

Maestría en Ingeniería Civil

**Zonificación De Amenaza Por Procesos De Remoción En Masa a
Escala 1:1000 Para El Barrio Mirador De Corinto, Comuna 4
Municipio De Soacha, Cundinamarca, Bajo El Marco Del Convenio
Entre La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y La
Alcaldía De Soacha**

Luz Nelly Torres Martínez

Bogotá, D.C., 10 de abril de 2023

**Zonificación De Amenaza Por Procesos De Remoción En Masa a
Escala 1:1000 Para El Barrio Mirador De Corinto, Comuna 4
Municipio De Soacha, Cundinamarca, Bajo El Marco Del Convenio
Entre La Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito y La
Alcaldía De Soacha**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con
énfasis en Geotecnia**

Director

Ingeniero Carlos Eduardo Rodríguez Pineda, PhD

Bogotá, D.C., 10 de abril de 2023

La tesis de maestría titulada “Zonificación De Amenaza Por Procesos De Remoción En Masa a Escala 1:1000 Para El Barrio Mirador De Corinto, Comuna 4 Municipio De Soacha, Cundinamarca,”, presentada por Luz Nelly Torres Martínez, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Geotecnia.

Director de la tesis

Dr. Carlos Eduardo Rodríguez Pineda

Jurado

Ing. José Vicente Amórtegui

Jurado

Ing. Manuel García

Bogotá, D.C., Mayo 11 de 2023 (fecha de aceptación del trabajo por parte del jurado)

Agradecimientos

A la Alcaldía Municipal de Soacha por su apoyo en las visitas y su gestión social con la comunidad del barrio. Igualmente, por la ejecución de las Líneas de Refracción Sísmica.

A la empresa IGL por el suministro de la topografía e interpretación de las Líneas de Refracción Sísmica.

A la empresa Alfonso Uribe S y Cía. S.A. por la ejecución de las perforaciones.
Al laboratorio GEOQUARK LAB SAS por la ejecución de los ensayos de laboratorio.

Al Geólogo José Manuel Naranjo por su aporte en el componente geológico y geomorfológico.

Al Ing. Daniel Carvajal por su apoyo en el uso de software especializado y QGis.

A los auxiliares y dibujantes de INGEOTES SAS por su apoyo en temas varios.

A mis hijas que son mi fuerza e inspiración.

Resumen

Según el POT del municipio de Soacha el barrio de Mirador de Corinto actualmente está zonificado en su mayoría como una zona de amenaza Alta por procesos de remoción en masa, por tal motivo actualmente la comunidad de este sector enfrenta varias dificultades relacionadas con la falta de suministro de servicios públicos, la construcción de vías pavimentadas, entre muchos otros.

El barrio Mirador de Corinto es un asentamiento informal que inició en la década de los 80' según información suministrada por la Alcaldía de Soacha y desde ese año no ha parado su crecimiento se localiza en la Comuna 4 del Municipio de Soacha, dicha zona tuvo un uso precedente de extracción minera, por lo que se observan sectores con canteras abandonadas dejando escarpes con pendientes superiores a 45°.

Por tal motivo la Alcaldía Municipal de Soacha y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ECI, a través del programa de maestría de Ingeniería Civil, elaboró un convenio de colaboración cuyo objetivo es refinar y reclasificar la zonificación de amenaza del barrio por medio de un estudio técnico siguiendo la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa-Escala Detallada (Servicio Geológico Colombiano, 2015), por lo cual este trabajo se realizó con el fin de refinar y reclasificar la zonificación de amenaza mediante la generación de un mapa escala 1:1000.

Para ello inicialmente se realizó una recopilación de información de estudios existentes y de antecedentes con los cuales se determinó la geología, geomorfología, hidrogeología y las características sismológicas basándose en la información recopilada y en lo obtenido en la campaña exploratoria que se realizó en el barrio, dicha exploración también estuvo acompañada de la recuperación de muestras para ensayos de laboratorio que permitieron caracterizar geotécnicamente los materiales presentes.

Adicionalmente, se realizó una zonificación de susceptibilidad por procesos de remoción en masa basándose en la metodología para la zonificación de Amenaza por remoción en masa escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano, 2017). Esta zonificación permitió identificar las zonas susceptibles ante eventos de remoción tipo deslizamiento y caída de bloques de roca.

Identificadas las zonas susceptibles, se definió un modelo geológico geotécnico que permita determinar la estabilidad de la zona, para ello se definieron secciones de análisis que abarcaran toda la zona de estudio y a cada uno de ellos se les analizó la estabilidad en todos los escenarios posibles en los que se presenten mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla, tal como lo indica la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala 1:2000 (Servicio Geológico Colombiano , 2015).

La principal conclusión del trabajo es que con los resultados obtenidos en los análisis de estabilidad se reclasificó la amenaza en el Barrio Mirador de Corinto, obteniendo una mayor zona de amenaza Baja y Media y se disminuyó el área de Amenaza Alta, así mismo se pudo constatar que gran parte de la amenaza Alta en condición actual en el barrio se concentra en las zonas en que además de altas pendientes, se tiene un manejo deficiente de las aguas, siendo este el principal detonante. Por lo cual se efectuaron análisis de estabilidad incluyendo obras de mitigación enfocadas al manejo de aguas con el fin de verificar la efectividad de colocar filtros y sistemas de drenaje a futuro, con lo que se constató que dichas medidas reducen aún más la Amenaza en el Barrio.

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

Resumen	5
1 Introducción	20
1.1 Descripción del problema	21
1.2 Objetivos	27
1.2.1 Objetivo General	27
1.2.2 Objetivos Específicos	27
2 Recopilación de información y estudios existentes en la zona	28
2.1 Marco de antecedentes de problema	28
2.1.1 Zonificación geomecánica y de amenazas por movimiento en masa en el municipio de Soacha Cundinamarca zona urbana y de expansión urbana escala 1:5000 – INGEOMINAS 2012	28
2.1.2 Estudios de amenaza y vulnerabilidad por avenidas torrenciales e inundaciones en el municipio de Soacha- Cundinamarca – 2017. Universidad Nacional De Colombia.	39
2.1.3 Estudio de amenaza por remoción en masa en el Municipio de Soacha y el análisis de vulnerabilidad y riesgo en seis de los barrios de la comuna cuatro del municipio: Villa Mercedes I, Villa Mercedes II, La Isla, El Oasis, Santo Domingo Y Luis Carlos Galán ii-2002, Ingeniería y Geotecnia S.A.S.	47
2.1.4 Evaluación de riesgo por movimientos en masa del sector Altos De La Florida Soacha- Cundinamarca – Universidad Javeriana – 2019.	52
3 Estudios básicos	55
3.1 Topografía	55
3.2 Geología	56
3.2.1 Geología Regional	56
3.2.2 Litoestratigrafía	57
3.2.3 Geología estructural regional	58

3.3	Geología Local	59
3.3.1	Unidades de suelo	60
3.3.2	Unidades de roca.....	61
3.4	Geología estructural local	63
3.4.1	Análisis cinemáticos	64
3.5	Aspectos hidrogeológicos.....	67
3.5.1	Lluvia	68
3.5.2	Posición nivel freático condición normal	74
3.5.3	Posición nivel freático condición extrema	74
3.6	Geomorfología	74
3.6.1	Unidades geomorfológicas.....	75
3.7	Morfodinámica.....	75
3.7.1	Inventario de procesos y análisis multitemporal	76
3.7.2	Desarrollo del taller	77
3.7.3	Conclusiones del taller	79
3.7.4	Análisis multitemporal de fotografías aéreas	80
3.7.5	Erosión Hídrica Concentrada.....	90
3.7.6	Movimientos en Masa.....	90
3.7.7	Clasificación y descripción de movimientos.....	91
3.8	Uso del suelo	98
3.9	Sismología	102
4	Exploración del subsuelo	103
4.1	Exploración del subsuelo.....	103
4.1.1	Exploración directa.....	103
4.1.2	Exploración indirecta.....	114
4.2	Interpretación de resultados.....	116
4.2.1	Definición de los perfiles de meteorización.....	121
5	Análisis de Susceptibilidad	130
5.1	Susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento.....	130
5.2	Susceptibilidad por caída de rocas.....	138

