														
<p>1. Con reforzamiento especial: GII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	<p style="text-align: center;">Código</p> <p>5. Estructuras ligeras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p> <p style="text-align: center;">Código</p>																													
Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN																														
<p>4.1 Causa de daños presentes</p> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<p>4.2 Consecuencias presentes</p> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>																													
<p>4.3 Inundaciones previas</p> <p>1. Se ha inundado <input type="checkbox"/> 2. Altura de inundación (m) <input type="text"/> 3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/></p> <p>4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/> 5. Periodos de lluvias <input type="text"/></p>																														
<p>4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> <th colspan="5">DAÑO</th> </tr> <tr> <th>Ninguno</th> <th>Leve</th> <th>Moderado</th> <th>Fuerte</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elementos verticales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos horizontales</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elementos no estructurales</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ELEMENTO	DAÑO					Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo	Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>					Elementos horizontales			<input checked="" type="checkbox"/>			Elementos no estructurales		<input checked="" type="checkbox"/>			
ELEMENTO	DAÑO																													
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo																									
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>																													
Elementos horizontales			<input checked="" type="checkbox"/>																											
Elementos no estructurales		<input checked="" type="checkbox"/>																												
<p>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</p> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<p>4.6 Reparación de daños anteriores</p> <p>1. Total <input type="checkbox"/> 2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/> 4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>																													
Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO																														
<p>5.1 Zonas o escenarios de exposición</p> <p>Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado <input type="checkbox"/></p> <p>Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación <input type="checkbox"/></p>																														

Fuente.(Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Se logra observar presencia de humedad en unas zonas de las paredes alternas a la cocina, igualmente estos muros están agrietados.


8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos

Jhon Maykel Reyes Yaruro

2. Fecha y número de formato

13 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	
CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013			
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada			
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES			
N.º Formulario	<input type="text" value="09"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="11:00 am."/> <input type="text" value="13/09/2018"/>
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
1.1 Departamento	1.2 Municipio	1.3 Barrio	
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>	
	<small>Sector</small>	<small>Manzana</small>	<small>Predio</small>
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34377555"/>	<input type="text" value="8.22945"/>	<input type="text" value="vivienda"/>
	<small>Este</small>	<small>Norte</small>	<small>Cota</small>
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1217"/>
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>			
1.7 Identificación predial	Dirección	<input type="checkbox"/> Carrera	<input checked="" type="checkbox"/> Calle
		<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal
		<input type="checkbox"/> Otro	
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="Calle 23 KDX 017-360"/>	
	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C. 37.318.398"/>
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>
	Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN			
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>		
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I	
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial	
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio	
Atención comunidad. G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>	
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>	
4. Emergencia	10. Oficinas		
5. Educación	11. Parqueaderos		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
Aislada	<input type="checkbox"/>		
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="3.30 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frente(m)	<input type="text" value="7.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="1"/>
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.9 Parámetros Socioeconómicos	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="14"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		Teléfono	<input type="text"/>
		Gas	<input checked="" type="checkbox"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input checked="" type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Estructura en zinc	
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>		
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>		
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>		
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="text"/>		
3.4 Sistema de cubierta			
1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>		
2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>		
5. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>		
En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>		
En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>		
Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>		
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
---	--------	---	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4 style="margin: 0;">4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4 style="margin: 0;">4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
---	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos horizontales		<input checked="" type="checkbox"/>			
Elementos no estructurales		<input checked="" type="checkbox"/>			

<h4 style="margin: 0;">4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4 style="margin: 0;">4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>
---	---

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de depositación	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Se observa como la vivienda carece de desarrollo estructural, puesto que esta construida provisionalmente con materiales no resistentes, esto ayuda a que se originen problemas con el tiempo pues se nota grietas, fisuras y problemas de humedad.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos

Jhon Maykel Reyes Yaruro

2. Fecha y número de formato

13 de septiembre de 2018

		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013			
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada					
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES					
N.º Formulario		10		Hora y fecha de visita	
				09:10 am. 15/09/2018	
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
1.1 Departamento		1.2 Municipio		1.3 Barrio	
1.4 Identificación catastral		Ocaña, N. DE S.		Cuesta Blanca	
		Sector		Manzana	
				Predio	
				Construcción	
1.5 Coordenadas		-73.34380277		8.2295417	
		Este		Norte	
				Cota	
1.6 Tipo de identificación		Registro fotográfico - ID foto (N.º)		1218	
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>					
1.7 Identificación predial		Dirección <input type="checkbox"/> Carrera <input checked="" type="checkbox"/> Calle <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/> Otro			
		Número (N.º) 23 # KDX 017 - 380			
1.8 Tenencia del bien		Propietario <input checked="" type="checkbox"/> C.C. 37.314.112 Arrendatario <input type="checkbox"/> C.C. Otro <input type="checkbox"/> C.C.			
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
2.1 Uso predominante		G I: 12			
Indispensables: G IV		Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I	
1. Salud pública		6. Institucionales		12. Residencial	
2. Salud privada		7. Gubernamentales		13. Comercio	
Atención comunidad. G III		8. Comerciales		14. Multipropósito <input type="checkbox"/>	
3. Seguridad		9. Industria		15. Otro <input type="checkbox"/>	
4. Emergencia		10. Oficinas			
5. Educación		11. Parqueaderos			

Fuente. (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016), Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input checked="" type="checkbox"/>	Medianera	<input type="checkbox"/>
Aislada	<input type="checkbox"/>		
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="3.50 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frente(m)	<input type="text" value="12.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="20.0"/>
		<input type="text" value="250.0"/>	
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.9 Parámetros Socioeconómicos	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>	Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="9"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
7. No aplica	<input type="checkbox"/>	8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Estructura en madera, eternit y zinc	
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>		
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>		
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="text"/>		
3.4 Sistema de cubierta			
1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>		
2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>		
5. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas	<input type="text"/>		
En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>		
En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text" value="X"/>		
Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>		
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>		
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input checked="" type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
--	--------	--	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4 style="margin: 0;">4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4 style="margin: 0;">4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
---	--

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos horizontales		<input checked="" type="checkbox"/>			
Elementos no estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>				

<h4 style="margin: 0;">4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4 style="margin: 0;">4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>
---	---

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE




Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

La vivienda posee un sin numero de irregularidades tanto en planta como en altura, puesto que hace que se generen consecuencias tanto por deficiencias constructivas como por el generamiento del movimiento en masa presente en el lugar.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Eduard Alonso Torres Arevalo
15 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ		
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada						
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES						
N.º Formulario	<input type="text" value="11"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="09:30 am."/>	<input type="text" value="15/09/2018"/>		
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio			
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>		
	Sector	Manzana	Predio	Construcción		
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34380277"/>	<input type="text" value="8.2295417"/>	<input type="text" value="vivienda"/>			
	Este	Norte	Cota			
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			<input type="text" value="1202"/>		
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/>						
N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>						
1.7 Identificación predial	Dirección <input checked="" type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Calle <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
	Número (N.º) <input type="text" value="11 # KDX 017 - 220"/>					
1.8 Tenencia del bien	Propietario <input checked="" type="checkbox"/> C.C. <input type="text" value="37.314.368"/>					
	Arrendatario <input type="checkbox"/> C.C. <input type="text"/>					
	Otro <input type="checkbox"/> C.C. <input type="text"/>					
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN						
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>					
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I			
1. Salud pública	6. Institucionales		12. Residencial			
2. Salud privada	7. Gubernamentales		13. Comercio			
Atención comunidad. G III	8. Comerciales		14. Multipropósito <input type="checkbox"/>			
3. Seguridad	9. Industria		15. Otro <input type="checkbox"/>			
4. Emergencia	10. Oficinas					
5. Educación	11. Parqueaderos					

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aislada	<input type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="text"/>
		Total	<input type="text"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frete(m)	<input type="text" value="6.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="12.0"/>
			<input type="text" value="72.0"/>
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.9 Parámetros Socioeconómicos	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
		Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>
		Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>		
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="6"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
		3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>
		7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>
		4. Caissons	<input type="checkbox"/>
		8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entripiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input checked="" type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Otro	<input type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	<input type="text"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE




Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Se detalla que en la parte trasera de la pared perimetral donde esta colinda con el talud critico se han puesto puntales provisionales para contrarrestar la caída de material que proviene del talud y así no afectar de manera directa la construcción, como también la colocación de plásticos en esta zona ayuda a que el agua de lluvia no sea infiltrada.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos |
2. Fecha y número de formato

Eduard Alonso Torres Arevalo
15 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada					
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES					
N.º Formulario	12	Hora y fecha de visita	09:45 am.	15/09/2018	
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio		
1.4 Identificación catastral	Ocaña, N. DE S.			Cuesta Blanca	
	Sector	Manzana	Predio	Construcción	
1.5 Coordenadas	-73.343429166	8.229425	vivienda		
	Este	Norte	Cota		
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			1202	
Inspección Exterior <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Completa <input checked="" type="checkbox"/> N.º Inspección No se permitió <input type="checkbox"/> Colapso <input type="checkbox"/> Desocupada <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/>					
1.7 Identificación predial	Dirección <input checked="" type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Calle <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> Diagonal <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Número (N.º) <u>11 # 20- 223</u>				
1.8 Tenencia del bien	Propietario <input checked="" type="checkbox"/> C.C. 37.314.829 Arrendatario <input type="checkbox"/> C.C. Otro <input type="checkbox"/> C.C.				
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
2.1 Uso predominante	G I: 12				
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I		
1. Salud pública	6. Institucionales		12. Residencial		
2. Salud privada	7. Gubernamentales		13. Comercio		
Atención comunidad, G III	8. Comerciales		14. Multipropósito <input type="checkbox"/>		
3. Seguridad	9. Industria		15. Otro <input type="checkbox"/>		
4. Emergencia	10. Oficinas				
5. Educación	11. Parqueaderos				

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
Aislada	<input type="checkbox"/>		
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="2"/>	Sótanos	<input type="checkbox"/>
Total	<input type="checkbox"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Frente(m)	<input type="text" value="7.5"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="13.0"/>
		2.5 Área total construida (m²)	<input type="text" value="98.0"/>
2.6 Estado de la construcción			
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.7 Calidad en la construcción			
Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>	Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="6"/>
Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>		
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>	Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono	<input type="checkbox"/>	Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="3"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input checked="" type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input checked="" type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
7. No aplica	<input type="checkbox"/>	8. Otro	<input type="checkbox"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>		
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>		
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>		
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>		
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>		
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>		
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>		
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>		
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>		
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>		
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>		
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>		
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>		
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>		
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>		
16. Mixto	<input type="checkbox"/>		
17. Otro	<input type="checkbox"/>		
3.4 Sistema de cubierta			
1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
5. Otro	<input type="checkbox"/>	Estructura en madera y eternit	
3.5 Fecha de construcción			
Antes de 1960	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	<input checked="" type="checkbox"/>
De 1961 a 1997	<input type="checkbox"/>		
3.6 Reformas en la estructura			
No realizadas			
En altura: número de pisos adicionales			
En extensión: ancho (paralelo vía)			
Profundidad (perpendicular vía)			
<input type="text" value="1"/>			
3.7 Irregularidad en planta			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>		
3.8 Irregularidad en altura			
Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input checked="" type="checkbox"/>
Irregularidad baja o inexistente	<input type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GIII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input checked="" type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
--	--------	--	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4>4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4>4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
---	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos horizontales	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elementos no estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>				

<h4>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4>4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input checked="" type="checkbox"/></p>
--	--

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ																																																							
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada																																																											
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES																																																											
N.º Formulario	<input type="text" value="13"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="10:00 am."/>	<input type="text" value="15/09/2018"/>																																																							
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio																																																								
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>																																																							
	Sector	Manzana	Predio	Construcción																																																							
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34421388"/>	<input type="text" value="8.2295639"/>	<input type="text" value="vivienda"/>																																																								
	Este	Norte	Cota																																																								
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)		<input type="text" value="1208"/>																																																								
<table border="0"> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Inspección</td> </tr> <tr> <td>Exterior</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Parcial</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Completa</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">N.º Inspección</td> </tr> <tr> <td>No se permitió</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Colapso</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Desocupada</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>						Inspección						Exterior	<input type="checkbox"/>					Parcial	<input type="checkbox"/>					Completa	<input checked="" type="checkbox"/>					N.º Inspección						No se permitió	<input type="checkbox"/>					Colapso	<input type="checkbox"/>					Desocupada	<input type="checkbox"/>					Otro	<input checked="" type="checkbox"/>				
Inspección																																																											
Exterior	<input type="checkbox"/>																																																										
Parcial	<input type="checkbox"/>																																																										
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
N.º Inspección																																																											
No se permitió	<input type="checkbox"/>																																																										
Colapso	<input type="checkbox"/>																																																										
Desocupada	<input type="checkbox"/>																																																										
Otro	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																					
		Carrera	Calle	Transversal	Diagonal	Otro																																																					
1.8 Tenencia del bien	Número (N.º)	<input type="text" value="11"/>																																																									
	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C. 37.314.824"/>																																																								
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C.																																																								
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C.																																																								
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>																																																										
Indispensables: G IV		Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I																																																							
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial																																																									
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio																																																									
Atención comunidad. G III		8. Comerciales	14. Multipropósito	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																						
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																						
4. Emergencia	10. Oficinas																																																										
5. Educación	11. Parqueaderos																																																										

Fuente. (Servicio Geológico Colombiano SGC, 2016), Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera <input type="checkbox"/>	Medianera <input type="checkbox"/>	Aislada <input checked="" type="checkbox"/>	
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno <input type="text" value="1"/>	Sótanos <input type="text"/>	Total <input type="text"/>	Altura entrepiso <input type="text" value="3.00 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Frete(m) <input type="text" value="13.0"/>	Profundidad (m) <input type="text" value="14.0"/>	2.5 Área total construida (m ²) <input type="text" value="138.0"/>	
2.6 Estado de la construcción			
Completa <input type="checkbox"/>	En construcción <input type="checkbox"/>	Autoconstrucción <input checked="" type="checkbox"/>	Edad de la construcción (años) <input type="text" value="50"/>
Incompleta <input checked="" type="checkbox"/>	No construido <input type="checkbox"/>	Supervisión profesional <input type="checkbox"/>	
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado <input type="checkbox"/>	Aguas servidas <input checked="" type="checkbox"/>	Acueducto <input checked="" type="checkbox"/>	Teléfono <input type="text"/>
	Aguas lluvias <input type="checkbox"/>	Energía eléctrica <input checked="" type="checkbox"/>	Gas <input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada <input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación <input type="text" value="1"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
No habitada <input type="checkbox"/>		Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes) <input type="text" value="3"/>		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

3.1 Cimentación			
1. Zapatas <input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas <input type="checkbox"/>	3. Sistema mixto <input type="checkbox"/>	4. Caissons <input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo <input type="checkbox"/>	6. Pilotes <input type="checkbox"/>	7. Placa de cimentación <input type="checkbox"/>	8. No identificada <input type="checkbox"/>
9. No existe <input checked="" type="checkbox"/>	10. Otro <input type="checkbox"/>		
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto <input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas <input type="checkbox"/>	7. No aplica <input checked="" type="checkbox"/>	
2. Placa aligerada de concreto <input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas <input type="checkbox"/>	8. Otro <input type="checkbox"/>	
3. Lámina colaborante (SteelDeck) <input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera <input type="checkbox"/>		
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja <input type="checkbox"/>	
2. Muros estructurales en concreto reforzado <input type="checkbox"/>		4. Estructura de madera y teja <input type="checkbox"/>	
3. Sistema combinado en concreto reforzado <input type="checkbox"/>		Estructura en madera, eternit y zinc	
4. Prefabricados en concreto <input type="checkbox"/>		3.4 Sistema de cubierta	
5. Mampostería confinada <input type="checkbox"/>		1. Placa en concreto <input type="checkbox"/>	
6. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/>		2. Placa en Steel Deck <input type="checkbox"/>	
7. Mampostería no reforzada <input type="checkbox"/>		5. Otro <input type="checkbox"/>	
8. Pórticos en acero <input type="checkbox"/>		3.5 Fecha de construcción	
9. Pórtico arriostrado en acero <input type="checkbox"/>		Antes de 1960 <input type="checkbox"/>	Después de 1998 <input type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera <input type="checkbox"/>		De 1961 a 1997 <input checked="" type="checkbox"/>	
11. Pórticos y paneles en otros materiales <input type="checkbox"/>		3.6 Reformas en la estructura	
12. Muros en bahareque <input type="checkbox"/>		No realizadas <input checked="" type="checkbox"/>	
13. Muros en tapia pisada <input checked="" type="checkbox"/>		En altura: número de pisos adicionales <input type="text"/>	
14. Muros en adobe <input type="checkbox"/>		En extensión: ancho (paralelo vía) <input type="text"/>	
15. Construcción improvisada <input checked="" type="checkbox"/>		Profundidad (perpendicular vía) <input type="text"/>	
16. Mixto <input type="checkbox"/>		3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro <input type="text"/>		Irregularidad alta <input checked="" type="checkbox"/>	Irregularidad media <input type="checkbox"/>
	Irregularidad baja o inexistente <input type="checkbox"/>		
	3.8 Irregularidad en altura		
	Irregularidad alta <input type="checkbox"/>	Irregularidad media <input type="checkbox"/>	
	Irregularidad baja o inexistente <input checked="" type="checkbox"/>		