5.3	Susceptibilidad por procesos de remoción en masa.....	142
6	Definición del modelo geológico geotécnico.	143
6.1	Caracterización geomecánica de los estratos.....	155
6.2	Parámetros geotécnicos utilizados en estudios anteriores	160
6.2.1	Caracterización del macizo rocoso.....	161
6.2.2	Parámetros de resistencia adoptados para el análisis.....	170
7	Análisis de estabilidad y clasificación de amenaza	175
7.1	Resultados de las modelaciones en condición actual y zonificación de amenaza según metodología del Servicio Geológico Colombiano	181
7.2	Resultados de las modelaciones considerando un nivel freático a -3.0 m de profundidad y zonificación de amenaza según el criterio Servicio Geológico Colombiano	227
7.3	Resultados de las modelaciones en condición actual y zonificación de amenaza según el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida.....	234
7.4	Resultados de las modelaciones considerando un nivel freático a -3.0 m de profundidad y zonificación de amenaza según el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida	273
7.5	Resultados de Análisis de caída de bloques.....	280
7.6	Zonificación de amenaza condición actual del Barrio.....	281
7.7	Zonificación de amenaza con un manejo y control del agua	283
8	Conclusiones y recomendaciones	284
9	Bibliografía.....	289

Índice de tablas

Tabla 2.1 Clasificación de amenaza según factores de seguridad (Servicio Geológico Colombiano, 2012).	37
Tabla 2.2. Matriz de pesos de pares comparados.....	46
Tabla 2.3. Criterios de calificación de la amenaza por deslizamientos, para probabilidad de falla anual (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).....	54
Tabla 2.4. Criterios de calificación de la amenaza por deslizamientos para probabilidad de falla en 50 años (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).	54
Tabla 3.1.Principales discontinuidades del macizo rocoso.....	64
<i>Tabla 3.2. Parámetros estadísticos.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3.3. Cálculo de cambio del nivel freático en diferentes periodos de tiempo.....</i>	<i>74</i>
Tabla 3.4. Valores de número de curva para diferentes grupos hidrológicos y usos del suelo, (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2010).....	99
Tabla 3.5. Convenciones asignadas para la cartografía.....	100
Tabla 3.6. Principales características de las unidades de usos del suelo y de cobertura vegetal de la zona de estudio. Fuente propia.....	101
<i>Tabla 3.7. Amenaza sísmica en la zona de estudio. Fuente AIS.....</i>	<i>102</i>
Tabla 3.8. Valores de aceleración para diferentes periodos de retorno en el municipio de Soacha-Cundinamarca. (Datos obtenidos de la página del SGC).....	102
Tabla 4.1. Coordenadas de los ensayos geofísicos (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).	114
Tabla 4.2. Comparación en ingeniería de la clasificación de perfiles de meteorización (Deere & Patton , 1971).....	119
Tabla 4.3. Tabla comparativa de perfiles de meteorización de diferentes autores (Vallejo, 2002)	119
Tabla 4.4. Perfil general de meteorización en materiales de origen sedimentario (Suarez Diaz, 1998)	120
Tabla 5.1. Clases del Factor condicionante Pendiente, (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	133
Tabla 5.2. Clases del Factor condicionante Curvatura, (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	133

Tabla 5.3. Clases del Factor condicionante de UGS (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	134
Tabla 5.4. Clases del Factor condicionante de uso del suelo (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	134
Tabla 5.5. Categorización de la susceptibilidad por zonas de inicio de movimientos en masa tipo Caída (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	139
Tabla 5.6. Categorización de la susceptibilidad por zonas de depósito de movimientos tipo caída (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	139
Tabla 5.7. Matriz para la categorización de la susceptibilidad por movimientos tipo caída (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	141
Tabla 5.8. Matriz de comparación entre zonas de susceptibilidad por diferentes tipos de movimiento en masa (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	142
Tabla 6.1. Ensayo de compresión simple en muestras suelo.	155
<i>Tabla 6.2. Ensayo de compresión simple en muestras de roca.</i>	156
<i>Tabla 6.3. Ensayo de carga puntual en muestras en roca.</i>	156
<i>Tabla 6.4. Ensayos de corte directo en suelos.</i>	156
<i>Tabla 6.5. Ensayos de tracción indirecta.</i>	157
<i>Tabla 6.6. Parámetros geomecánicas utilizados en los análisis de estabilidad del estudio de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Soacha (Servicio Geológico Colombiano, 2012).</i>	160
<i>Tabla 6.7. Parámetros geomecánicas tomados del estudio de la evaluación de riesgo por movimientos en masa sector Altos de la Florida (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).</i>	161
<i>Tabla 6.8. Parámetros geomecánicas tomados del estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto de vivienda y obras de acueducto y alcantarillado del barrio el Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)</i>	161
Tabla 6.9. Clasificación Geomecánica para el Macizo Rocoso – RMR para la Arenisca Labor Tierna.	163
<i>Tabla 6.10. Parámetros base Unidad de Roca Formación Arenisca Labor Tierna.</i>	165
<i>Tabla 6.11. Clasificación Geomecánica para el Macizo Rocoso – RMR para la Arenisca Dura.</i>	168
Tabla 6.12. Parámetros base Unidad de Roca Formación Arenisca Dura.	169

Tabla 6.13. Tabla resumen de parámetros medios y desviaciones estándar para cada uno de los estratos que se encuentran en el barrio Mirador de Corinto.	172
Tabla 6.14. Resumen de parámetros y valores estadísticos para cada uno de los estratos para los análisis sobre el barrio Mirador de Corinto.	174
Tabla 6.15. Escenarios de variación de nivel freático evaluados.	174
Tabla 6.16. Escenarios sísmicos evaluados.	175
Tabla 7.1. Zonificación detallada de amenaza según la probabilidad de falla anual (Servicio Geológico Colombiano , 2015).....	180
Tabla 7.2. Criterios de zonificación de la amenaza según el estudio de Altos de la Florida, Soacha (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).	180
Tabla 7.3. Distancias máximas recorridas según el análisis de caídas de bloques.	280

Índice de figuras

Figura 2.1. Mapa geológico regional del municipio de Soacha mostrando el área de estudio barrio Mirador de Corinto (tomado de la plancha 246 -Fusagasugá del INGEOMINAS, 1998)	29
Figura 2.2. Zonificación de unidades geológicas superficiales sobre el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).....	31
Figura 2.3. Zonificación de inventarios de movimientos en masa sobre el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).....	33
Figura 2.4. Localización de puntos de exploración en la comuna IV (Servicio Geológico Colombiano, 2012).	34
Figura 2.5. Evaluación del drenaje Barrio Mirador de Corinto; a) Drenaje natural del barrio Mirador de Corinto; b) Vertimiento de agua servida sobre las laderas del barrio Mirador de Corinto. Fuente: Servicio Geológico Colombiano-2012.....	35
Figura 2.6. Vertimiento del agua en el Barrio Mirador; a) Agua servida que drena sobre la vía de acceso al barrio La Isla; b) Cantera barrio Mirador de Corinto, encima de la cual las viviendas vierten sus aguas servidas. Fuente: Servicio Geológico Colombiano-2012.....	35
Figura 2.7. Zonificación de amenaza escenario crítico para el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).....	38

Figura 2.8. Zonificación de amenaza escenario extremo para el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).....	38
Figura 2.9. Zonas susceptibles a eventos torrenciales (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017); a) IVET para las cuencas objeto de estudio; b) Parámetros de Wilford para las microcuencas del objeto de estudio.....	41
Figura 2.10. Mapa geológico regional del municipio de Soacha mostrando el área de estudio (tomado de las planchas 246 –Fusagasugá y 227- La Mesa del INGEOMINAS, 1998). ..	42
Figura 2.11. Mapa de zonificación de amenaza comuna 4 (Servicio Geológico Colombiano, 2012)	43
Figura 2.12. Zonificación de susceptibilidad a la erosión comuna 4 (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).	45
Figura 2.13. Mapa de la componente geomorfológica para el casco urbano principal (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).	46
Figura 2.14. Mapa de áreas de amenaza por avenidas Torrenciales Zona Urbana (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).	47
Figura 2.15. Plano Geológico del barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)	48
Figura 2.16. Plano Geomorfológico y de procesos del barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)	49
Figura 2.17. Zonificación de amenaza del Barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002).	51
Figura 2.18. Marco de referencia para evaluación de riesgo por Movimientos en Masa y la toma de decisiones (Servicio Geológico Colombiano , 2015).....	52
<i>Figura 3.1. Geología general de la zona de estudio, Fuente: Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá, (Servicio Geológico Colombiano, 2005).</i>	56
<i>Figura 3.2. Principales rasgos estructurales de la zona de estudio Fuente: Informe Geología de la Sabana de Bogotá, (Servicio Geológico Colombiano, 2005).</i>	59
<i>Figura 3.3. Columna geológica estratigráfica del Barrio Mirador de Corinto (Fuente: propia)</i>	60
Figura 3.4. Diagrama de planos principales (Fuente: propia)	65

Figura 3.5. Diagrama de falla planar (Fuente: propia).....	65
Figura 3.6. Diagrama de falla en cuña (Fuente: propia)	66
Figura 3.7. Diagrama de falla por volcamiento (Fuente: propia).....	66
Figura 3.8. Ubicación de la estación más cercana a la zona del proyecto.....	70
Figura 3.9. Distribución de Lluvia mensual. Promedio multianual.....	70
Figura 3.10. Distribución anual de la infiltración para la Estación Casablanca.	71
Figura 3.11. Representación de los términos utilizados para calcular la profundidad del nivel freático en un periodo de retorno de 20 años.....	72
Figura 3.12. Encuesta taller de socialización Estudio de Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa escala 1:1000 barrio Mirador de Corinto. Soacha. Elaboración Propia.	78
Figura 3.13. Esquema de Datos recopilados del Barrio Mirador de Corinto.	80
Figura 3.14. Análisis fotogeológico vuelo de 1976. Nótese la ausencia de procesos erosivos, aunque con baja cobertura vegetal al interior de la zona de estudio; no obstante, en el perímetro y zona de influencia directa del área se manifiestan canteras activas y carcavamiento	81
Figura 3.15. Análisis fotogeológico vuelo de 1998. Nótese la ausencia de procesos erosivos concentrados o profundos al interior de la zona de estudio, aunque con muy baja cobertura vegetal. Las explotaciones activas se concentran por fuera del sector, hacia el noroccidente, cada vez con menor expansión debido al crecimiento urbanístico.	81
Figura 3.16. Análisis imágenes de 2001 y 2010. Continúa el desarrollo de viviendas y vías en la zona, dando lugar a la generación de procesos erosivos localizados del tipo surcos.	82
Figura 3.17. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2009.	83
Figura 3.18. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth de febrero 2012.	83
Figura 3.19. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth del octubre 2012.....	84
Figura 3.20. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2013.	84
Figura 3.21. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2015.	85

Figura 3.22. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth del 2016.....	85
Figura 3.23. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y depósitos inactivos, imagen de Google Earth del 2019.	86
Figura 3.24. Deslizamiento superficial sobre suelo residual depósitos coluviales, imagen de Google Earth del 2020.	87
Figura 3.25. Fotografías de la ortofoto realizada sobre el barrio Mirador de Corinto en el 2021.	88
Figura 3.26. Procesos de remoción en masa identificados sobre el barrio Mirador de Corinto.	89
Figura 3.27. Zonas en las que se identificaron caídas y depósitos de rocas recientes.....	89
Figura 3.28. Clasificación de procesos de remoción en masa según Varnes (National Research Council (U.S.); Schuster , R.L. ; Krizek, R.J., 1978).	91
Figura 3.29. Fotografía de dos zonas en las que se presentan pendientes mayores a 45° por la presencia de caída de bloques de roca, en las cuales el escarpe puede haber sido por efecto de explotación de materiales, donde posteriormente se construyeron viviendas en el patio de dicha explotación.	92
Figura 3.30. Fotografía de las zonas de escarpe con pendientes mayores a 45° de un antiguo frente de explotación minera.	93
Figura 3.31. Esquema de los deslizamientos superficiales encontrados sobre la zona de la quebrada.	94
Figura 3.32. Esquema de los movimientos al costado oriental del barrio.	95
Figura 3.33. Fotografía de la zona donde se observan múltiples escarpes de deslizamiento al costado oriental del barrio mirador de Corinto.	95
Figura 3.34. Esquema de los deslizamientos ubicados en la zona alta de la ladera.	96
Figura 3.35. Esquema de los movimientos tipo deslizamientos presentados en la zona baja de la ladera.	97
Figura 3.36. Esquema de las imágenes del 2009 y del 2013 del deslizamiento 17.	97
<i>Figura 4.1. Plano de localización de la exploración realizada, que consistió de perforaciones con toma de muestras, apiques y líneas de refracción sísmica realizadas en el sector de Mirador de Corinto, fuente Propia.</i>	<i>104</i>
<i>Figura 4.2. Registro de exploración de la perforación 1 y 2.....</i>	<i>105</i>

<i>Figura 4.3. Registro de exploración de la perforación 3 y 4.....</i>	106
<i>Figura 4.4. Registro de exploración de la perforación 5.</i>	107
<i>Figura 4.5. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 1.....</i>	109
<i>Figura 4.6. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 2.....</i>	110
<i>Figura 4.7. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 3.....</i>	111
<i>Figura 4.8. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 4.....</i>	112
<i>Figura 4.9. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 5.....</i>	113
<i>Figura 4.10. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L1 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).</i>	114
<i>Figura 4.11 Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L2 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).</i>	115
<i>Figura 4.12. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L3 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).</i>	115
<i>Figura 4.13. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L4 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).</i>	115
<i>Figura 4.14. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L5 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).</i>	116
<i>Figura 4.15. Mapa de geología superficial del barrio Mirador de Corinto tomado del mapa de las unidades geológicas superficial de la comuna 4 (Servicio Geológico Colombiano, 2012).</i>	116
<i>Figura 4.16. Perfil de Meteorización de rocas metamórficas e ígneas (Deere & Patton , 1971).</i>	118
<i>Figura 4.17. Esquema horizontes de meteorización perforación 1. Fuente Propia.....</i>	122
<i>Figura 4.18. Proyección de la perforación 1 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 2.....</i>	123
<i>Figura 4.19. Esquema horizontes de meteorización perforación 2. Fuente Propia.....</i>	124
<i>Figura 4.20 Proyección de la perforación 2 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 3.....</i>	125