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

3.9 Tipología estructural de la edificación

<p>1. Con reforzamiento especial: GII y GIV <input type="checkbox"/></p> <p>2. Reforzadas: GI y GII <input type="checkbox"/></p> <p>3. Mampostería reforzada <input type="checkbox"/></p> <p>4. Con confinamiento deficiente e híbridas <input type="checkbox"/></p>	Código	<p>5. Estructuras ligeras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Construcciones simples <input type="checkbox"/></p> <p>7. Lotes vacíos <input type="checkbox"/></p> <p>8. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	Código
--	--------	---	--------

Sección 4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE DAÑOS DE LA EDIFICACIÓN

<h4>4.1 Causa de daños presentes</h4> <p>1. Asentamientos <input type="checkbox"/></p> <p>2. Movimientos en masa <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Sismos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Inundaciones <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Impactos <input type="checkbox"/></p> <p>6. Deficiencias constructivas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>	<h4>4.2 Consecuencias presentes</h4> <p>1. No presenta daños <input type="checkbox"/></p> <p>2. Humedades <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. Empozamientos <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Fisuras <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>5. Grietas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>6. Roturas <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>7. Otra <input type="checkbox"/> _____</p>
--	---

4.3 Inundaciones previas

1. Se ha inundado <input type="checkbox"/>	2. Altura de inundación (m) <input type="text"/>	3. Fecha/periodicidad (mes) <input type="text"/>
4. No se ha inundado <input checked="" type="checkbox"/>	5. Periodos de lluvias <input type="text"/>	

4.4 Evaluación de daños en elementos estructurales

ELEMENTO	DAÑO				
	Ninguno	Leve	Moderado	Fuerte	Severo
Elementos verticales					<input checked="" type="checkbox"/>
Elementos horizontales					<input checked="" type="checkbox"/>
Elementos no estructurales					<input checked="" type="checkbox"/>

<h4>4.5 Sistema de recolección de aguas servidas</h4> <p>1. Conexiones aguas servidas mpio. <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Conexiones improvisadas <input type="checkbox"/></p> <p>3. No son recogidas <input type="checkbox"/></p>	<h4>4.6 Reparación de daños anteriores</h4> <p>1. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>3. No se han reparado <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. No hay daños <input type="checkbox"/></p>
--	--

Sección 5. CONDICIONES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL PREDIO

5.1 Zonas o escenarios de exposición

Zona 1. Elementos ubicados sobre la zona estable en la parte superior del talud, sin posibilidad de afectación por retrogresión	<input type="checkbox"/>
Zona 2. Elementos ubicados sobre una ladera potencialmente inestable, o potencialmente afectados por efectos de retrogresión	<input checked="" type="checkbox"/>
Zona 3. Elementos ubicados en la trayectoria del movimiento en masa o en la zona de depósito del material deslizado	<input type="checkbox"/>
Zona 4. Elementos fuera del alcance del movimiento en masa y su área de deposición	<input type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE





Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

La vivienda en gran parte posee deficiencias ya que con ayuda de los problemas presentados a causa de los deslizamientos y los movimientos en el talud de la parte izquierda de la ladera hace que se evidencien fracturas y grietas generando riesgo para los habitantes de la vivienda.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Eduard Alonso Torres Arevalo
15 de septiembre de 2018

		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013																																																									
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada																																																											
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES																																																											
N.º Formulario	<input type="text" value="14"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="10:15 am."/>	<input type="text" value="15/09/2018"/>																																																							
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio																																																								
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>																																																							
	<small>Sector</small>	<small>Manzana</small>	<small>Predio</small>	<small>Construcción</small>																																																							
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.3443388"/>	<input type="text" value="8.2295611"/>	<input type="text" value="vivienda"/>																																																								
	<small>Este</small>	<small>Norte</small>	<small>Cota</small>																																																								
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.º)			<input type="text" value="1207.5"/>																																																							
<table border="0"> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Inspección</td> </tr> <tr> <td>Exterior</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Parcial</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Completa</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">N.º Inspección</td> </tr> <tr> <td>No se permitió</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Colapso</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Desocupada</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>						Inspección						Exterior	<input type="checkbox"/>					Parcial	<input type="checkbox"/>					Completa	<input checked="" type="checkbox"/>					N.º Inspección						No se permitió	<input type="checkbox"/>					Colapso	<input type="checkbox"/>					Desocupada	<input type="checkbox"/>					Otro	<input checked="" type="checkbox"/>				
Inspección																																																											
Exterior	<input type="checkbox"/>																																																										
Parcial	<input type="checkbox"/>																																																										
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
N.º Inspección																																																											
No se permitió	<input type="checkbox"/>																																																										
Colapso	<input type="checkbox"/>																																																										
Desocupada	<input type="checkbox"/>																																																										
Otro	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																					
		<small>Carrera</small>	<small>Calle</small>	<small>Transversal</small>	<small>Diagonal</small>	<small>Otro</small>																																																					
	Número (N.º)	<input type="text" value="11 # KDX 017-180"/>																																																									
1.8 Tenencia del bien	Propietario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C. 88.281.384"/>																																																								
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>																																																								
	Otro	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="C.C."/>																																																								
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>																																																										
Indispensables: G IV		Ocupación Especial: G II		Ocupación normal: G I																																																							
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial																																																									
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio																																																									
Atención comunidad. G III		8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>																																																								
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>																																																									
4. Emergencia	10. Oficinas																																																										
5. Educación	11. Parqueaderos																																																										

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input type="checkbox"/>
		Aislada	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text" value="1"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote			
Frete(m)	<input type="text" value="9.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="14.0"/>
		2.5 Área total construida (m²)	<input type="text" value="126.0"/>
2.6 Estado de la construcción			
Completa	<input type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input checked="" type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.7 Calidad en la construcción			
Autoconstrucción	<input checked="" type="checkbox"/>	Supervisión profesional	<input type="checkbox"/>
Edad de la construcción (años)	<input type="text" value="35"/>		
2.8 Servicios Públicos en el predio			
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
Acueducto	<input checked="" type="checkbox"/>	Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono	<input type="text"/>		
Gas	<input type="text"/>		
2.9 Parámetros Socioeconómicos			
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="5"/>		Valor de bienes -enseres (\$ millones)
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>

Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input checked="" type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto	<input type="checkbox"/>	4. Caissons	<input type="checkbox"/>
7. Placa de cimentación	<input type="checkbox"/>	8. No identificada	<input type="checkbox"/>
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
		7. No aplica	<input checked="" type="checkbox"/>
		8. Otro	<input type="text"/>
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3. Estructura metálica y teja	<input type="checkbox"/>
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	4. Estructura de madera y teja	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	Estructura en madera y eternit	
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	5. Fecha de construcción	
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1998	<input type="checkbox"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	Irregularidad media	<input type="checkbox"/>
17. Otro	<input type="text"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

La vivienda en gran parte posee deficiencias ya que con ayuda de los problemas presentados a causa de los deslizamientos y los movimientos en el talud de la parte izquierda de la ladera hace que se evidencien fracturas y grietas generando riesgo para los habitantes de la vivienda.

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Eduard Alonso Torres Arevalo
15 de septiembre de 2018

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN 020 DE 2013		UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ																																																							
Guía metodológica de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada																																																											
FORMATO DE CAMPO, DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL E INSPECCIÓN VISUAL - EDIFICACIONES																																																											
N.° Formulario	<input type="text" value="15"/>	Hora y fecha de visita	<input type="text" value="10:15 am."/>	<input type="text" value="15/09/2018"/>																																																							
Sección 1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
1.1 Departamento	1.2 Municipio		1.3 Barrio																																																								
1.4 Identificación catastral	<input type="text" value="Ocaña, N. DE S."/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Cuesta Blanca"/>																																																							
	Sector	Manzana	Predio	Construcción																																																							
1.5 Coordenadas	<input type="text" value="-73.34383055"/>	<input type="text" value="8.2293389"/>	<input type="text" value="vivienda"/>																																																								
	Este	Norte	Cota																																																								
1.6 Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID foto (N.°)		<input type="text" value="1214"/>																																																								
<table border="0"> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Inspección</td> </tr> <tr> <td>Exterior</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Parcial</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Completa</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">N.° Inspección</td> </tr> <tr> <td>No se permitió</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Colapso</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Desocupada</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Otro</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>						Inspección						Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>					Parcial	<input type="checkbox"/>					Completa	<input type="checkbox"/>					N.° Inspección						No se permitió	<input checked="" type="checkbox"/>					Colapso	<input type="checkbox"/>					Desocupada	<input type="checkbox"/>					Otro	<input type="checkbox"/>				
Inspección																																																											
Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
Parcial	<input type="checkbox"/>																																																										
Completa	<input type="checkbox"/>																																																										
N.° Inspección																																																											
No se permitió	<input checked="" type="checkbox"/>																																																										
Colapso	<input type="checkbox"/>																																																										
Desocupada	<input type="checkbox"/>																																																										
Otro	<input type="checkbox"/>																																																										
1.7 Identificación predial	Dirección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																					
		Carrera	Calle	Transversal	Diagonal	Otro																																																					
1.8 Tenencia del bien	Número (N.°)	<input type="text" value="11 # KDX 017-300"/>																																																									
	Propietario	<input type="checkbox"/>	C.C.																																																								
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C.																																																								
	Otro	<input checked="" type="checkbox"/>	C.C.																																																								
Sección 2. CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN																																																											
2.1 Uso predominante	<input type="text" value="G I: 12"/>																																																										
Indispensables: G IV	Ocupación Especial: G II	Ocupación normal: G I																																																									
1. Salud pública	6. Institucionales	12. Residencial																																																									
2. Salud privada	7. Gubernamentales	13. Comercio																																																									
Atención comunidad. G III	8. Comerciales	14. Multipropósito <input type="checkbox"/>																																																									
3. Seguridad	9. Industria	15. Otro <input type="checkbox"/>																																																									
4. Emergencia	10. Oficinas																																																										
5. Educación	11. Parqueaderos																																																										

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

2.2 Ubicación en la manzana			
Esquinera	<input type="checkbox"/>	Medianera	<input checked="" type="checkbox"/>
Aislada	<input type="checkbox"/>		
2.3 Número de pisos			
Niveles sobre terreno	<input type="text" value="1"/>	Sótanos	<input type="text"/>
Total	<input type="text" value="1"/>	Altura entrepiso	<input type="text" value="2.70 m"/>
2.4 Dimensiones aproximadas del lote		2.5 Área total construida (m²)	
Frente (m)	<input type="text" value="4.0"/>	Profundidad (m)	<input type="text" value="16.0"/>
		<input type="text" value="104.0"/>	
2.6 Estado de la construcción		2.7 Calidad en la construcción	
Completa	<input checked="" type="checkbox"/>	En construcción	<input type="checkbox"/>
Incompleta	<input type="checkbox"/>	No construido	<input type="checkbox"/>
2.8 Servicios Públicos en el predio		2.7 Calidad en la construcción	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Aguas servidas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Aguas lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>
2.9 Parámetros Socioeconómicos		2.7 Calidad en la construcción	
Habitada	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificación	<input type="text" value="1"/>
No habitada	<input type="checkbox"/>	Valor Catastral del inmueble (\$ millones)	<input type="text"/>
Ocupación máxima (n.º de habitantes)	<input type="text" value="3"/>	Valor de bienes -enseres (\$ millones)	<input type="text"/>
		Valor x m ² de edificación (\$ miles)	<input type="text"/>
Sección 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL			
3.1 Cimentación			
1. Zapatas	<input type="checkbox"/>	2. Vigas corridas	<input type="checkbox"/>
5. Concreto ciclópeo	<input type="checkbox"/>	6. Pilotes	<input type="checkbox"/>
9. No existe	<input type="checkbox"/>	10. Otro	<input type="checkbox"/>
3. Sistema mixto		4. Caissons	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
7. Placa de cimentación		8. No identificada	
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.2 Sistema de entrepiso			
1. Placa maciza de concreto	<input type="checkbox"/>	4. Vigas metálicas	<input type="checkbox"/>
2. Placa aligerada de concreto	<input type="checkbox"/>	5. Cerchas metálicas	<input type="checkbox"/>
3. Lámina colaborante (SteelDeck)	<input type="checkbox"/>	6. Entramado en madera	<input type="checkbox"/>
7. No aplica		8. Otro	
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
3.3 Sistema estructural			
1. Pórticos en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	3.4 Sistema de cubierta	
2. Muros estructurales en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	1. Placa en concreto	<input type="checkbox"/>
3. Sistema combinado en concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	2. Placa en Steel Deck	<input type="checkbox"/>
4. Prefabricados en concreto	<input type="checkbox"/>	5. Otro	<input type="checkbox"/>
5. Mampostería confinada	<input type="checkbox"/>	Estructura en madera y zinc	
6. Mampostería reforzada	<input type="checkbox"/>	3.5 Fecha de construcción	
7. Mampostería no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	Antes de 1960	<input type="checkbox"/>
8. Pórticos en acero	<input type="checkbox"/>	De 1961 a 1997	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Pórtico arriostrado en acero	<input type="checkbox"/>	Después de 1998	
10. Pórticos y paneles en madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. Pórticos y paneles en otros materiales	<input type="checkbox"/>	3.6 Reformas en la estructura	
12. Muros en bahareque	<input type="checkbox"/>	No realizadas	<input checked="" type="checkbox"/>
13. Muros en tapia pisada	<input type="checkbox"/>	En altura: número de pisos adicionales	<input type="text"/>
14. Muros en adobe	<input type="checkbox"/>	En extensión: ancho (paralelo vía)	<input type="text"/>
15. Construcción improvisada	<input type="checkbox"/>	Profundidad (perpendicular vía)	<input type="text"/>
16. Mixto	<input type="checkbox"/>	3.7 Irregularidad en planta	
17. Otro	<input type="text"/>	Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	
		<input type="checkbox"/>	
		3.8 Irregularidad en altura	
		Irregularidad alta	<input type="checkbox"/>
		Irregularidad baja o inexistente	<input checked="" type="checkbox"/>
		Irregularidad media	
		<input type="checkbox"/>	

Fuente.(Servicio Geologico Colombiano SGC, 2016) , Editado, 2019.

Sección 6. FOTOGRAFÍAS-ESQUEMAS DE DETALLE



Sección 7. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

Puesto a que su inspeccion fue parcial, se nos fue imposible entrar al inmueble y asi poder observar e identificar los problemas presentes

8 - EVALUADOR

1. Nombre y apellidos
2. Fecha y número de formato

Eduard Alonso Torres Arevalo
15 de septiembre de 2018

Apéndice E. Resumen del método de los factores de valuación con sus obras para reducir el nivel de riesgo en los sectores críticos de la ladera.

Los factores de valuación son un conjunto de parámetros que permiten evaluar la influencia de un grupo importante de factores condicionantes y desencadenantes que intervienen en la estabilidad de taludes y laderas (González, 2015).

A continuación, se presenta un resumen de los factores de valuación que se proponen tomados de la metodología realizada por (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012), así como las principales características de las laderas y/o taludes, región o parámetros de cálculo, tomadas en cuenta para determinarlos.

Factor de valuación	Concepto	Obtenidos en función de:	
Dependiente de las características intrínsecas de la ladera	Morfología y topografía	Forma e inclinación de la ladera	
	Geología	Plegamientos	
		Fracturación	
		Meteorización	
	Mecánica de suelos	Suelos gruesos	Inclinación de la ladera y ángulo de fricción interna
		Suelos finos	Inclinación de la ladera, altura, peso volumétrico y resistencia no drenada
	Hidrogeología		Inclinación de la ladera y grado de saturación del suelo
			Espesor del suelo
	Vegetación		Tipo de vegetación
			Densidad de follaje
		Área cubierta	
		Tipo de raíz	
	Lluvia	Precipitación promedio anual	
	Terremotos	Coefficiente sísmico	
Dependientes de las condiciones regionales del sitio	Erosión y socavación	Características del suelo superficial	
		Área de la cuenca	
		Características del sistema de drenaje	
	Actividad humana	Cortes o excavaciones	
		Sobrecargas	
	Deforestación		
Dependientes del cálculo de estabilidad	Superficie de rotura	Profundidad	
	Factor de seguridad	Valor cuantitativo	

Resumen de los factores de valuación propuestos.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Para estas evaluaciones cualitativas le corresponde a cada característica un factor de valuación el cual se evalúa en el cuadro de intervalos y nivel de influencia de los factores.

Factor de valuación	Nivel de influencia	Consideraciones
< 0.5	Bajo	No tiene problemas
0.5 ÷ 0.75	Medio	Requiere atención
> 0.75	Alto	Atención urgente

Intervalos y nivel de influencia de los factores de valuación.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

De acuerdo a la metodología propuesta una vez evaluados todos los factores, se opta por realizar un resumen, se identifica su nivel de influencia y se toman las respectivas consideraciones con el fin de realizar la selección de procesos constructivos y la elaboración de propuestas de estabilización.

D.1 Características intrínsecas de la ladera. Son los factores condicionantes y desencadenantes que tienen influencia directa sobre la estabilidad de la ladera en estudio y que corresponden a los aspectos físicos naturales más importantes de las mismas como su morfología y topografía, geología, tipos de suelos, condiciones hidrogeológicas y vegetación.

D.1.1.Morfología y topografía. Se proponen factores de valuación morfo-topográficos (f_{mt}) que toman en cuenta la morfología e inclinación máxima de la ladera pues su altura, aunque influye de manera importante en la estabilidad, es considerada en los factores de valuación de mecánica de suelos descritos más adelante. Se considera el efecto de un peso unitario del terreno ($W=1$) y se determinan sus componentes en las direcciones normal y paralela a la inclinación del

talud (β); esta última componente representa el peso de la masa de suelo o roca que tiende a deslizar y cuyo valor es $W \text{ sen}\beta$, propuesto como factor de valuación.

Características de ladera	Detalles intrínsecos				
Morfología	Plano	Loma suave	Loma fuerte	Montañoso	Escarpado
Inclinación	0 ÷ 5°	5 ÷ 15°	15 ÷ 30°	30 ÷ 53°	> 53°
Factor de valuación	$f_{nt} = \text{sen}\beta$				

Factores de valuación morfo-topográficos.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis del factor de valuación. En la tabla se presentan los resultados de los factores de valuación morfo-topográficos en el sector de ladera, en este caso se escogió un perfil para cada talud en estudio de la ladera, el perfil #3 sería el más crítico haciendo referencia al talud # 1, debido a que en este existe el corte más considerable y pendiente muy variable.

Resultados de los Factores de valuación morfo-topográficos.

Características de la ladera				
Detalles intrínsecos	morfología	Inclinación	Factor de valuación	Intervalo de Influencia
Talud # 1 (Perfil 3)	Montañoso	38°	0.62	Medio
Talud # 2 (Perfil 4)	Loma Fuerte	22°	0.37	Bajo
Talud # 3 (Perfil 5)	Escarpado	66°	0.91	Alto

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El factor de valuación de 0.62 en el talud #1 corresponde a un efecto medio en la ladera en estudio el cual requiere atención, al igual que en el talud #3 que equivale a un 0.91 correspondiendo a un nivel alto de influencia con atención urgente, por lo cual según estos

factores de valuación la morfo-topografía es de tipo montañoso y escarpado en su mayoría, también se evidencian ciertas características de la topografía según su pendiente tales como, los bordes de los precipicios y los lados de los barrancos, que son reconocibles en sí mismos como ubicaciones peligrosas donde algunas de las viviendas de la ladera en el barrio Cuesta Blanca están construidas.

D.1.2. Geología. Para evaluar la influencia de la geología se toma en cuenta la estructura geológica de la formación rocosa, definida por su sistema de plegamientos y discontinuidades que originan un comportamiento ani-sotrópico del material y de sus planos preferenciales de falla, de manera que un determinado sistema de fallas o plegamientos con planos estratigráficos buzando hacia el talud, condicionan el tipo de falla y su magnitud.

En la figura siguiente de factores de valuación geológicos se resume el procedimiento para evaluar este factor, el cual analiza las características de la ladera como plegamientos con inclinación (α), la fracturación de la roca, la meteorización y propiedades físicas y mecánicas de la roca.

Características de ladera		Detalles intrínsecos / factor de valoración geológico (f_g)				
Plegamiento		$f_g = \sin \alpha$				
Fracturación de la roca *	Red densa, fractura junta	Fracturas cada 20 -30 cm	Fracturas cerradas pocas juntas	Microfisuras	Roca monolítica	
	Muy mala calidad RQD < 25%	Mala calidad RQD: 25 + 50%	Media calidad RQD: 50 + 75%	Buena calidad RQD: 75 + 90%	Muy buena calidad RQD 90 - 100%	
	$1 + 0.88$	$0.88 + 0.75$	$0.75 + 0.50$	$0.50 + 0.20$	$0.20 + 0$	
Meteorización +	Química	Muy intensa	Intensa	Moderada	Baja	Muy baja
		1	$0.75 + 1$	$0.50 + 0.75$	$0.25 + 0.50$	< 0.25
	Física	Muy intensa	Intensa	Moderada	Baja	Muy baja
		1	$0.75 + 1$	$0.50 + 0.75$	$0.25 + 0.50$	< 0.25
Propiedades	Físicas	$f_g = 1 - (D_r / D_c)$				
	Mecánicas	$f_g = 1 - (D_r / D_c)$				
Notas: * Adecuación del coeficiente de debilidad de rocas propuesto por Komarnitskii (Jumikis A, 1986). + Adecuación de las gráficas de relación entre clima y los procesos de meteorización propuestos por Emberton y Thurner (González L, 2002). Nota. El término D_r corresponde a las propiedades de la roca obtenidas en el laboratorio (se propone utilizar el peso volumétrico para las propiedades físicas y la resistencia a la compresión simple para las propiedades mecánicas). El valor de D_c se refiere a las propiedades mencionadas anteriormente pero obtenidas de la literatura técnica considerando el macizo rocoso.						

Factores de valoración geológicos.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)- editado

El mapa geológico del PBOT del municipio de Ocaña identifica la ladera en estudio como una zona geológica llamada formación algodonol muy usual en estas partes del municipio.

De acuerdo al parámetro de valoración acerca de los plegamientos. Los pliegues son ondulaciones de las rocas originadas por deformaciones plásticas, que se definen con respecto a superficies de referencia que eran planas en el momento de formación de las rocas y que ahora

aparecen como superficies curvas; En el caso de este factor de valuación por plegamiento no se evaluó porque en la ladera en estudio no hay ondulaciones.

Para el ítem fracturación de la roca, una de las características de estudio en el factor de valuación por geología, está definida por la fracturación de la roca en diaclasas, la cual puede oscilar entre un intervalo que va desde una red densa de fractura junta la cual se clasifica como una roca de muy mala calidad hasta una roca monolítica clasificada como una de muy buena calidad dependiendo del porcentaje de su RQD, en este caso para el uso y manejo del presente proyecto el parámetro por fracturación de roca no se contemplara de acuerdo a la información recolectada para el ítem de geología encontrado en el capítulo que hace referencia a las características de la zona de estudio, la evaluación de este no se tendrá en cuenta puesto que no existen diaclasas en el sector.

D.1.3. Meteorización. El suelo de la ladera en estudio presenta un proceso de desintegración física, química y biológica de los materiales sólidos en o cerca de la superficie, bajo la acción de los agentes atmosféricos principalmente la temperatura, humedad, lluvia, viento, insolación, etc. En la tabla de resultados de los factores de valuación por meteorización se presenta los factores de valuación analizados para los estratos de suelo presentes en la ladera, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados Factores de valuación por meteorización.

Estrato	Meteorización			
	Química	Factor	Física	Factor
Estrato 1 (Talud #1)	Baja	0.25	Moderada	0.50

Intervalo de influencia	Bajo		Bajo	
Estrato 1 (Talud #2)	Intensa	0.75	Baja	0.20
Intervalo de influencia	Medio		Bajo	
Estrato 1 (Talud #3)	Baja	0.25	Moderada	0.50
Intervalo de influencia	Bajo		Bajo	
Estrato 2 (Talud #3)	Baja	0.25	Moderada	0.50
Intervalo de influencia	Bajo		Bajo	

Nota. Fuente. Autores del proyecto

La meteorización en los suelos puede clasificarse de tipo química o física. La meteorización física es aquella que se da por efecto de la dilatación y disgregación en los suelos causados por el agua y la variación de la temperatura del ambiente. Este tipo de meteorización es la causante de la erosión y grandes movimientos de masa.

La meteorización química es la transformación química de los suelos, lo que produce el cambio de las propiedades mecánicas de ellos.

Es causada por los procesos atmosféricos tales como el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono que están implicados en: la oxidación, disolución, carbonatación, hidratación e hidrólisis.

Análisis del factor de valuación por meteorización. La meteorización química y física en la ladera de estudio tiene su principal causante la ausencia de cobertura vegetal en especial en los taludes #1 y #3 pues este es un factor importante para disminuir la saturación de los suelos, como se puede observar en la anterior tabla en donde varía su intervalo de influencia según cada estrato estudiado, caso contrario es el #2 pues este a su vez posee gran cantidad de presencia vegetativa intensificando una meteorización química en todo el talud.

Para el análisis del factor de valuación de las propiedades físicas de la roca como el peso volumétrico y las propiedades mecánicas de la roca como el ensayo de resistencia a la compresión simple, no se consideraron puesto que con la presencia mayoritaria del suelo tipo arcillolita que abarcaprácticamente toda la ladera o como se conoce comúnmente como roca lodosa diagnostico obtenido de acuerdo al análisis geológico del presente proyecto, por lo cual la evaluación de este factor seria insatisfactorio debido a la poca resistencia en el lugar y no presencia de roca firme.

D.1.4. Mecánica de Suelos. Los diferentes tipos de suelo como los gruesos y los finos según clasificación por el SUCS son los que se utilizarán para determinar los factores de valuación de mecánica de suelos (f_{ms}).

Estas clasificaciones como la de las gravas y arenas en la naturaleza por lo general van acompañados de finos como las arcillas, limos y suelos orgánicos de baja y alta comprensibilidad, entonces para este proyecto se manejará de forma inmediata los suelos friccionantes.

Suelos friccionantes. La falla en este caso es traslacional o plana y el factor de seguridad F_S está dado por el cociente entre las fuerzas resistentes FR y las fuerzas actuantes FA . Así, la estabilidad supone factores de seguridad mayores que uno.

$$F_S = \frac{FR}{FA} = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$$

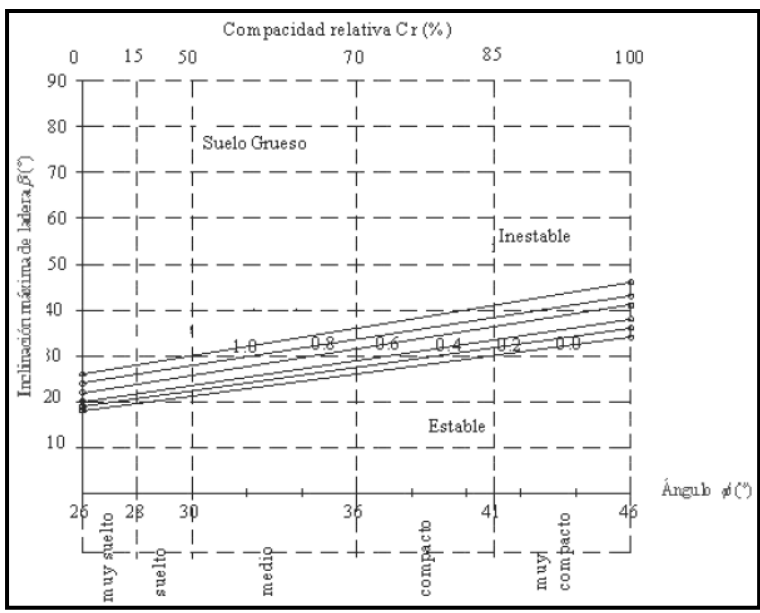
Dónde:

F_S = Factor de seguridad

ϕ = Angulo de fricción interna del suelo

β =Angulo de inclinación de la ladera. Si excede el ángulo ϕ , se da la falla

Condiciones de estabilidad;Ladera es inestable cuando ϕ es menor que β el $F_s < 1$ y el $f_{ms} > 1$ no registra valor. Estabilidad critica se presenta cuando ángulo fricción β es igual ϕ el $F_s = 1$ y el $f_{ms} = 1$ Cuando el $F_s > 1.0$ el comportamiento será estable y el $f_{ms} = 0$; estos parámetros están definidos en la siguiente figura.



Factores de valuación para suelos friccionantes.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis del factor de valuación suelo friccionante.El suelo que se utilizara será el estrato CL suelo arcillo arenosa de plasticidad bajo-medio color verde grisáceo, con un ángulo de fricción interna de $\phi = 23^\circ$ y una inclinación máxima en ladera de $\beta = 38^\circ$, en lo que corresponde para el talud #1 y el talud #2, por lo cual el cálculo se ejemplifica a continuación:

$$F_s = \frac{\tan 23^\circ}{\tan 38^\circ}$$

$$F_s = 0.543$$

Para el talud #3 que posee dos tipos de suelo equivalente a un primer estrato CL como el anterior, con un ángulo de fricción interna de $\phi = 23^\circ$ y una inclinación máxima en ladera de $\beta = 38^\circ$ y un segundo estrato SP& SCM que corresponde a una arena mal gradada arcillo limosa, con un ángulo de fricción interna de $\phi = 32^\circ$ y una inclinación máxima en ladera de $\beta = 66^\circ$, por lo cual:

$$F_s = \frac{\tan 32^\circ}{\tan 66^\circ}$$

$$F_s = 0.278$$

El factor de seguridad tiene valores menores a 1 en cada tipo de suelo entonces se establece según parámetros para este factor de valuación una inestabilidad en el talud con factor de valuación de 1 para todos.

En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación suelo friccionante se presenta el factor de valuación para los tres casos, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valuación suelo friccionante.

Pendientes		Fs	Factor de valuación	Intervalo de Influencia	
Talud #1 (Perfil 3) estrato 1	38°	0.543	Inestable	1	Alto
Talud # 2 (Perfil 4) estrato 1	22°	0.543	Inestable	1	Alto

Talud # 3 (Perfil 5) estrato 1	66°	0.543	Inestable	1	Alto
Talud # 3 (Perfil 5) estrato 2	66°	0.278	Inestable	1	Alto

Nota. Fuente. Autores del proyecto

D.1.5. Hidrogeología. Los niveles de agua en taludes hacen que se presenten fenómenos de inestabilidad produciéndose: aumento del peso del talud por saturación, erosión, meteorización, disminución del esfuerzo cortante al disminuir la tensión efectiva; aumento de la presión en grietas.