<i>Figura 4.21. Esquema horizontes de meteorización perforación 3. Fuente Propia.</i>	126
<i>Figura 4.22. Proyección de la perforación 3 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 4.</i>	127
<i>Figura 4.23. Esquema horizontes de meteorización perforación 4. Fuente Propia.</i>	128
<i>Figura 4.24. Esquema horizontes de meteorización perforación 5. Fuente Propia.</i>	129
<i>Figura 4.25. Proyección de la perforación 5 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 5.</i>	130
Figura 5.1. Relación deslizamientos L y factor condicionante w (Servicio Geológico Colombiano , 2017).	131
Figura 5.2. Mapa de Pendientes según la clasificación del SGC, 2017.	135
Figura 5.3. Mapa de Curvatura según la clasificación del SGC, 2017.	135
Figura 5.4. Mapa de LSI de Mirador de Corinto para la combinación 1 de factores condicionantes: Pendiente, Curvatura, UGS y Uso del suelo	135
Figura 5.5. Curva de éxito para la combinación 1 de factores condicionantes.	136
Figura 5.6. Mapa de LSI para la combinación 2 de factores condicionantes.	137
Figura 5.7. Curva de éxito para la combinación 2 de factores condicionantes.	137
Figura 5.8. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento para el barrio Mirador de Corinto.	138
Figura 5.9. Mapa de Susceptibilidad por zonas de inicio de movimientos en masa tipo Caída.	140
Figura 5.10. Mapa de Susceptibilidad por zonas de depósito de movimientos tipo caída.	140
Figura 5.11. Mapa de Susceptibilidad por movimientos tipo caída.	141
Figura 5.12. Mapa de susceptibilidad ante movimientos en masa tipo deslizamiento y caída de bloques de roca.	143
<i>Figura 6.1. Esquema del Barrio Mirador de Corinto y de los perfiles de análisis. Elaboración propia.</i>	144
Figura 6.2. Fotografía del registro tomado durante la exploración directa donde se evidencia la roca meteorizada.	145
Figura 6.3. Plano en Planta del modelo Geológico Geotécnico. Elaboración propia.	147
<i>Figura 6.4. Perfiles de análisis del modelo Geológico Geotécnico.</i>	155
<i>Figura 6.5. Parámetros de resistencia al corte obtenidos a partir de los ensayos SPT en campo en el Suelo residual.</i>	159

<i>Figura 6.6. Parámetros de resistencia al corte obtenidos a partir de los ensayos SPT en campo en la Roca Meteorizada.</i>	159
<i>Figura 6.7. Clasificación de la Formación Arenisca Labor Tierna a partir de la metodología del GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002).</i>	166
<i>Figura 6.8. Parámetros de resistencia del macizo rocoso de la Formación arenisca labor tierna a partir del criterio GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002).</i>	166
<i>Figura 6.9. Parámetros de resistencia del macizo rocoso de la Formación Arenisca labor tierna a partir del criterio GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002).</i>	170
Figura 6.10. Grafica de caja y Bigotes de los valores de cohesión del suelo residual de la Formación Arenisca Labor Tierna.	171
<i>Figura 6.11. Análisis por retro cálculo para el suelo residual en el perfil 11.</i>	173
<i>Figura 6.12. Análisis por retro cálculo para el suelo coluvial activo en el perfil 13.</i>	173
Figura 7.1. Asignación de propiedades mecánicas a las diferentes unidades geotécnicas que componen los perfiles geotécnicos de análisis.	178
Figura 7.2. Esquema de ejemplo de los límites de análisis para condición parta alta, parte media y baja de la sección 1.	179
Figura 7.3. Mapa de Amenaza en condición actual según el criterio del Servicio Geológico Colombiano (2015).	282
Figura 7.4. Mapa de Amenaza en condición actual según el criterio del Estudio de Altos de la Florida (2019).	282
Figura 7.5. Mapa de Amenaza con un adecuado manejo de aguas según el criterio del Servicio Geológico Colombiano (2015).	283
Figura 7.6. Mapa de Amenaza con un adecuado manejo de aguas según el criterio del Estudio de Altos de la Florida (2019).	284
Figura 8.1. Comparación entre la zonificación de amenaza (a) Mapa de amenaza según la zonificación del estudio de Altos de Florida;(b) Mapa de amenaza según la zonificación del Servicio Geológico Colombiano (2015); (c) Mapa de amenaza obtenida por el Servicio Geológico Colombiano en el 2012.	286
Figura 8.2. Comparación entre la zonificación de amenaza en la condición actual (a) y la obtenida con un adecuado manejo de aguas (b).	288

Índice de imágenes

Imagen 1.1. Localización Barrio Mirador de Corinto Comuna 4 Soacha, Cundinamarca. Fuente: Sistema de Información Geográfico Alcaldía Municipal de Soacha.....	21
Imagen 1.2. Barrio mirador de Corinto y barrios vecinos colindantes. Fuente: Sistema de Información geográfico de la Alcaldía Municipal de Soacha.....	24
Imagen 1.3. Zonificación de Amenaza a escala 1:5000 generada por el estudio del SGC en 2012.	27
Imagen 3.1. Afloramiento de roca en el barrio Mirador de Corinto. Fuente Propia	63

Índice de Fotos

Fotografía 1.1. Vista viviendas en material reciclado. Fuente: Propia	22
Fotografía 1.2. Vista viviendas sobre vías principales del barrio. Fuente: Propia.....	22
Fotografía 1.3. Vista viviendas en ampliación o construcción nueva. Fuente: Propia.....	23
Fotografía 1.4. a) Vista fisura en muros y cimentación por movimientos del suelo de apoyo; b) Vista de vivienda en construcción recientemente afectada por deslizamiento local Fuente: Propia	23
Fotografía 1.5. Vista vías internas peatonales. Fuente: Propia.	24
Fotografía 1.6. Vista de los asentamientos en la parte alta y baja de escarpes dejados por canteras abandonadas. Fuente: Propia.	25
Fotografía 1.7. a) Vista del vertimiento de aguas lluvias y servidas sobre la ladera b) Drenaje natural que conduce las aguas a la Laguna Terreros. Fuente: Propia.	26
Fotografía 3.1. Desarrollo del taller de socialización Estudio de Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa escala 1:1000 barrio Mirador de Corinto. Soacha. Elaboración Propia.	79

Índice de anexos

ANEXO A - Registro fotográfico y Registros de perforación aledaños
ANEXO B - Informe de líneas de refracción sísmica
ANEXO C - Memorias de calculo
ANEXO D - Ensayos de laboratorio
ANEXO E - Análisis de estabilidad
ANEXO F – Planos en plataforma QGis

1 Introducción

Por lo general los barrios conformados en las laderas alrededor de Bogotá inician como asentamientos ilegales o informales cuyas construcciones son realizadas con materiales reciclados, en mampostería simple y la cimentación está conformada por vigas apoyadas en tiras o muretes de concreto ciclópeo o piedra pegada con tierra.

En la mayoría de los casos estos asentamientos informales se conforman en zonas de alta pendiente cuyas condiciones topográficas, geomorfológicas, geológicas y geotécnicas generan que estas zonas sean inestables y presenten una amenaza alta ante procesos de remoción en masa. Al presentarse estas condiciones en estos asentamientos las autoridades no legalizan los barrios y no invierten en la infraestructura de estas zonas.

Según el POT del municipio de Soacha el barrio de Mirador de Corinto actualmente está catalogado en su mayoría como una zona de amenaza Alta por procesos de remoción en masa, por tal motivo actualmente la comunidad de este sector enfrenta varias dificultades relacionadas con la falta de suministro de servicios públicos, la construcción de vías pavimentadas, entre muchos otros.

Por tal motivo la Alcaldía Municipal de Soacha y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ECI, a través del programa de maestría de Ingeniería Civil, elaboraron un convenio de colaboración cuyo objetivo es refinar y reclasificar la zonificación de amenaza del barrio por medio de un estudio técnico siguiendo la Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa-Escala Detallada (Servicio Geológico Colombiano , 2015).

A continuación, se describe la problemática que presenta el barrio, los objetivos de este estudio y se abarca la información recopilada de los estudios existentes. Posteriormente se menciona la geología, geomorfología, hidrogeología, morfodinámica, el uso del suelo y las características sísmicas que se presentan en la zona de estudio.