Inclinación de la ladera y grado de saturación del suelo. El grado de inclinación de la ladera se refiere a la pendiente como componente del relieve expresado en porcentaje o grado, para este factor se utiliza la pendiente en grados para cada sección; Ahora bien los factores de evaluación hidrogeológicos (f_h) se obtienen en función el espesor del suelo (e), el ángulo de inclinación de la ladera (β) y del grado de saturación del suelo (G_w).

$$f_h = G_w \text{sen} \beta$$

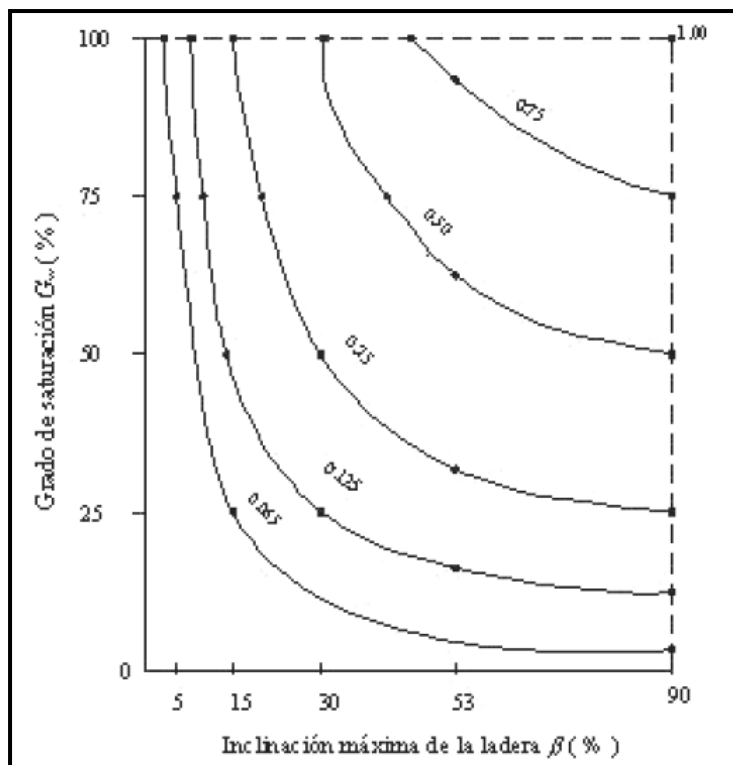
Para hallar el G_w ; $G_w \% = \frac{w\% * Ss}{e}$

$$\gamma_m = \left(\frac{1 + w\%}{1 + e} \right) * \gamma_o * Ss$$

Donde (e) es la relación de vacíos para este caso

$$\gamma_o = 1$$

Por lo cual se presentan en la siguiente Figura:



Factores de valuación según el grado de saturación e inclinación de la ladera.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis factor de valuación por condiciones hidrogeológicas. En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación condiciones hidrogeológicas se presenta los factores de valuación analizados para los tres taludes, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valuación condiciones hidrogeológicas.

Pendientes	Estrato	w	Γ	Ss	Gw %	Factor de valuación (f_h)	Intervalo de influencia	
Talud #1 (Perfil 3)	38°	Estrato 1	8.4	2.140	2.401	93.28%	0.58	Medio
Talud #2 (Perfil 4)	66°	Estrato 1	7.6	2.140	2.401	88.05%	0.33	Bajo
Talud #3 (Perfil 5)	66°	Estrato 2	2.61	2.18	2.713	25.56%	0.23	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El dato del factor de valuación hidrogeológico para la ladera en estudio en lo que compete al talud #1 es de 0.58 y un intervalo de influencia medio, para el talud #2 es de 0.33 con nivel de influencia bajo al igual que el talud #3 con un valor de 0.23, lo que muestra que en general la atención por este factor debe ser moderada con atención especial para la zona donde se encuentra el talud #1.

D.1.6. Espesor del suelo. La relación que existe entre los factores hidrogeológicos y el espesor del suelo, es determinada por la meteorización de la ladera. Para espesores de suelo pequeños, este queda anclado a los estratos profundos por medio de las raíces. En cambio, en los estratos con espesores mayores la superficie de deslizamiento será más profunda aumentando el riesgo de falla. En la figura de factores de valuación hidrogeológicos según el espesor del suelo se resume el procedimiento para evaluar este factor.

Espesor de suelo (e)	Superficie de falla	Factor $f_h = 0,05e$
< 1.5 m	Superficial	0 ÷ 0.075
1.5 a 5 m	Somera	0.075 ÷ 0.25
5 a 12.5 m	Profunda	0.25 ÷ 0.625
12.5 a 20 m	Muy profunda	0.625 ÷ 1

Factores de valuación hidrogeológicos según el espesor del suelo.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis del factor de valuación espesor del suelo. En la tabla de resultados de los factores de valuación hidrogeológicos según el espesor del suelo, se presenta los factores de

valuación analizados para la parte alta de la ladera en estudio, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valuación hidrogeológicos según el espesor del suelo.

Esesor del suelo	Superficie de falla	Factor de valuación $f_h=0.05e$	Intervalo de Influencia	
Talud #1 (Parte Alta)	5.11 m	Profunda	0.26	Bajo
Talud #2 (Parte Alta)	2.4 m	Somera	0.12	Bajo
Talud #3 (Parte Alta)	2.1 m	Somera	0.11	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto

La parte alta de la ladera para los tres taludes tienen un factor de valuación bajo por lo cual el sector en estudio no tiene problemas de estabilidad de acuerdo a este factor.

D.1.7. Vegetación. La vegetación tiene un impacto positivo en la estabilidad de la ladera, por esta razón se pretende investigar el tipo de vegetación, densidad de follaje, su volumen, el área cubierta y la profundidad de las raíces; Los factores de valuación de la vegetación (f_v) dependen del tipo de vegetación, de la densidad de follaje amortigua la gota de lluvia, profundidad de las raíces que absorben el agua del subsuelo y ayudan al anclaje a la roca.

En la figura de factores de valuación según vegetación se resume el procedimiento para evaluar este factor.

Características de la vegetación	Factor de valuación en vegetación (f_v)				
	Árbol	Arbusto	Hierba o matorral		Pasto
Tipo de vegetación	0	0.33	0.66		1
Densidad de follaje*	Nulo o escaso	Poco	Medio	Espeso	Muy espeso
	1	0.7	0.5	0.2	0
Área cubierta por la vegetación	Nulo	¼ área	½ área	¾ área	total
	1	0.75	0.5	0.25	0
Profundidad de la raíz	Somera	Superficial	Media	Profunda	Muy profunda
	< 0.3 m	0.3 ÷ 0.5 m	0.5 ÷ 1.5 m	1.5 ÷ 3.0 m	> 3.0 m
	1 ÷ 0.92	0.92 ÷ 0.85	0.85 ÷ 0.52	0.52 ÷ 0	0
Nota: * Se propone evaluar la densidad del follaje con el porcentaje de sol que pasa a través de las hojas en el área que proyecta la copa del árbol en verano.					

Factores de valuación según la vegetación.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Se considera el valor cero (0) para efecto mínimo sobre la estabilidad, y uno (1) para efecto significativo.

Análisis del factor de valuación por vegetación. En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación según la vegetación se presenta los factores de valuación analizados para alta, media y baja de la ladera en estudio en este caso los tres taludes en evaluación, así mismo su intervalo de influencia, como se puede apreciar en el apéndice adjunto, PLANOS “PLANO VEGTACION”.

Factor de valuación por vegetación.

Características de la vegetación	Factor de valuación en vegetación				SECCION		
	F_v				Talud #1	Talud #2	Talud #3
Tipo de vegetación	Árbol	Arbusto	Hierba o matorral	Pasto	0.66	0.33	1
		0	0.33	0.66			

Densidad de follaje*	Nulo o escaso	Poco	Medio	Espeso	Muy espeso	0.70	0.20	1
	1	0.7	0.5	0.2	0			
Área cubierta por la vegetación	Nulo	¼ área	½ área	¾ área	total	0.75	0	0.75
	1	0.75	0.5	0.25	0			
Profundidad de la raíz	Somera	Superficial	Media	Profunda	Muy profunda	0.69	0.52	0.92
	< 0.3 m	0.3 - 0.5 m	0.5 - 1.5 m	1.5 - 3.0 m	> 3.0 m			
	1 - 0.92	0.92 - 0.85	0.85 - 0.52	0.52 - 0	0			
Factor de valuación valor medio						0.70	0.26	0.92

Nota: * Se propone evaluar la densidad del follaje con el porcentaje de sol que pasa a través de las hojas en el área que proyecta la copa del árbol en verano.

Nota. Fuente. Autores del proyecto

D.2 Características regionales del sitio. Algunas características y condiciones de la región donde se ubica la ladera pueden afectar de manera significativa su estabilidad. Se presentan factores de valuación para considerar el efecto de la lluvia, los terremotos, la erosión y socavación, y la actividad humana.

D.2.1. Climatología. La lluvia es uno de los principales factores que afecta la estabilidad de taludes y laderas; muchos deslizamientos ocurren durante o después de los periodos de lluvia y las áreas donde se registra mayor precipitación anual presentan más problemas de estabilidad debido, entre otros factores, a la existencia de acuíferos colgados con mayores caudales de flujo subterráneo y materiales más meteorizados; Los deslizamientos superficiales debidos a lluvias torrenciales, dependen del efecto combinado de infiltración y pérdida de cohesión aparente, los cuales son influenciados por la cantidad de lluvia y la duración de la tormenta (González, 2015)

Se proponen factores de valuación por lluvia (f_{ll}) determinados mediante interpolación lineal a partir de los datos de precipitación promedio anual, aunque se podría tomar en cuenta además la intensidad de la lluvia en un periodo de tiempo y su distribución. (González, 2015)

Características de lluvia	Factor de valuación de lluvia (f_{ll})				
Precipitación promedio anual	< 400 mm	400 - 800 mm	800 - 1500 mm	1500 - 3000 mm	3000 -4500 mm
Clasificación	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Factor de valuación $f_{ll} = 2.2 \times 10^{-4} P$	< 0.09	0.09 ÷ 0.18	0.18 ÷ 0.33	0.33 ÷ 0.67	0.67 ÷ 1
P = precipitación promedio anual en mm					

Factores de valuación por lluvia

Fuente. (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis del factor de valuación climatología. La temperatura promedio de Ocaña es de 22 °C y tiene un clima tropical húmedo con precipitaciones entre 1.000 y 2.000 milímetros anuales, las lluvias durante el primer semestre son escasas, los meses de lluvia son, agosto, septiembre, octubre y noviembre, éste último es aprovechado para los cultivos semestrales.

En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por lluvia se presenta los factores de valuación analizados, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados factores de valuación por lluvia.

Característica de la lluvia		Factor de valuación $f_{ll} = 2.2 \times 10^{-4} * P$	valor medio	Intervalo de influencia
Precipitación promedio anual para el municipio de Ocaña	Clasificación			
1000 mm	Media	0.22	0.33	Bajo
2000 mm	Alta	0.44		

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El impacto que genera la lluvia en la ladera en estudio es Bajo representando un intervalo de influencia bajo con un impacto bajo en la estabilidad de la ladera.

D.2.2. Sismicidad. Los terremotos pueden producir, además de movimiento vibratorio característico, una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno, entre estos encontramos los deslizamientos, y desprendimientos de rocas, flujos y avalanchas que dependen de las características intrínsecas de la ladera natural. Éstos se relacionan con el comportamiento geológico y geotécnico del terreno (González, 2015)

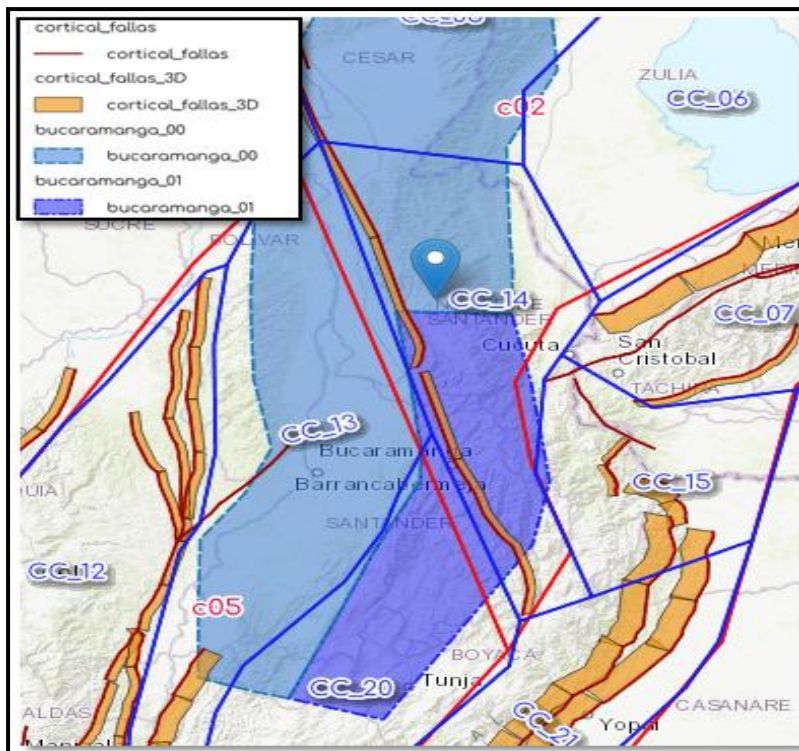
Se proponen factores de valuación por terremotos (f_s) determinados a partir de una correlación lineal con los coeficientes de diseño sísmico, estos últimos obtenidos en función del tipo de terreno (firme, transición o compresible), la frecuencia con la que ocurre el evento y la aceleración del suelo, esta última en función de la magnitud e intensidad de los movimientos (González, 2015). En la figura de factores de valuación por sismicidad se resume el procedimiento para evaluar este factor.

Mayor valor entre Aa y Av	Asociado en mapas de las Fotos A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica	Factor de valuación $f_s = 1,1628A_s$
0.50	10	Alta	0.58
0.45	9	Alta	0.52
0.40	8	Alta	0.46
0.35	7	Alta	0.40
0.30	6	Alta	0.35
0.25	5	Alta	0.29
0.20	4	Intermedia	0.23
0.15	3	Intermedia	0.17
0.10	2	Baja	0.11
0.05	1	Baja	0.06

Factor de valuación por sismicidad.

Fuente. Nivel de amenaza sísmica según valores de Aa y de Av, NSR-10.

Análisis del factor de valuación sísmica. La mayor zona de actividad sísmica se encuentra concentrada en el departamento de Santander, en un sitio conocido como el Nido sísmico de Bucaramanga, en el cual diariamente la red sismológica nacional de Colombia RSNC, registra un promedio de 5 sismos. Esta actividad por lo general no se ha asociado a sismos destructores.



Mapa de amenaza sísmica de Colombia.

Fuente. Sistema Geológico Colombiano, 2018.

En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por sísmica se presenta los factores de valuación analizados, así mismo su intervalo de influencia. El coeficiente sísmico para Ocaña es $A_a = 0.20$ asociado a la región N°4, con una Amenaza Sísmica Intermedia.

Resultados factor de valuación por sísmica

Mayor valor entre Aa y Av	Región N°	Amenaza Sísmica	Factor de valuación $f_t = 1,1628 A_a$	Intervalo de Influencia
0.20	4	Intermedia	0.23	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El factor de valuación promedio para sismicidad es de 0.23 lo que indica un impacto mínimo en la estabilidad de la ladera.

D.2.3. Erosión y Socavación. Las continuas lluvias y los cortes de laderas en asentamientos subnormales han generado zonas de alto riesgo las cuales se evidencian en el mapa de amenazas y riesgos del municipio de Ocaña identificándose varias zonas de deslizamiento y erosión presentes en el municipio, en su mayoría son zonas bajas, medias y altas localizadas en el perímetro urbano.

Para el cálculo de este ítem se incluyen las características del terreno evaluadas en función de su capacidad de infiltración, donde relaciona la infiltración del terreno en (mm/hr) con base a los valores de infiltración (Vf) para los diversos suelos.