Consecutivamente, se describe el análisis de susceptibilidad y la exploración geotécnica realizada junto con la interpretación que se hizo para la definición de modelo geológico

geotécnico que se utilizó para evaluar la estabilidad de la zona y con la cual se zonificó la amenaza del Barrio Mirador de Corinto.

1.1 Descripción del problema

El barrio Mirador de Corinto localizado en la Comuna 4 del Municipio de Soacha es un asentamiento informal que inició en la década de los 80 según información suministrada por la Alcaldía de Soacha y desde ese año no ha parado su crecimiento. Ver Imagen 1.1.



Imagen 1.1. Localización Barrio Mirador de Corinto Comuna 4 Soacha, Cundinamarca. Fuente: Sistema de Información Geográfica Alcaldía Municipal de Soacha

Las viviendas informales que han sido construidas corresponden en su mayoría a construcciones de 1 y 2 pisos con sistema de mampostería simple y cimentación conformada por vigas apoyadas en tiras o muretes de concreto ciclópeo o piedra pegada con tierra o mampostería.

Se encuentran también viviendas que corresponden a construcciones hechas con madera, materiales sobrantes de construcción y reciclaje, apoyadas directamente sobre el terreno sin cimentación, ni placa de piso o como se observa en las fotos siguientes, apoyadas sobre postes de madera al borde laderas de alta pendiente. Fotografía 1.1.



Fotografía 1.1. Vista viviendas en material reciclado. Fuente: Propia

Sobre las vías principales del barrio en límites con Bogotá, sobre todo, se observan viviendas de hasta 3 pisos de altura, algunas con mampostería confinada. Fotografía 1.2.



Fotografía 1.2. Vista viviendas sobre vías principales del barrio. Fuente: Propia.

En muchos sectores del barrio se observan construcciones en proceso ya sea de nuevas viviendas o ampliaciones en área (en los patios) y en altura de las existentes. Fotografía 1.3.



Fotografía 1.3. Vista viviendas en ampliación o construcción nueva. Fuente: Propia.

En algunos sectores del barrio las viviendas existentes presentan fisuras y grietas en los muros asociadas a movimientos del terreno y el precario método de construcción y materiales utilizados. Fotografía 1.4.



Fotografía 1.4. a) Vista fisura en muros y cimentación por movimientos del suelo de apoyo; b) Vista de vivienda en construcción recientemente afectada por deslizamiento local Fuente: Propia

La red vial del barrio está conformada por las vías vehiculares periféricas que lo limitan al norte con el barrio Santo Domingo y Bogotá D.C., al oriente con Bogotá D.C. y al occidente con el barrio Paraíso de Corinto. Ninguna de estas vías se encuentra pavimentada, únicamente en el límite con el Distrito al oriente fuera del barrio se tiene una vía pavimentada. Internamente se tiene una vía principal vehicular que atraviesa el barrio en sentido oriente-occidente sin pavimentar y algunas derivaciones de dicha vía hacia sectores al suroriente del barrio. Imagen 1.2.



Imagen 1.2. Barrio mirador de Corinto y barrios vecinos colindantes. Fuente: Sistema de Información geográfico de la Alcaldía Municipal de Soacha.

Internamente en el barrio las viviendas se conectan mediante vías peatonales, en algunos sectores con pendientes mayores a 45° , sin ningún acabado superficial, con precarios sistemas de drenaje y estabilidad. Fotografía 1.5.



Fotografía 1.5. Vista vías internas peatonales. Fuente: Propia.

La zona del barrio tuvo un uso precedente de extracción minera, por lo que se observan sectores con canteras abandonadas, dejando escarpes con pendientes superiores a 45° que han generado depósitos coluviales, algunos todavía activos. Estos depósitos también se evidencian en zonas aledañas a cauces de escorrentías existentes donde permanecen inactivos. En zonas de pendiente suave se han identificado superficialmente suelos

residuales de las Formaciones Arenisca Dura, Arenisca de Labor y de la Formación Guaduas (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

Estos suelos se han caracterizado como arenoarcillosos de consistencia firme a muy firme con espesores no mayores a 3 m.

Igualmente, en el barrio se observan Planicies o Excavaciones de canteras (Ap) que corresponden a los patios de las antiguas canteras que fueron rellenados para el acopio de materiales o manejo de maquinaria (Servicio Geológico Colombiano, 2012). Esas planicies fueron utilizadas para los asentamientos informales y presentan una amenaza ante procesos de remoción en masa al estar presentes en los bordes de los escarpes dejados por el proceso minero. Fotografía 1.6.



Fotografía 1.6. Vista de los asentamientos en la parte alta y baja de escarpes dejados por canteras abandonadas. Fuente: Propia.

En cuanto al drenaje de aguas lluvias y servidas en algunos sectores al borde de escarpes dejados por frentes de explotación minera se observa vertimiento de aguas servidas agravando la inestabilidad de los escarpes expuestos.

Algunas aguas servidas del barrio son vertidas directamente sobre las vías. En otros sectores se observa el vertimiento de las aguas servidas sobre laderas y zonas sin urbanizar. Fotografía 1.7a.



Fotografía 1.7. a) Vista del vertimiento de aguas lluvias y servidas sobre la ladera b) Drenaje natural que conduce las aguas a la Laguna Terreros. Fuente: Propia.

El drenaje natural del barrio se efectúa mediante un cauce que lleva las aguas lluvias a la zona nororiental de la Laguna Terreros. Fotografía 1.7-b.

El estudio efectuado por el SGC (2012) generó un mapa de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa a escala 1:5000 en donde la Amenaza Alta cubre un porcentaje superior al 90% del área del barrio Mirador de Corinto y el cual es el actualmente vigente en el POT del Municipio. Ver Imagen 1.3. El color rojo corresponde a Amenaza Alta, el amarillo a Amenaza media y el verde a Amenaza Baja. Uno de los principales problemas de este mapa es que la zonificación se clasificó con los mismos criterios para condición extrema y normal lo cual no es adecuado cuando se estudian diferentes condiciones de análisis, no obstante, dado a que la zona clasifica como una zona de amenaza Alta según la guía para esta zona se procede a la realización de un estudio a detalle que permita zonificar la amenaza mediante métodos probabilísticos con informaciones a escala 1:2000 o menor.

Por lo tanto la Alcaldía Municipal de Soacha y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ECI, efectúan un Convenio de colaboración cuyo objetivo es refinar y reclasificar

la zonificación de amenaza mediante la generación de un mapa escala 1:1000 donde se identifiquen los sectores de Amenaza Alta no mitigable si es que existen, de Amenaza Alta mitigable, de Amenaza media y de Amenaza baja con base en el cual se efectúen los análisis de Vulnerabilidad y Riesgo y el municipio pueda acoger mediante el POT la nueva zonificación y pueda iniciar con la legalización del barrio e iniciar las inversiones en infraestructura, servicios públicos, etc., correspondientes en zonas que se reclasifiquen como Amenaza Media mitigable y Amenaza Baja.

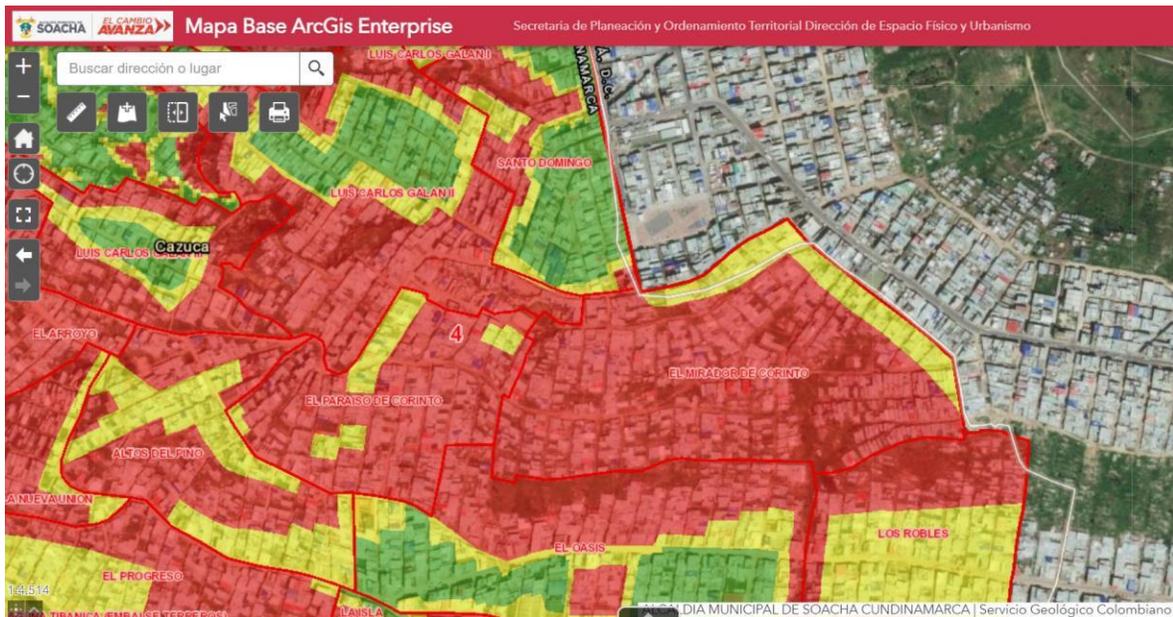


Imagen 1.3. Zonificación de Amenaza a escala 1:5000 generada por el estudio del SGC en 2012.

Fuente: Sistema de Información geográfica de la Alcaldía Municipal de Soacha.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general del estudio es definir la Zonificación de Amenaza por Procesos de Remoción en Masa a escala 1:1000 del barrio Mirador de Corinto Comuna 4 del Municipio de Soacha, Cundinamarca

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Definir los modelos geológico-geotécnicos de la zona de estudio a utilizar en los análisis de estabilidad.

2. Generar un mapa de susceptibilidad y zonificación geotécnica asociado a las condiciones de pendiente, espesores de rellenos, espesores de depósitos de suelo, condiciones de drenaje, uso del suelo, entre otros.
3. Definir los escenarios de amenaza, posibles mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla y elementos necesarios para analizarlos en cuanto a factores detonantes.
4. Definir la variabilidad espacial de la amenaza por procesos de remoción en masa para el barrio Mirador de Corinto.

2 Recopilación de información y estudios existentes en la zona

2.1 Marco de antecedentes de problema

El municipio de Soacha, Cundinamarca, se encuentra al suroccidente de la ciudad de Bogotá D.C, en el cual se encuentra el barrio Mirador de Corinto que hace parte la comuna 4 de Soacha. El barrio Mirador de Corinto limita a su costado sur con el barrio Oasis y los Robles, al costado occidental limita con los barrios Paraíso de Corinto y Luis Carlos Galán, al costado norte limita con el barrio Santo Domingo y con la localidad de Ciudad Bolívar de la ciudad de Bogotá D.C.

En el transcurso de los últimos años la Alcaldía Municipal de Soacha y entidades estatales como el Servicio Geológico Colombiano antes INGEOMINAS y entidades particulares, se han encargado de realizar distintos estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por procesos de Remoción en Masa sobre el municipio de Soacha de los cuales algunos se han enfocado sobre ciertas comunas. A continuación, se describirán uno a uno los estudios realizados sobre el municipio de Soacha y que sirvieron de base para la elaboración del presente trabajo.

2.1.1 Zonificación geomecánica y de amenazas por movimiento en masa en el municipio de Soacha Cundinamarca zona urbana y de expansión urbana escala 1:5000 – INGEOMINAS 2012

Este estudio realizado por el Servicio Geológico Colombiano, antiguamente INGEOMINAS, tuvo como objetivo elaborar la zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del casco urbano del municipio de Soacha (2012). El estudio se realizó a una escala

1:5000 que permitía el uso del estudio para la toma de decisiones aplicado al POT del municipio.

Para la realización del estudio el Servicio Geológico Colombiano caracterizó la zona urbana desde el punto de vista geológico, en el cual identificaron que en el área de Soacha afloran rocas sedimentarias de origen marino y continental con edades del Cretácico tardío al paleógeno y depósitos poco consolidados a no consolidados de edad Neogeno – Cuaternario.

Las rocas que específicamente afloran sobre el municipio de Soacha se agrupan en las unidades de la Formación Conejo, grupo Guadalupe que a su vez está conformado por las formaciones de Arenisca Dura, Plaeners y Arenisca Labor Tierna; Formación Guaduas, Formación Bogotá y Formación Sabana y la Formación Tiltatá.

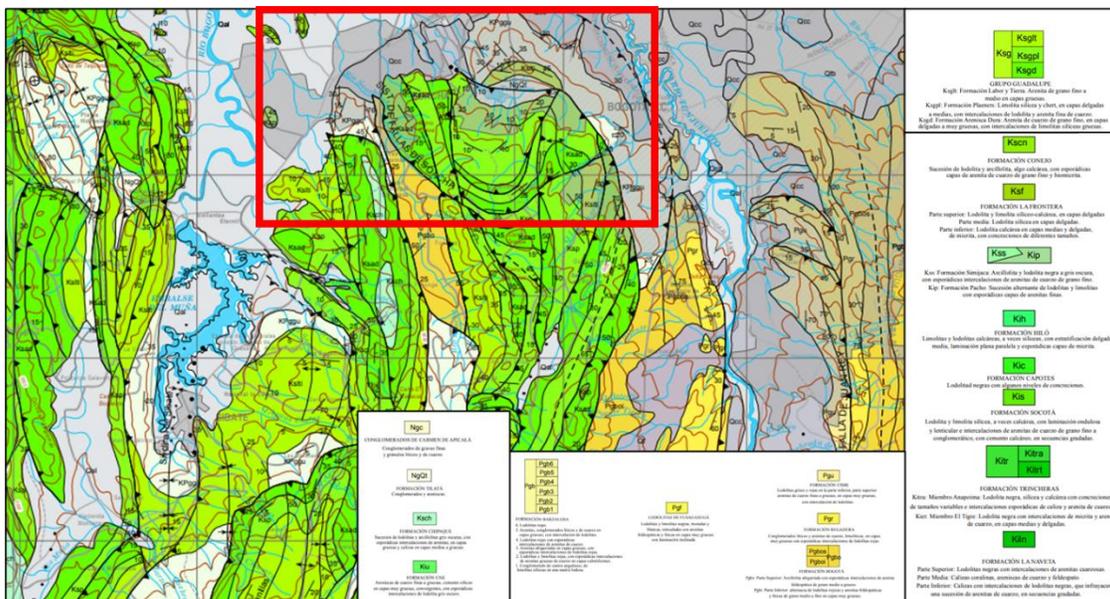


Figura 2.1. Mapa geológico regional del municipio de Soacha mostrando el área de estudio barrio Mirador de Corinto (tomado de la plancha 246 -Fusagasugá del INGEOMINAS, 1998)

Sobre el barrio Mirador de Corinto, como se indica en la Figura 2.2, a nivel superficial este estudio determinó que en la mayor parte del área se presentan Rocas intermedias de la Formación Arenisca Labor Tierna (Rialt), que corresponden a Areniscas cuarzosas, de grano medio a grueso, moderadamente cementadas, con manchas de óxidos, deleznable, de resistencia media, con algunas intercalaciones de areniscas limpias de color blanco, de grano fino a muy fino. En este afloramiento se presenta moderadamente alteradas en zonas

de diaclasas y planos de estratificación que las hacen susceptibles a generar caídas de roca.