De acuerdo al valor de infiltración sobre el terreno se implementó el método de Porchet, pues es un método directo en donde se estima la tasa de infiltración, en donde consiste en excavar un cilindro de radio R y llenarlo de agua, a su vez anotando los diferentes tiempos de vaciado en longitudes diferentes y así reemplazar los valores en la siguiente formula:

$$f = \frac{R}{2 \cdot (t_2 - t_1)} \ln \left(\frac{2h_1 + R}{2h_2 + R} \right)$$

En donde el valor calculado para latasa de infiltración en el sector de ladera se realizó sobre la parte alta de esta con un valor equivalente a 1.413 cm/h, pues este dato comparado con los datos existentes relaciona que el valor de infiltración oscila dentro del tipo de suelo presente pues está clasificado como CL (acilla arenosa).

Textura	V_f (cm/h)
SC, SiC, C	0,25 – 0,75
SCL, CL, SCL	0,65 – 1,90
SL (finísimo), L, SiL	1,25 – 3,80
SL	2,50 – 7,50
LS	5,00 – 10,0
S	> 7,5

Valores de infiltración para los diversos suelos

Fuente. Lambe, T. W. & Whitman, R. V. Mecánica de suelos. México. 2005. p. 87.

A continuación, se muestran los datos del aforo para el método de Porchet obtenidos en campo.

Registro de datos para ensayo de infiltración, método de Porchet.

HORA	DATO	TIEMPO ACUMULADO (min)	LECTURA(cm)	DIFERENCIA LECTURA	INFILTRACIÓN (cm/hora)	INFILTRACIÓN MEDIA(cm/hora)
8:45:00 a. m.	1	0	20,0	-	-	
9:05:00 a. m.	2	20	16,0	4,0	1,489	
9:25:00 a. m.	3	20	13,0	3,0	1,345	
9:55:00 a. m.	4	30	9,5	3,5	1,279	
10:25:00 a. m.	5	30	6,5	3,0	1,450	1,413
10:50:00 a.m.	6	25	4,6	1,9	1,465	
11:10:00 a.m.	7	20	3,4	1,2	1,402	
11:30:00	8	20	2,4	1,0	1,374	

a.m.					
12:00:00 m.	9	30	1,2	1,2	1,434
12:40:00 p. m.	10	40	0,0	1,2	1,474

Nota. Fuente. Autores del proyecto

En cuanto a lo siguiente veremos la visita realizada a la zona de estudio en el Barrio Cuesta Blanca, zona de la corona en la parte alta de la ladera para realizar el respectivo cilindro y analizar los datos de la infiltración de agua, obteniendo los valores antes observados en la tabla.



Ubicación del punto para toma del ensayo de infiltración, parte alta de la ladera.

Fuente. Autores del proyecto



Lugar para el aforo del factor de infiltración, parte alta del sector de ladera.

Fuente. Autores del proyecto



Excavación del cilindro para toma de datos.

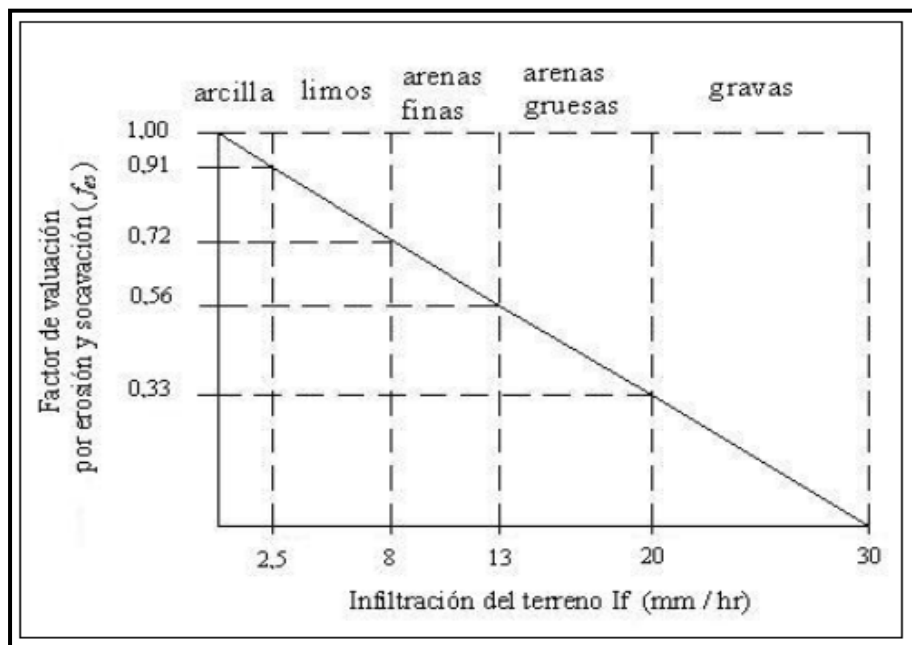
Fuente. Autores del proyecto



Vista del cilindro lleno de agua, para el análisis de infiltración.

Fuente. Autores del proyecto

Para el cálculo del factor de valuación se tendrá en cuenta la siguiente figura.



Infiltración del terreno.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por infiltración del terreno se presenta los factores de valuación analizados, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valuación por infiltración del terreno.

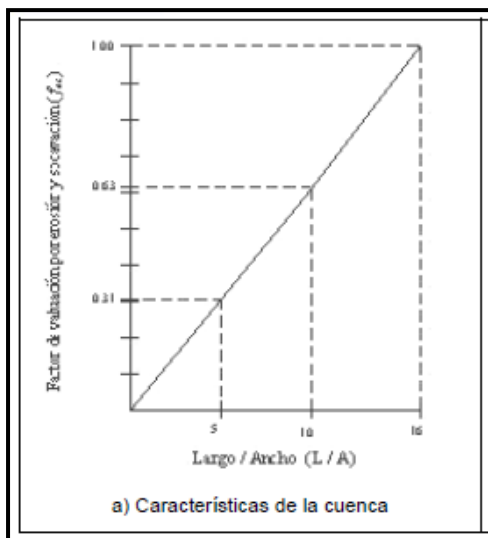
Sección	Intensidad (mm/hr)	Factor de valuación por infiltración del terreno	Intervalo de Influencia
Sector de ladera en estudio	14.13	0.55	Medio

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Análisis del factor de valuación por infiltración del terreno. El factor de valuación por infiltración de la ladera en estudio tiene un valor igual a 0.55 con un nivel de influencia medio, lo que indica que las características del suelo superficial afecta la estabilidad de la ladera; La falta de

vegetación, la meteorización hacen que se presente varias etapas de erosión en los diferentes taludes como la desagregación causada por la dispersión del agente cementante, disminuyéndose así la cohesión, y aumentando la humedad, debido a esto se ha producido un transporte y deposición del suelo.

D.2.4. Área de la cuenca. Se determinan los factores de evaluación de la cuenca mediante sus características geométricas (largo y ancho), considerando que la forma de ésta influye en el hidrograma de la corriente, el cual representa el caudal que determina la magnitud de los problemas de erosión.



Características de la cuenca

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis factor de valuación área de la cuenca. En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por características de la cuenca se presenta los factores de valuación analizados, así mismo su intervalo de influencia.

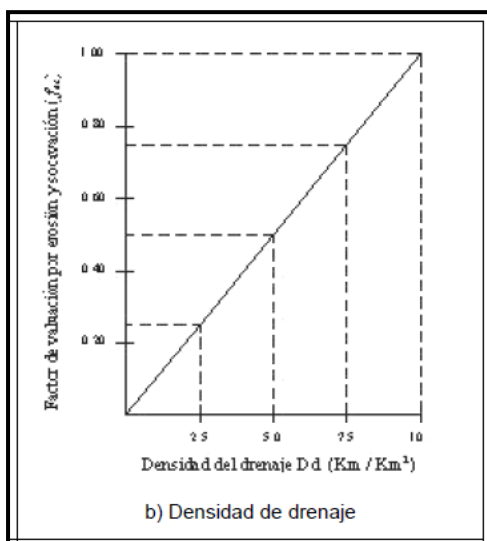
Resultados características de la cuenca.

Longitud cuenca (m)	Ancho (m)	Largo/Ancho	Factor de valuación	Intervalo de Influencia
74.28	75.97	0.98	0.05	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El factor de valuación es de 0.05 presentándose un nivel de influencia bajo por área de la cuenca, que no requiere una atención urgente.

D.2.5. Características del sistema de drenaje. Las características del sistema de drenaje especificados por su densidad como la sumatoria de la longitud de las corrientes tributarias entre el área total de la cuenca, considerando que a mayor densidad de drenaje se tendrán mayores caudales en la corriente (González, 2015)



Densidad de drenaje.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis del factor de valuación por la densidad de drenaje. El drenaje de un suelo expresa la rapidez con que se elimina el agua en relación con los aportes, esto se ha evaluado en el sitio observando las características de cada perfil, en especial el estrato meteorizado de color, verde grisáceo, el cual corresponde a un suelo arcilloso-arenoso, este ha producido una capa impermeable que ha provocado un mal drenaje en el suelo, a pesar de contener partículas muy finas de gravas, generándose efectos de deslizamiento en la ladera.

En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por densidad del drenaje se presenta los factores de valuación analizados, su valor medio e intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valuación por densidad del drenaje.

Sección	Longitud corriente tributaria (m)	Área cuenca (m ²)	Largo/Área	Factor de valuación	Intervalo de Influencia
Talud #1 (Perfil 3)	54.55	5942	0.0092	0.1	Bajo
Talud #2 (Perfil 4)	22.95	5942	0.0038	0.1	Bajo
Talud #3 (Perfil 5)	8.10	5942	0.0013	0.1	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El factor de valuación para la densidad de drenaje en cada perfil tiene un valor de 0.1 lo que corresponde a un nivel de influencia Bajo el cual no que requiere atención.

D.2.6. Actividad Humana. Se ha demostrado la existencia de una relación entre la ocurrencia de deslizamientos en algunas laderas y la rapidez de los procesos de urbanización desarrollados en la zona donde se encuentra. Los casos más graves se han registrado en áreas geotécnicamente susceptibles y con desarrollo urbano rápido y desordenado (González, 2015)

Dado que las acciones del hombre influyen directamente sobre la naturaleza, se propone evaluar este factor tomando en cuenta los cortes o excavaciones, los rellenos, las sobrecargas y la deforestación. Todas estas acciones antrópicas modifican las condiciones y esfuerzos sobre las laderas introduciendo cambios en su geometría, hidrogeología, incremento de las tensiones, disminución de sus propiedades mecánicas, etc (González, 2015)

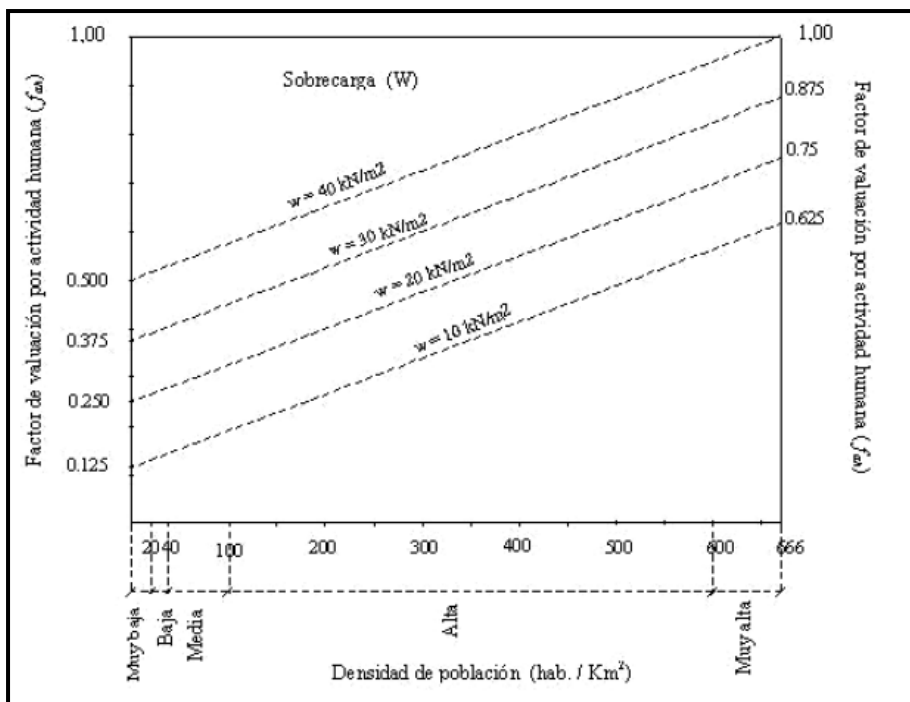
Se proponen factores de valuación por actividad humana (f_{ah}), que toman en cuenta la presencia de cortes y/o excavaciones, sobrecargas debido a edificaciones y la deforestación del área en estudio (González, 2015)

Acciones de la actividad	Factores de valuación por actividad humana (f_{ah})				
	Cortes o excavaciones	Estabilizados por procesos constructivos eficientes			No estabilizados
0			1		
Sobrecargas	Casas de 1 piso	Casas de 2 pisos	Casas de 3 pisos	Casas de 4 pisos	
	$w = 10 \text{ KN/m}^2$	$w = 20 \text{ KN/m}^2$	$w = 30 \text{ KN/m}^2$	$w = 40 \text{ KN/m}^2$	
	f_{ah} (según figura 7.5)				
Deforestación	Nula	Leve	Media	Alta	Total
	0% área	25% área	50% área	75% área	100% área
	0	0.25	0.50	0.75	1
$w = \text{Presión sobre el terreno}$					

Factores de valuación por actividad humana.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Los factores de valuación por concepto de sobrecargas se obtuvieron tomando en cuenta las cargas medias (los esfuerzos medios) que transmiten las construcciones al terreno de cimentación y la densidad de la población, ambos con incidencia directa en el comportamiento y estabilidad de un talud o ladera (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012) y se pueden determinar en la siguiente figura.



Factores de valoración por sobrecarga.

Fuente. (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

Análisis de los factores de valoración por actividad humana (fah). La densidad para el municipio de Ocaña es de 150.65 hab/km² al 2019, La mayoría de viviendas de la ladera en estudio son viviendas de 1 piso. A continuación se mostrara la tabla de resultados de los factores de valoración por actividad humana se presenta los factores de valoración analizados, así mismo su intervalo de influencia.

Resultados de los factores de valoración por actividad humana para el talud #1.

Acciones de la actividad	Factores de valoración por actividad humana (Fah)	Valor medio	Intervalo de Influencia
Cortes o excavaciones	No estabilizados	1	0.54 Medio

Sobrecargas	Casas de 1 piso	W=10 KN/m ²	0.19
	Casas de 3 pisos	W=30 KN/m ³	0.47
Deforestación	Media	50% área	0.5

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Resultados de los factores de valuación por actividad humana para el talud #2.

Acciones de la actividad	Factores de valuación por actividad humana (Fah)	Valor medio	Intervalo de Influencia
Cortes o excavaciones	No estabilizados	1	Bajo
Sobrecargas	Casas de 1 piso W=10 KN/m ²	0.19	
Deforestación	Nula 0% área	0	

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Resultados de los factores de valuación por actividad humana para el talud #3.

Acciones de la actividad	Factores de valuación por actividad humana (Fah)	Valor medio	Intervalo de Influencia
Cortes o excavaciones	No estabilizados	1	Medio
Sobrecargas	Casas de 1 piso W=10 KN/m ²	0.19	
Deforestación	Nula 75% área	0.75	

Nota. Fuente. Autores del proyecto

El factor de valuación por cortes o excavaciones, sobrecarga y deforestación es un valor promedio de 0.54 para el caso del perfil 3, para el perfil 4 tiene un valor de 0.40 y para el perfil 5 un valor de 0.65, por lo cual el primer y el tercer caso obtuvieron un intervalo de influencia medio que requiere atención y esto se debe a que en algunas ocasiones se han llevado cortes inadecuados sobre la ladera sin ningún estudio y sin ninguna supervisión técnica.

D.3 Calculo de la estabilidad. Un aspecto importante de la ubicación de las viviendas es la estabilidad del propio terreno. La identificación de que áreas del terreno son más seguras para construir podría prevenir los daños causados por deslizamientos. La selección de un lugar estable es aún más importante.