Así mismo, sobre algunas zonas al suroriente del barrio se presentan superficialmente rocas Areniscas duras (Kda), cuarzosas de grano fino a medio, silíceas, de color blanco, gris claro a amarillento con presencia de óxidos por meteorización, en estratificación gruesa a muy gruesa, con bajo grado de meteorización y en algunos sitios presenta fracturamiento columnar.

Ya en la parte central del barrio Mirador de Corinto se presentan zonas de suelos residuales de las Formaciones Arenisca Labor Tierna y Guaduas (Sra), que son suelos de consistencia firme a muy firme, de color marrón oscuro a negro, con manchas de óxido, de textura arena limosa, con arena de grano medio a fino y esporádicamente gravas. Estos horizontes superficiales son ricos en material orgánico, con presencia de humus y restos de raíces, sus espesores promedios varían entre 20 cm y más de 3 m. Adicionalmente, en pequeñas zonas del barrio se presentan suelos coluviales activos (Stco1) e inactivos (Stco2).

Los suelos coluviales activos (Stco1) e inactivos (Stco2) que provienen de depósitos de materiales sueltos de composición heterogénea, conformados por fragmentos de roca angulares a subangulares (areniscas, limolitas, arcillolitas); estos fragmentos de roca varían de tamaños de 2 cm hasta más de 2 m.

En cuanto a los suelos de Terrazas Aluviales, son depósitos constituidos por fragmentos sub-redondeados de areniscas en matriz limo arenosa de color gris claro a negro, que fueron transportados y depositados por la quebrada Terreros. Lo anterior se muestra en la

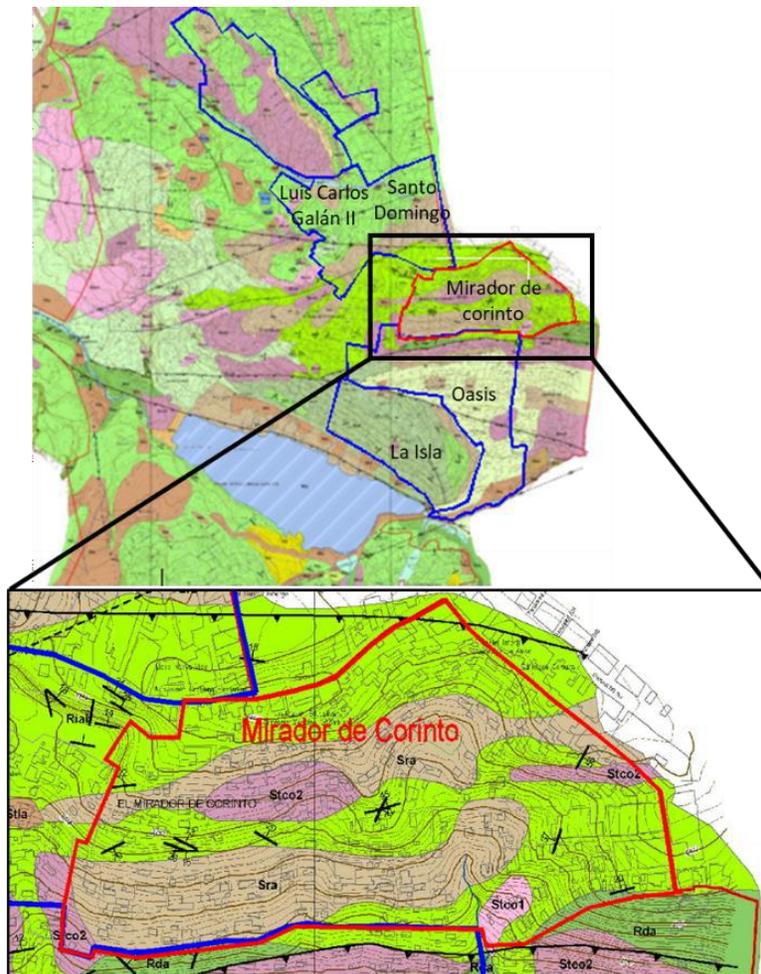


Figura 2.2. Zonificación de unidades geológicas superficiales sobre el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

En el estudio se identificaron los procesos geomorfológicos y los diferentes movimientos en masa que se presentaban en el municipio de Soacha, dentro los cuales en el Barrio Mirador de Corinto se identifican los mostrados en la Figura 2.3. En la mayor parte del área se presentan contrapendientes moderadas (Ecpm) que son escarpes usualmente desarrollados a media ladera en una vertiente montañosas en la cual parte de la ladera ha sido levantada por una falla. En estas geoformas los estratos se inclinan en contra de la pendiente del terreno.

La segunda unidad que se presenta con mayor frecuencia son los depósitos de ladera inactivos (Dci), que son geoformas producto de acumulación de materiales (suelos

residuales o fragmentos de roca), que en épocas anteriores al 2010 sufrieron transporte por la acción de la gravedad de zonas puntuales ligeramente más elevadas. A su vez se presenta una pequeña zona de depósitos de laderas activos (Dca), esta geoforma lobulada está compuesta por masas de suelo y roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla y en un tiempo relativamente corto o por desgarre de una zona de poco espesor.

Al costado norte, se presentan escarpes de cantera (Aec) y explanaciones de cantera (Apc), los cuales tienen pendientes mayores a 45° y limitan con las planicies de las excavaciones mineras que tradicionalmente se utilizaban como patios de beneficio y transformación de materiales explotados, y que en algunos casos en el año 2010 se dio inicio a su uso urbanístico.

Así mismo se presentan zonas de laderas explanadas (Ale) y lomos anchos (Dla), las laderas explanadas fueron generadas por cortes para adecuar terrenos para viviendas o equipamiento urbanístico y los lomos anchos han sido aprovechados por su morfología para la adecuación de vías de acceso principales.

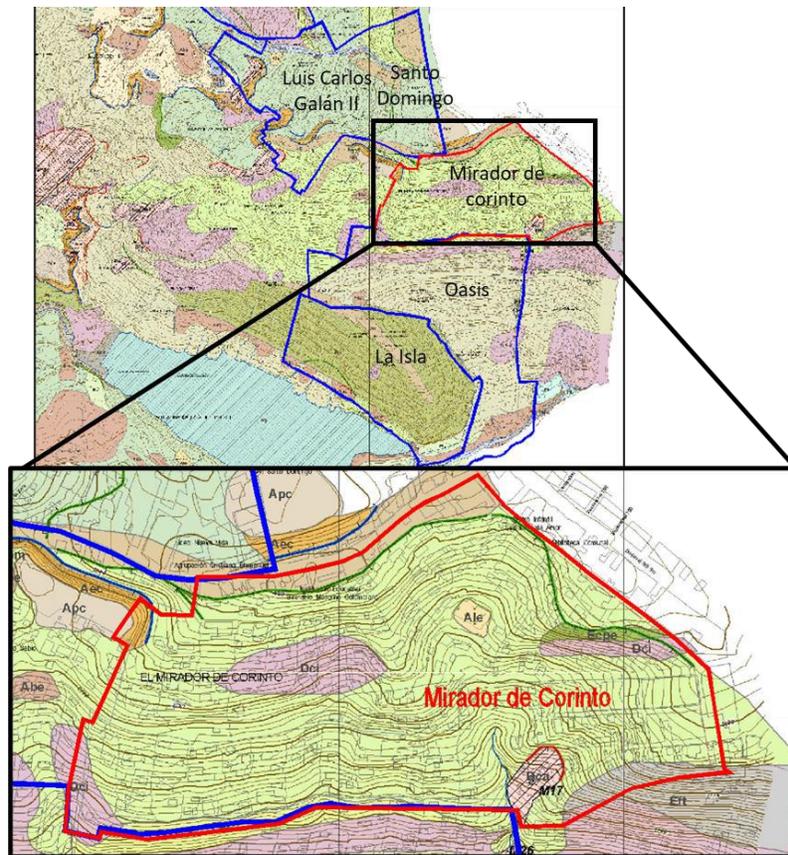


Figura 2.3. Zonificación de inventarios de movimientos en masa sobre el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012)..