En caso donde el riesgo de falla no es severo, el riesgo de deslizamiento de una ladera puede ser disminuido algunas veces reduciendo el ángulo de la ladera, ya sea terraceando o excavando la ladera; los factores de valuación de la ladera incluyen el cálculo de la superficie de rotura y el factor de seguridad contra el deslizamiento, a continuación, se presentan los factores de valuación de estabilidad.

Características del análisis de estabilidad	Factor de valuación de estabilidad (f_e)			
	Superficial	Somera	Profunda	Muy profunda
Superficie de rotura	< 1.5 m	1.5 ÷ 5 m	5 ÷ 12.5 m	12.5 ÷ 20 m
	0.25	0.50	0.75	1
	Inestable	Estabilidad crítica		Estable
Factor de seguridad (F_s)	$F_s < 1$	$F_s : 1 ÷ 1.5$		$F_s > 1.5$
	1	0.75		0

Factores de valuación de estabilidad.

Fuente.(Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2012)

D.3.1. Análisis de Factores de valuación por superficie de rotura. Después de realizar el modelamiento en el programa Slide se pudieron verificar las profundidades de las superficies de fallas en los resultados obtenidos del software para los diferentes tipos de análisis. En la siguiente tabla se muestra los resultados del factor de valuación por superficie de rotura.

Factores de valuación superficie de rotura.

Características del análisis de estabilidad			Factor de valuación (f_{sr})			Intervalo de influencia
Superficie de rotura	Talud #1 (Perfil 3)	5.11m	Profunda	5.0 – 12.5 m	0.75	Medio
Superficie de rotura	Talud #2(Perfil 4)	2.4m	Somera	1.5 – 5.0 m	0.5	Medio
Superficie de rotura	Talud #3 (Perfil 5)	2.1m	Somera	1.5 – 5.0 m	0.5	Medio

Nota. Fuente. Autores del proyecto

Al observar lo obtenido del factor de valuación por superficie de rotura en cada talud se concluye que necesita atención inmediata ya que el intervalo de influencia obtenido es medio.

D.3.2. Análisis del factor de valuación por factor de seguridad. En la siguiente tabla de resultados de los factores de valuación por factor de seguridad se presenta los factores de valuación analizados, así mismo su intervalo de influencia para cada uno de los diferentes taludes.

Resultados factor de valuación por factor de seguridad



Características del análisis de estabilidad			Factor de valuación (f_{sr})			Intervalo de influencia
Factor de seguridad	Talud #1 (Perfil 3)	1.006	Estabilidad crítica	$f_s : 1 - 1.5$	0.75	Medio
Factor de seguridad	Talud #2 (Perfil 4)	2.532	Estable	$f_s > 1.5$	0	Bajo
Factor de seguridad	Talud #3 (Perfil 5)	2.598	Estable	$f_s > 1.5$	0	Bajo

Nota. Fuente. Autores del proyecto



Al observar lo obtenido del factor de valuación por factor de seguridad se concluye que se necesita atención inmediata solamente en el talud #1 ya que el intervalo de influencia obtenido es medio debido a que el factor de seguridad es igual a 1.006 obteniendo un factor de valuación de 0.75.

Apéndice F. Análisis de precios unitarios



F1- Análisis de precios unitarios para modelo 1, talud #1.

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ANÁLISIS UNITARIO							
ITEM:	1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO			Unidad:	m ²	\$ 3.859,05
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
TOPOGRAFO (1)	\$ 80.000,00	1,8	\$ 144.000,00	150	\$ 960,00		
CADENERO (2)	\$ 77.000,00	1,8	\$ 138.600,00	300	\$ 462,00		
						\$ 1.422,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
VARA COMUN 4 MTS. DELGADA	unidad	\$ 3.813,00	0,05	\$ 191,00			
PUNTILLAS 2"	Kg	\$ 4.500,00	0,02	\$ 90,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14,05			
						\$ 295,05	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (ESTACION TOTAL)	unidad	\$ 40.000,00	20	\$ 2.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)				\$ 142,00			
						\$ 2.142,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	2.	ROCERIA			Unidad:	Ha	\$ 1.312.250,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	0,1	\$ 647.500,00		
						\$ 647.500,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
GUADAÑADORA MECANICA	unidad	\$ 12.000,00	0,02	\$ 600.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 64.750,00			
						\$ 664.750,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	3.	AFINAMIENTO DE TALUDES			Unidad:	m ³	\$ 92.970,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBrero ESPECIALIZADO (1)	\$ 42.000,00	1,85	\$ 77.700,00	2	\$ 38.850,00		
OBrero ESPECIALIZADO (1)	\$ 42.000,00	1,85	\$ 77.700,00	2	\$ 38.850,00		
						\$ 77.700,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
ARNES	2	\$ 75.000,00	10	\$ 7.500,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 7.770,00			
						\$ 15.270,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	4.	EXCAVACIÓN MANUAL	Unidad: m³	\$ 34.595,00	
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBRERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	5	\$ 12.950,00
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	5	\$ 18.500,00
					\$ 31.450,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
					\$ 0,00
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 3.145,00	
					\$ 3.145,00
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 					
ITEM: 5. CONCRETO TIPO CLASE D 3000 psi (CANALES Y DISIPADORES) Unidad: m³ \$ 427.162,00					
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	9	\$ 10.278,00
OBREROS (4)	\$ 140.000,00	1,85	\$ 259.000,00	9	\$ 28.778,00
					\$ 39.056,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,6	\$ 45.000,00	
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	350	\$ 140.000,00	
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	180	\$ 9.000,00	
TRITURADO	m ³	\$ 100.000,00	0,9	\$ 90.000,00	
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14.200,00	
					\$ 298.200,00
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,5	\$ 56.000,00	
FORMALETA TABLERO DE MADERA	unidad	\$ 300,00	0,01	\$ 30.000,00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 3.906,00	
					\$ 89.906,00
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
PROTECCION SUPERFICIAL TALUD CON TIERRA ORGANICA Y							
ITEM:	6.	PASTO TIPO MANI FORRAJERO			Unidad:	m²	\$ 4.942,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
2 OBREROS	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	49	\$ 2.643,00		
						\$ 2.643,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEMILLA PASTO MANI FORRAJERO	Kg	\$ 183.000,00	0,0012	\$ 220,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	15	\$ 750,00			
TIERRA ABONADA	Kg	\$ 4.400,00	0,2	\$ 880,00			
DESPERDICIOS (10%)				\$ 185,00			
						\$ 2.035,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 264,00			
						\$ 264,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	7.	ANCLAJES (D=3/4")			Unidad:	ml	\$ 132.180,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (2)	\$ 100.000,00	1,85	\$ 185.000,00	37	\$ 5.000,00		
OBREROS (6)	\$ 210.000,00	1,85	\$ 388.500,00	37	\$ 10.500,00		
						\$ 15.500,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ACERO	Kg	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00			
ANTICORROSIVO	gl	\$ 30.000,00	0,125	\$ 3.750,00			
LECHADA PARA INYECCION	lts	\$ 6.200,00	7,9	\$ 48.980,00			
ACCESORIOS	unidad	\$ 20.000,00	1	\$ 20.000,00			
						\$ 75.730,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
EQUIPO DE PERFORACIÓN Y FIJACIÓN	unidad	\$ 130.000,00	5	\$ 26.000,00			
COMPRESOR	unidad	\$ 78.000,00	5	\$ 15.600,00			
BOMBA PARA EL LLENADO DE INYECCION	unidad	\$ 38.000,00	5	\$ 7.600,00			
EQUIPO PARA TENSADO	unidad	\$ 70.000,00	5	\$ 14.000,00			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1.550,00			
						\$ 40.950,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 					
ITEM:	8. MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (CABEZA DE ANCLAJE)	Unidad:	m ²	\$ 43.567,50	
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	36	\$ 2.569,00
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	36	\$ 5.396,00
					\$ 7.965,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	Kg	\$ 12.500,00	1,3	\$ 16.250,00	
ALAMBRE Y PUNTILLA	Kg	\$ 5.200,00	0,05	\$ 260,00	
TACHES	Kg	\$ 4.200,00	1	\$ 4.200,00	
GANCHOS	Kg	\$ 3.200,00	1	\$ 3.200,00	
DESPERDICIOS (5%)				\$ 1.195,50	
					\$ 25.105,50
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
ARNES	2	\$ 75.000,00	10	\$ 7.500,00	
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 797,00	
					\$ 10.497,00
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 					
ITEM:	9. MALLA ELECTROSOLDADA (CANALES Y DISIPADORES)	Unidad:	m ²	\$ 52.712,00	
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	36	\$ 2.569,00
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	36	\$ 5.396,00
					\$ 7.965,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	Kg	\$ 12.500,00	3,5	\$ 43.750,00	
ALAMBRE	Kg	\$ 4.000,00	0,05	\$ 200,00	
					\$ 43.950,00
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 797,00	
					\$ 797,00
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	10.	CONCRETO LOSA (CABEZA DE ANCLAJE)			Unidad:	m ³	\$ 481.027,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (2)	\$ 100.000,00	1,85	\$ 185.000,00	374,6	\$ 494,00		
AYUDANTE (6)	\$ 210.000,00	1,85	\$ 388.500,00	4,45	\$ 87.303,00		
						\$ 87.797,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,67	\$ 50.250,00			
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	420	\$ 168.000,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	220	\$ 11.000,00			
TRITURADO	m ³	\$ 100.000,00	0,67	\$ 67.000,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14.812,50			
						\$ 296.250,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,5	\$ 56.000,00			
FORMALETA TABLERO DE MADERA	unidad	\$ 300,00	0,01	\$ 30.000,00			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 8.780,00			
						\$ 96.980,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

Fuente. Autores del proyecto



		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	11.	TUBERIA PVC 4" (DRENAJE)			Unidad:	ml	\$ 49.283,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	60	\$ 1.542,00		
OBREIRO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	60	\$ 1.079,00		
						\$ 2.621,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
TUBO 4"	unidad	\$37.000,00	1	\$37.000,00			
CODO 90°	unidad	\$3.200,00	1	\$3.200,00			
PEGANTE	unidad	\$6.200,00	1	\$6.200,00			
						\$ 46.400,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 262,00			
						\$ 262,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

Fuente. Autores del proyecto



		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM: 12.		RETIRO MATERIAL		Unidad: m ³		\$ 271.037,76	
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBrero (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	16	\$ 4.047,00		
						\$ 4.047,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 121,41			
						\$ 121,41	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
VOLQUETA 5 m3	unidad	\$ 80.000,00	0,3	\$ 266.667,00			
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O)				\$ 202,35			
						\$ 266.869,35	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

Fuente. Autores del proyecto



F 2- Análisis de precios unitarios modelo 2, talud #1.

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ANÁLISIS UNITARIO							
ITEM:	1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO			Unidad:	m²	\$ 3.859,05
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
TOPOGRAFO (1)	\$ 80.000,00	1,8	\$ 144.000,00	150	\$ 960,00		
CADENERO (2)	\$ 77.000,00	1,8	\$ 138.600,00	300	\$ 462,00		
						\$ 1.422,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
VARA COMUN 4 MTS. DELGADA	unidad	\$ 3.813,00	0,05	\$ 191,00			
PUNTILLAS 2"	Kg	\$ 4.500,00	0,02	\$ 90,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14,05			
						\$ 295,05	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (ESTACION TOTAL)	unidad	\$ 40.000,00	20	\$ 2.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)				\$ 142,00			
						\$ 2.142,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	2.	ROCERIA		Unidad:	Ha	\$ 1.312.250,00	
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBREIRO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	0,1	\$ 647.500,00		
						\$ 647.500,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
GUADAÑADORA MECANICA	unidad	\$ 12.000,00	0,02	\$ 600.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 64.750,00			
						\$ 664.750,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	3.	AFINAMIENTO DE TALUDES			Unidad:	m ³	\$ 92.970,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRERO ESPECIALIZADO (1)	\$ 42.000,00	1,85	\$ 77.700,00	2	\$ 38.850,00		
OBRERO ESPECIALIZADO (1)	\$ 42.000,00	1,85	\$ 77.700,00	2	\$ 38.850,00		
						\$ 77.700,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
ARNES	2	\$ 75.000,00	10	\$ 7.500,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 7.770,00			
						\$ 15.270,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	4.	EXCAVACIÓN MANUAL		Unidad:	m³	\$ 34.595,00	
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	5	\$ 12.950,00		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	5	\$ 18.500,00		
						\$ 31.450,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 3.145,00			
						\$ 3.145,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
<p>ITEM: 5. CONCRETO TIPO CLASE D 3000 psi (CANALES Y DISIPADORES) Unidad: m³ \$ 427.162,00</p>							
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	9	\$ 10.278,00		
OBREROS (4)	\$ 140.000,00	1,85	\$ 259.000,00	9	\$ 28.778,00		
						\$ 39.056,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,6	\$ 45.000,00			
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	350	\$ 140.000,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	180	\$ 9.000,00			
TRITURADO	m ³	\$ 100.000,00	0,9	\$ 90.000,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14.200,00			
						\$ 298.200,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,5	\$ 56.000,00			
FORMALETA TABLERO DE MADERA	unidad	\$ 300,00	0,01	\$ 30.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 3.906,00			
						\$ 89.906,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
PROTECCION SUPERFICIAL TALUD CON TIERRA ORGANICA Y							
ITEM:	6.	PASTO TIPO MANI FORRAJERO			Unidad:	m ²	\$ 4.942,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
2 OBREROS	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	49	\$ 2.643,00		
						\$ 2.643,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEMILLA PASTO MANI FORRAJERO	Kg	\$ 183.000,00	0,0012	\$ 220,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	15	\$ 750,00			
TIERRA ABONADA	Kg	\$ 4.400,00	0,2	\$ 880,00			
DESPERDICIOS (10%)				\$ 185,00			
						\$ 2.035,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 264,00			
						\$ 264,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	7.	ANCLAJES (D=3/4")			Unidad:	ml	\$ 100.780,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (2)	\$ 100.000,00	1,85	\$ 185.000,00	37	\$ 5.000,00		
AYUDANTE (6)	\$ 210.000,00	1,85	\$ 388.500,00	37	\$ 10.500,00		
						\$ 15.500,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ACERO	Kg	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00			
ANTICORROSIVO	gl	\$ 30.000,00	0,125	\$ 3.750,00			
LECHADA PARA INYECCION	lts	\$ 6.200,00	7,9	\$ 48.980,00			
ACCESORIOS DE PVC	ml	\$ 2.600,00	1	\$ 2.600,00			
						\$ 58.330,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
EQUIPO DE PERFORACIÓN Y FIJACIÓN	unidad	\$ 130.000,00	5	\$ 26.000,00			
COMPRESOR	unidad	\$ 78.000,00	5	\$ 15.600,00			
BOMBA PARA EL LLENADO DE INYECCION	unidad	\$ 38.000,00	5	\$ 7.600,00			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1.550,00			
						\$ 26.950,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	8.	MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2 (PANTALLA ANCLADA)			Unidad:	m ²	\$ 45.247,50
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	36	\$ 2.569,00		
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	36	\$ 5.396,00		
						\$ 7.965,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	Kg	\$ 12.500,00	1,3	\$ 16.250,00			
ALAMBRE Y PUNTILLA	Kg	\$ 5.200,00	0,05	\$ 260,00			
TACHES	Kg	\$ 4.200,00	1	\$ 4.200,00			
GANCHOS	Kg	\$ 3.200,00	1,5	\$ 4.800,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 1.275,50			
						\$ 26.785,50	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
ARNES	2	\$ 75.000,00	10	\$ 7.500,00			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 797,00			
						\$ 10.497,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	9.	LLORADEROS DIAMETRO 2" C/3 M EN TRESBOLILLO			Unidad:	ml	\$ 33.883,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	60	\$ 1.542,00		
OBRAERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	60	\$ 1.079,00		
						\$ 2.621,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
TUBERIA PVC 2" PERFORADA	ml	\$ 22.000,00	1	\$ 22.000,00			
ACCESORIOS PVC	ml	\$ 6.800,00	1	\$ 6.800,00			
						\$ 28.800,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	1	\$ 2.200,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 262,00			
						\$ 2.462,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL. PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	10.	CONCRETO LANZADO PARA PROTECCION DEL TALUD			Unidad:	m³	\$ 1.055.009,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (2)	\$ 100.000,00	1,85	\$ 185.000,00	374,6	\$ 494,00		
OBROS (6)	\$ 210.000,00	1,85	\$ 388.500,00	4,45	\$ 87.303,00		
						\$ 87.797,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,67	\$ 50.250,00			
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	420	\$ 168.000,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	220	\$ 11.000,00			
TRITURADO	m ³	\$ 100.000,00	0,67	\$ 67.000,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14.812,50			
						\$ 296.250,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,55	\$ 50.909,00			
PLANTA ELECTRICA O TRANSFORMADOR	unidad	\$ 75.000,00	0,55	\$ 136.364,00			
COMPRESOR	unidad	\$ 70.000,00	0,55	\$ 127.273,00			
BOQUILLAS Y MANGUERAS	unidad	\$ 22.000,00	0,55	\$ 40.000,00			
EQUIPO DE ELEVACION PARA LANZADO	unidad	\$ 72.000,00	0,55	\$ 130.909,00			
ALIVA	unidad	\$ 95.000,00	0,55	\$ 172.727,00			
ANDAMIAJE	unidad	\$ 2.200,00	0,55	\$ 4.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 8.780,00			
						\$ 670.962,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	11.	TUBERIA PVC 4" (DRENAJE)			Unidad:	ml	\$ 49.283,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	60	\$ 1.542,00		
OBRERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	60	\$ 1.079,00		
						\$ 2.621,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
TUBO 4"	unidad	\$37.000,00	1	\$37.000,00			
CODO 90°	unidad	\$3.200,00	1	\$3.200,00			
PEGANTE	unidad	\$6.200,00	1	\$6.200,00			
						\$ 46.400,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 262,00			
						\$ 262,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	12.	MALLA ELECTROSOLDADA (CANALES Y DISIPADORES)			Unidad:	m ²	\$ 52.712,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	36	\$ 2.569,00		
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	36	\$ 5.396,00		
						\$ 7.965,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
MALLA ELECTROSOLDADA TIPO Q2	Kg	\$ 12.500,00	3,5	\$ 43.750,00			
ALAMBRE	Kg	\$ 4.000,00	0,05	\$ 200,00			
						\$ 43.950,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 797,00			
						\$ 797,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	13.	DEMOLISION VIVENDA #7			Unidad:	m ²	\$ 9.398,70
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	36	\$ 2.569,00		
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	36	\$ 5.396,00		
						\$ 7.965,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 238,95			
						\$ 238,95	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (15 % M.O)				\$ 1.194,75			
						\$ 1.194,75	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

Fuente. Autores del proyecto



		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	14.	RETIRO DE MATERIAL DE DEMOLISION			Unidad:	m ³	\$ 271.037,76
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRAJO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	16	\$ 4.047,00		
						\$ 4.047,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 121,41			
						\$ 121,41	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
VOLQUETA 5 m ³	unidad	\$ 80.000,00	0,3	\$ 266.667,00			
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O)				\$ 202,35			
						\$ 266.869,35	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

Fuente. Autores del proyecto



 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 					
ITEM: 15.	RETIRO MATERIAL	Unidad: m ³	\$ 271.037,76		
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OBrero (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	16	\$ 4.047,00
					\$ 4.047,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 121,41	
				\$ 121,41	
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
VOLQUETA 5 m ³	unidad	\$ 80.000,00	0,3	\$ 266.667,00	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O)				\$ 202,35	
				\$ 266.869,35	
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00

Fuente. Autores del proyecto



F3- Análisis de precios unitarios para muro de contención, talud #3.

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ANÁLISIS UNITARIO							
ITEM:	1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO			Unidad:	m ²	\$ 3.859,05
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
TOPOGRAFO (1)	\$ 80.000,00	1,8	\$ 144.000,00	150	\$ 960,00		
CADENERO (2)	\$ 77.000,00	1,8	\$ 138.600,00	300	\$ 462,00		
						\$ 1.422,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
VARA COMUN 4 MTS. DELGADA	unidad	\$ 3.813,00	0,05	\$ 191,00			
PUNTILLAS 2"	Kg	\$ 4.500,00	0,02	\$ 90,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14,05			
						\$ 295,05	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (ESTACION TOTAL)	unidad	\$ 40.000,00	20	\$ 2.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)				\$ 142,00			
						\$ 2.142,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	2.	EXCAVACIÓN MANUAL MATERIAL COMUN			Unidad:	m ³	\$ 24.420,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRERO (2)	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	10	\$ 12.950,00		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	10	\$ 9.250,00		
						\$ 22.200,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
						\$ 0,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 2.220,00			
						\$ 2.220,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	3.	ARMADURA DE ACERO (420 Mpa)			Unidad:	Kg	\$ 13.227,20
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBRERO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	42	\$ 1.542,00		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	42	\$ 2.202,00		
						\$ 3.744,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ACERO DE REFUERZO #4	Kg	\$ 2.600,00	1	\$ 2.600,00			
ACERO DE REFUERZO #5	Kg	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00			
ACERO DE REFUERZO #7	Kg	\$ 3.500,00	1	\$ 3.500,00			
ALAMBRE GALVANIZADO	Kg	\$ 2.800,00	0,07	\$ 196,00			
						\$ 9.296,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (5% M. DE O.)				\$ 187,20			
						\$ 187,20	
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	4.	SOLADO CONCRETO POBRE e=5cm (14 Mpa)			Unidad:	m ³	\$ 276.998,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	10	\$ 9.250,00		
OBREROS (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	10	\$ 6.475,00		
							\$ 15.725,00
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,6	\$ 45.000,00			
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	350	\$ 140.000,00			
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	180	\$ 9.000,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 9.700,00			
							\$ 203.700,00
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,5	\$ 56.000,00			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1.573,00			
							\$ 57.573,00
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
							\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM: 5. ENCOFRADO DEL MURO							Unidad: m ² \$ 25.351,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	40	\$ 2.313,00		
OBRREROS (2)	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	40	\$ 3.238,00		
						\$ 5.551,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
FORMALETA EN MADERA (1.5 m X 0.3 m)	ml	\$ 18.000,00	1	\$ 18.000,00			
DESPERDICIOS (5%)				\$ 1.800,00			
						\$ 19.800,00	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 555,10			
						\$ 0,00	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	6.	CONCRETO CIMENTACION Y MURO (21 Mpa)	Unidad:	m ³	\$ 385.743,00
I. MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	10	\$ 9.250,00
OBREROS (3)	\$ 105.000,00	1,85	\$ 194.250,00	10	\$ 19.425,00
					\$ 28.675,00
II. MATERIAL EN OBRA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	
ARENA	m ³	\$ 75.000,00	0,6	\$ 45.000,00	
CEMENTO	Kg	\$ 400,00	350	\$ 140.000,00	
AGUA	Ltrs	\$ 50,00	180	\$ 9.000,00	
TRITURADO	m ³	\$ 100.000,00	0,9	\$ 90.000,00	
DESPERDICIOS (5%)				\$ 14.200,00	
					\$ 298.200,00
III. EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
MEZCLADORA DE CONCRETO	unidad	\$ 28.000,00	0,5	\$ 56.000,00	
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 2.868,00	
					\$ 58.868,00
IV. TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO
					\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 						
ITEM: 7.	SISTEMA DE DRENAJE (GEODREN PLANAR)	Unidad: ml	\$ 90.329,00			
I. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	40	\$ 2.313,00	
OBROS (2)	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	40	\$ 3.238,00	
						\$ 5.551,00
II. MATERIAL EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
GEOTEXTIL PARA FILTROS	m ²	\$ 4.500,00	1	\$ 4.500,00		
GEORED DE DRENAJE	m ²	\$ 12.000,00	1	\$ 12.000,00		
TUBERIA PERFORADA 4" PVC CON FILTRO	ml	\$ 32.000,00	1	\$ 32.000,00		
GRAVA	m ²	\$ 75.000,00	0,48	\$ 36.000,00		
						\$ 84.500,00
III. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
HERRAMIENTA MENOR (5% M. DE O.)				\$ 278,00		
						\$ 278,00
IV. TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO	
						\$ 0,00



Fuente. Autores del proyecto

 		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA				
ITEM:	8.	RELLENO Y COMPACTACION MATERIAL GRANULAR			Unidad:	m ³ \$ 68.578,00
I. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO	
OBROS (2)	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	9	\$ 14.389,00	
						\$ 14.389,00
II. MATERIAL EN OBRA						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO		
MATERIAL SELECCIONADO (RECEBO)	m ³	\$ 37.750,00	1	\$ 37.750,00		
						\$ 37.750,00
III. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
COMPACTADORES PEQUEÑOS TIPO PLACA VIBRANTE	dia	\$ 75.000,00	5	\$ 15.000,00		
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1.439,00		
						\$ 16.439,00
IV. TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO	
						\$ 0,00

Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCANA					
ITEM:	9.	EMPRADIZACION CON BLOQUE DE CESPED			Unidad:	m ²	\$ 26.274,00
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OFICIAL (1)	\$ 50.000,00	1,85	\$ 92.500,00	12	\$ 7.708,00		
OBREIRO (1)	\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	12	\$ 5.396,00		
							\$ 13.104,00
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
CESPED	m ²	\$ 5.500,00	0,8	\$ 4.400,00			
ABONO	Kg	\$ 4.400,00	0,9	\$ 3.960,00			
ARENILLA	m ³	\$ 70.000,00	0,05	\$ 3.500,00			
							\$ 11.860,00
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
HERRAMIENTA MENOR (10% M. DE O.)				\$ 1.310,00			
							\$ 1.310,00
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
							\$ 0,00

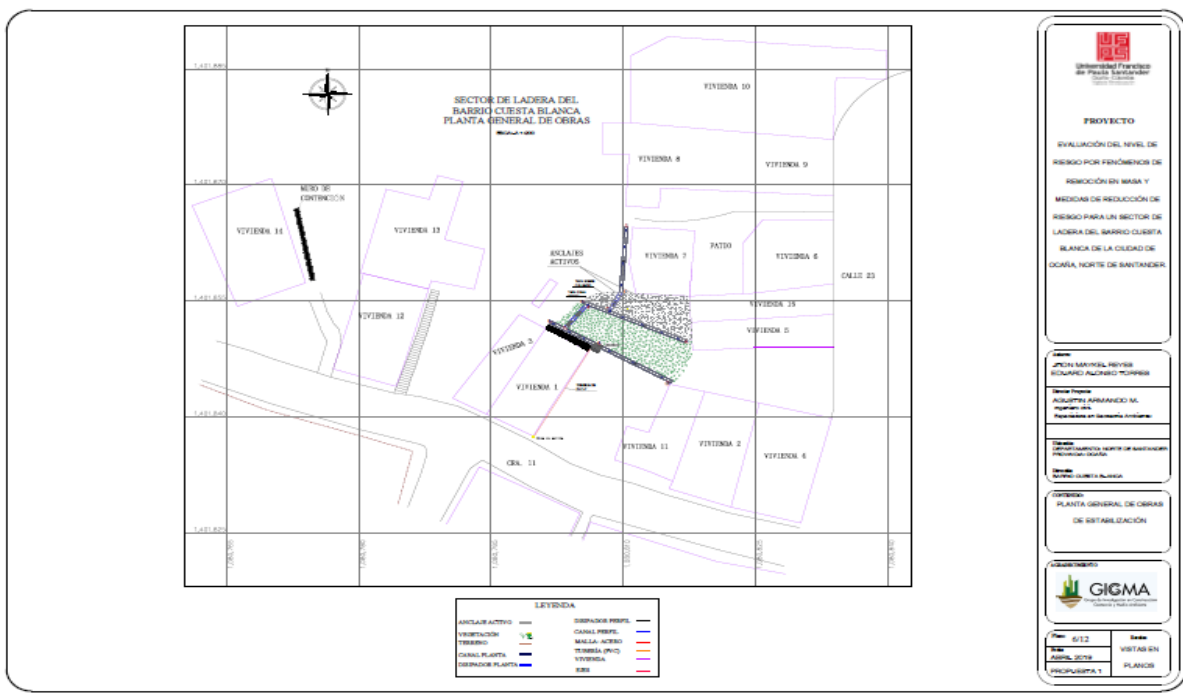
Fuente. Autores del proyecto

		UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
ITEM:	10.	RETIRO DE ESCOMBROS			Unidad:	m ³	\$ 275.408,52
I. MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO		
OBREROS (2)	\$ 70.000,00	1,85	\$ 129.500,00	16	\$ 8.094,00		
						\$ 8.094,00	
II. MATERIAL EN OBRA							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO-UNIT	CANTIDAD	VALOR UNITARIO			
SEÑALES TEMPORALES (3% M. DE O.)				\$ 242,82			
						\$ 242,82	
III. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIMIENTO	VALOR UNITARIO			
VOLQUETA 5 m3	unidad	\$ 80.000,00	0,3	\$ 266.667,00			
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O)				\$ 404,70			
						\$ 267.071,70	
IV. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	VOL.PESO	DISTANCIA	m ³ -Km	TARIFA	VALOR UNITARIO		
						\$ 0,00	

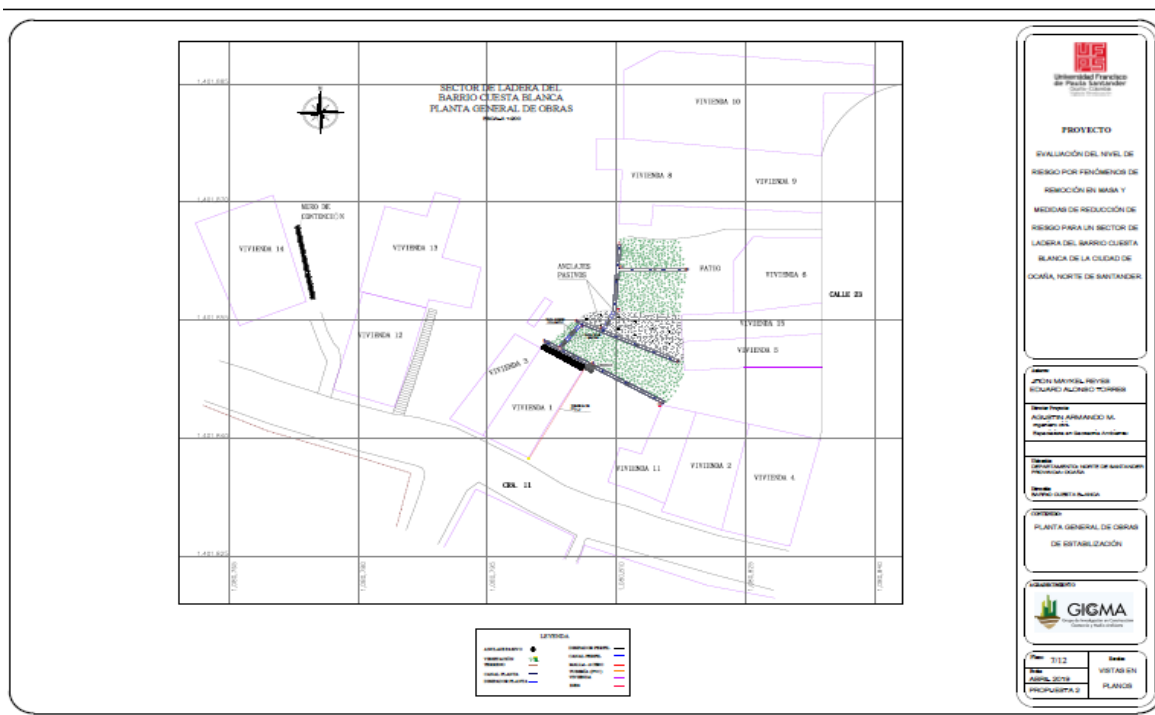
Fuente. Autores del proyecto

Apéndice G. Planos

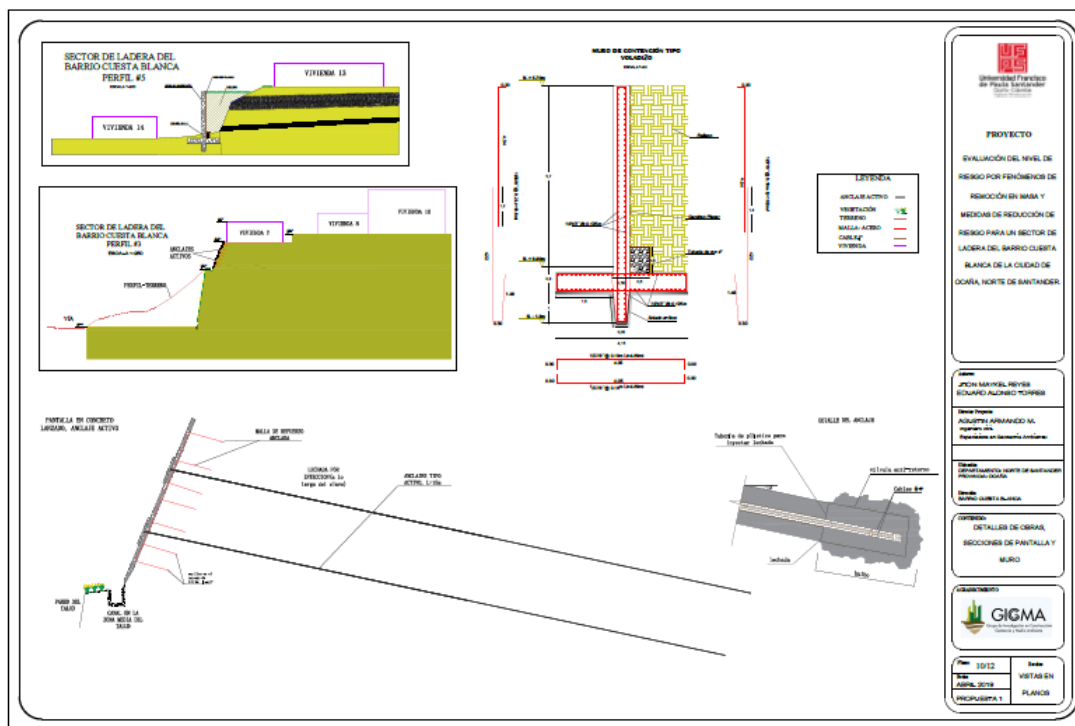
Plano de obra modelo 1



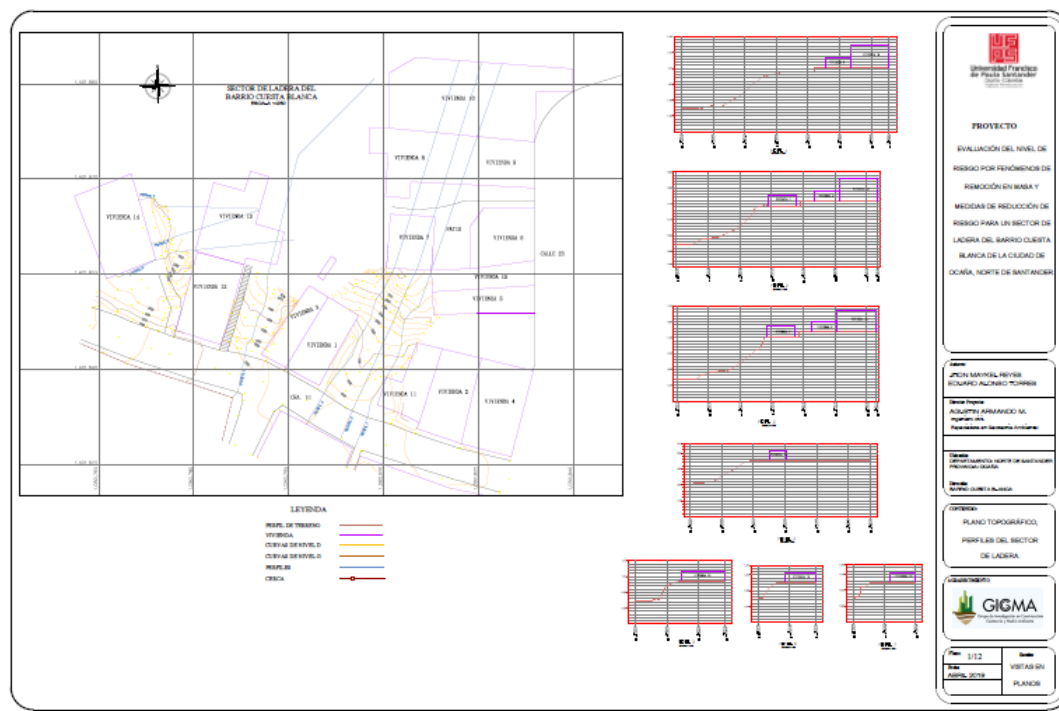
Plano de obra modelo 2.



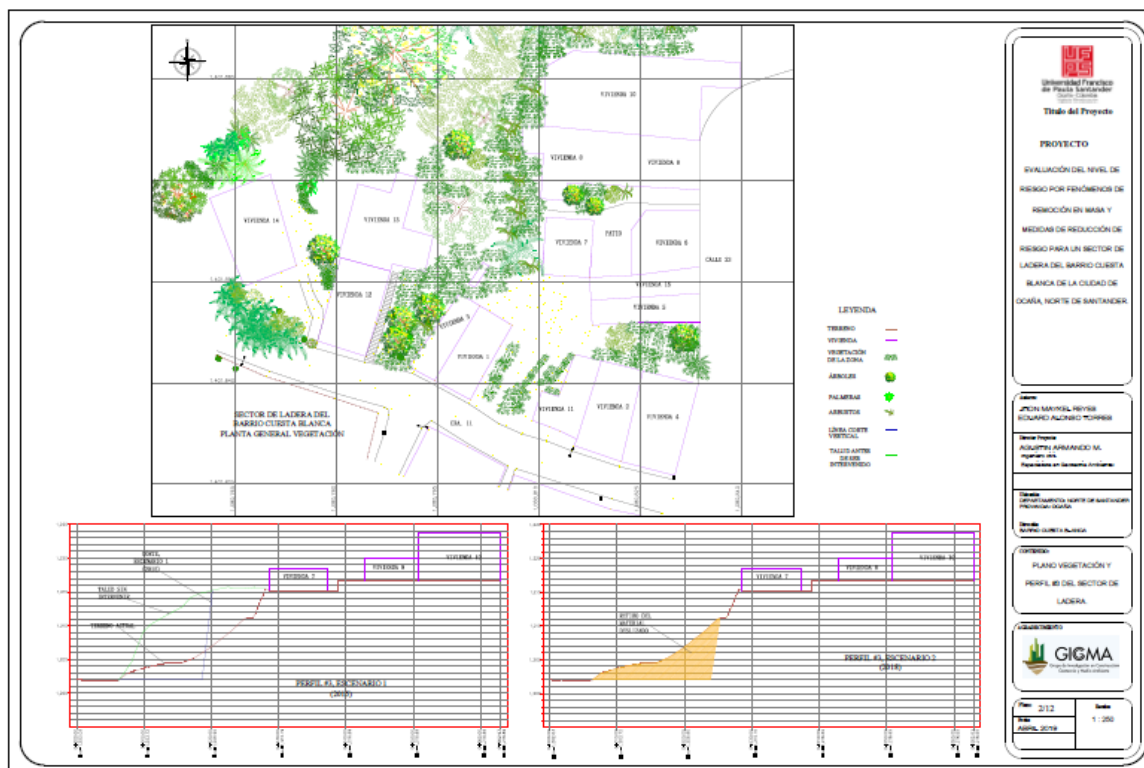
Plan de secciones y detalles-anclaje modelo 1.



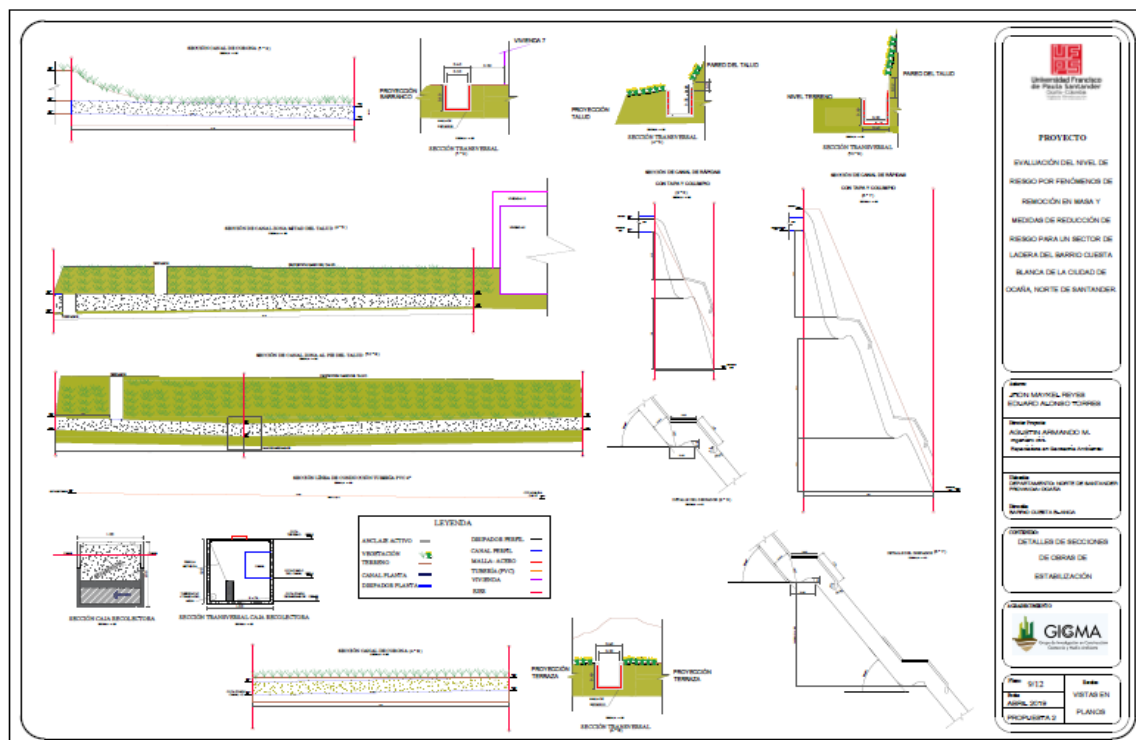
Plano topográfico



Plano vegetación



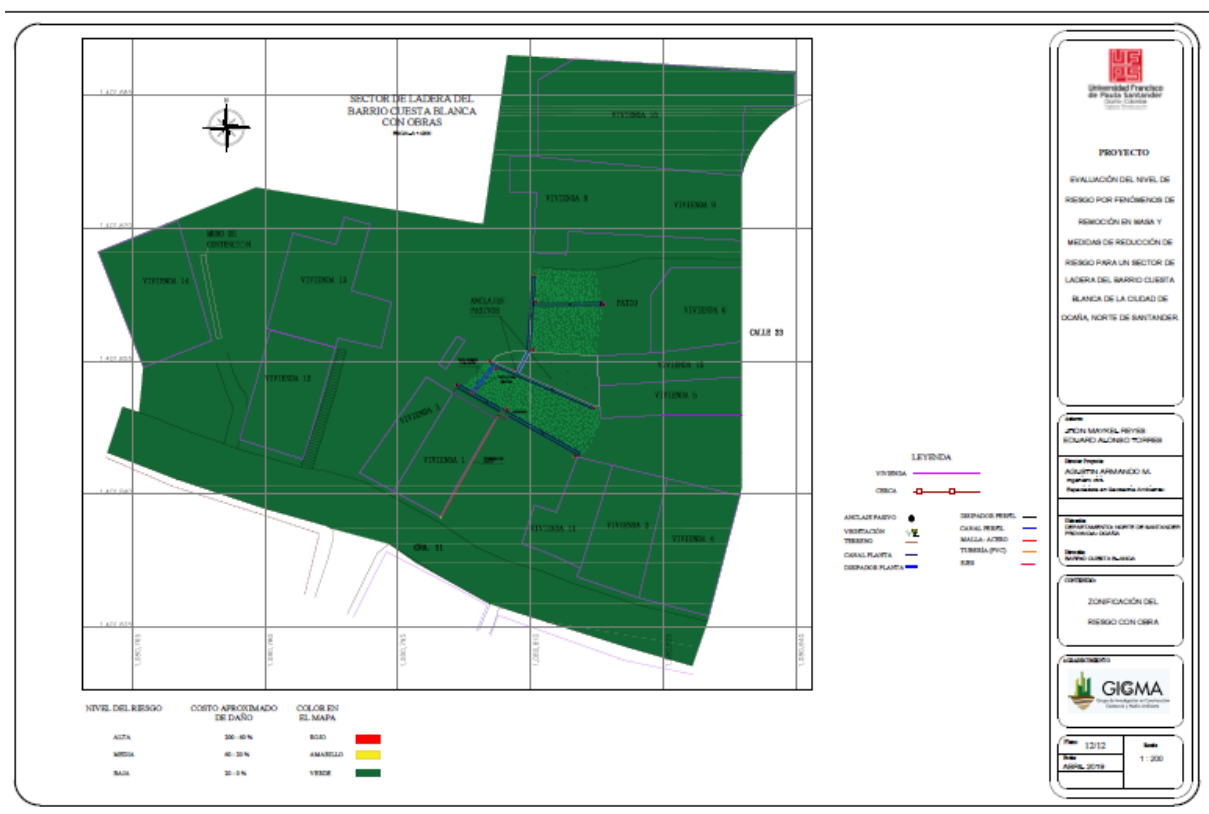
Plano de sección y detalles modelo 2



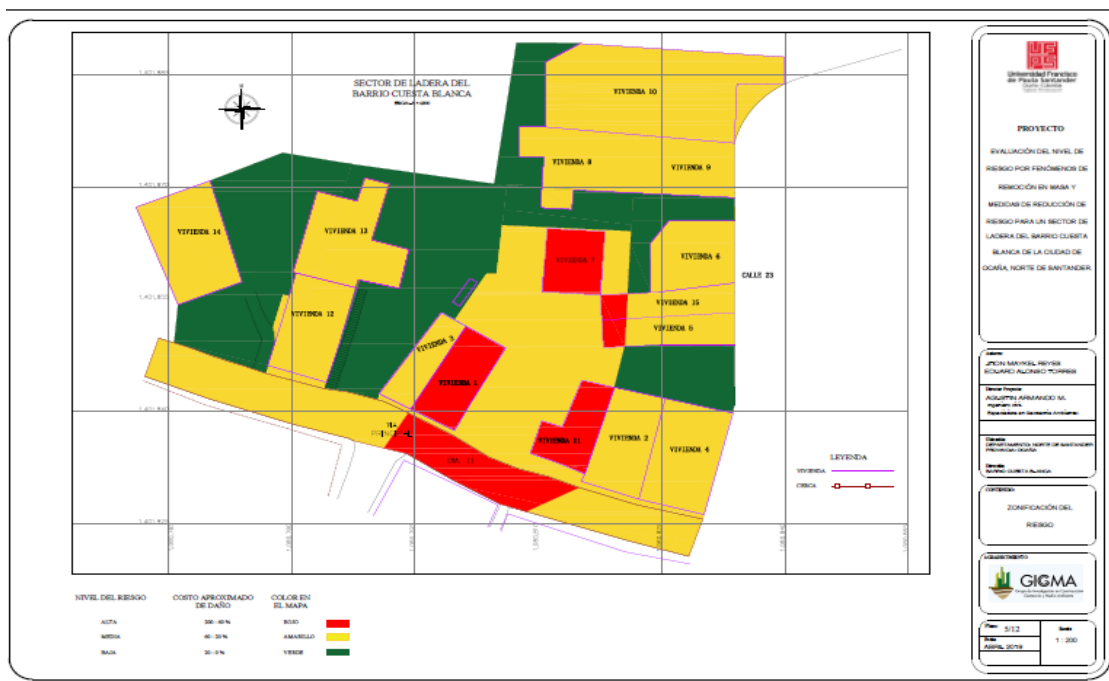
Zonificación amenaza



Zonificación riesgo con obra



Zonificación riesgo



Zonificación vulnerabilidad