Dentro de la exploración del subsuelo realizada por este estudio (Servicio Geológico Colombiano, 2012) se identificaron las perforaciones realizadas sobre la Comuna 4, de las cuales las únicas cercanas a la zona de estudio de este trabajo son las perforaciones 7, 8 y 9, cuyo registro y ensayos de laboratorio se utilizarán para complementar la exploración del subsuelo teniendo en cuenta que la geología fuera similar a la del Barrio Mirador de Corinto, Figura 2.4, los registros se encuentran en el Anexo A.

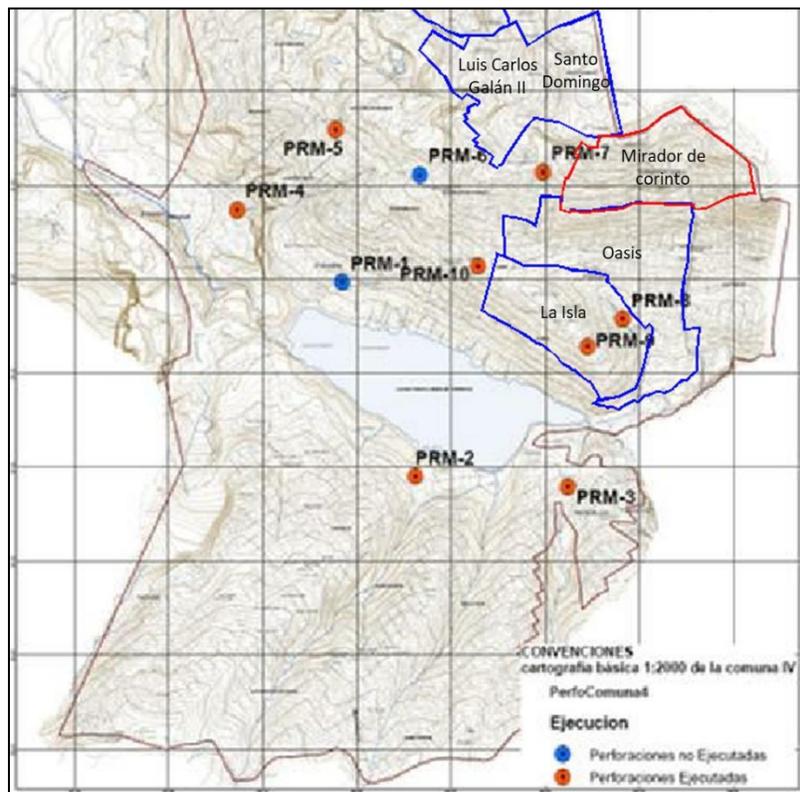


Figura 2.4. Localización de puntos de exploración en la comuna IV (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

En cuanto a la evaluación de drenajes naturales, redes de acueducto y alcantarillado en el municipio de Soacha, en su momento la mayor parte se encontraba sin un servicio de acueducto y alcantarillado, actualmente en el barrio Mirador de Corinto la comunidad drena sus aguas hacia un canal natural que es el más definido e importante de la zona norte y oriental de la Laguna Terreros (Ver Figura 2.5-a y b).

Adicionalmente, algunos de estos sectores vertían sus aguas servidas en las laderas lo que afectaba la estabilidad del talud, ver Figura 2.6-a y b.



Figura 2.5. Evaluación del drenaje Barrio Mirador de Corinto; a) Drenaje natural del barrio Mirador de Corinto; b) Vertimiento de agua servida sobre las laderas del barrio Mirador de Corinto. Fuente: Servicio Geológico Colombiano-2012



Figura 2.6. Vertimiento del agua en el Barrio Mirador; a) Agua servida que drena sobre la vía de acceso al barrio La Isla; b) Cantera barrio Mirador de Corinto, encima de la cual las viviendas vierten sus aguas servidas. Fuente: Servicio Geológico Colombiano-2012

La zonificación de amenaza por movimientos en masa se realizó considerando distintos mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla, los posibles detonantes y evaluando de manera determinista los factores de seguridad. Todos los factores involucrados en los análisis, así como la zonificación de los factores de seguridad se realizó sobre la plataforma ArcGIS.

La evaluación de los posibles detonantes se dividió en dos agentes principales, la lluvia y el sismo, el factor de la lluvia se tuvo en cuenta definiendo zonas de saturación cualitativamente a partir de las condiciones de drenaje que se tenía en el municipio de Soacha. En cuanto al detonante por sismo se evaluó integrándolo a los análisis de factor de seguridad como un valor de aceleración máxima horizontal, cuyo valor fue extraído del (Servicio Geológico Colombiano; Universidad Nacional de Colombia, 2010) en el que se empleó un método probabilístico el cual requirió de la investigación geológica, geotécnicas, sismológicas y de ingeniería sísmica. Según el estudio, este detonante fue calculado a partir del valor de PGA (Aceleración Máxima del Terreno, en unidad de gales) a nivel de roca para un periodo de retorno de 475 años, para el municipio de Soacha este valor se encuentra ente 100-150 cm/s^2 .

Según el inventario de procesos de remoción en masa realizado por el servicio Geológico en el municipio de Soacha, los movimientos con mecanismo de falla de tipo de falla planar, reptación, flujo y traslacional se presentaban con frecuencia, por lo cual generalizaron dichos mecanismos o modos de falla o modos de falla sobre toda la zona y calcularon los factores de seguridad mediante el uso de un modelo de talud infinito integrado en el Sistema de Información Geográfico (SIG).

Los valores de parámetros geomecánicas ingresados al SIG fueron obtenidos a partir del plan de exploración del subsuelo y de los ensayos de laboratorio, sin embargo, para la mayoría de las unidades geológicas encontradas, los parámetros de resistencia introducidos correspondieron a un valor reducido del 30% del valor pico. Para las unidades geológicas en las que no se tuvieron ensayos de laboratorio se utilizaron los parámetros de unidades con litología similar, pero aplicándoles una reducción del 1/3 correspondiente a la tendencia del 30% determinada en laboratorio.

Adicionalmente, en las zonas con posibilidades de ocurrencia de falla rotacional, se definieron perfiles de análisis en las que se evaluaron los factores de seguridad utilizando métodos convencionales de análisis de falla circular y utilizando el programa Slide, posteriormente a dichas secciones se les asignó un área de influencia que fueron integradas al SIG.

La clasificación de amenaza se categorizó de acuerdo con los valores de factor de seguridad que se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Clasificación de amenaza según factores de seguridad (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

Amenaza	F. S
MUY ALTA	< 1.0
ALTA	1.0 – 1.2
MEDIA	1.2 – 1.5
BAJA	>1.5

Los análisis determinísticos se realizaron en dos escenarios, un escenario crítico en que sólo se considera como detonante la saturación del suelo (no se incluye el sismo) y un escenario Extremo considerando como detonante la saturación del suelo y la ocurrencia de un sismo. Cabe resaltar que la clasificación de amenaza según los factores de seguridad utilizada en este estudio se utilizó en ambos escenarios, lo cual no es lo adecuado ya que no se tienen las mismas condiciones de análisis.

La zonificación de amenaza en el escenario crítico (Zona inestable debido al inadecuado manejo y control de agua), el barrio de Mirador de Corinto en su mayoría clasifica en amenaza nivel 1 (color rojo) que corresponde a una zona donde existe una probabilidad muy alta de ocurrencia de movimientos en masa, con factores de seguridad menores o iguales a 1.0, ya sea por causas naturales o antrópicas con evidencia de deslizamientos activos, en donde los materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados durante todo el año. En general se presentan en pendientes con rangos mayores a 19° (Ver Figura 2.7).

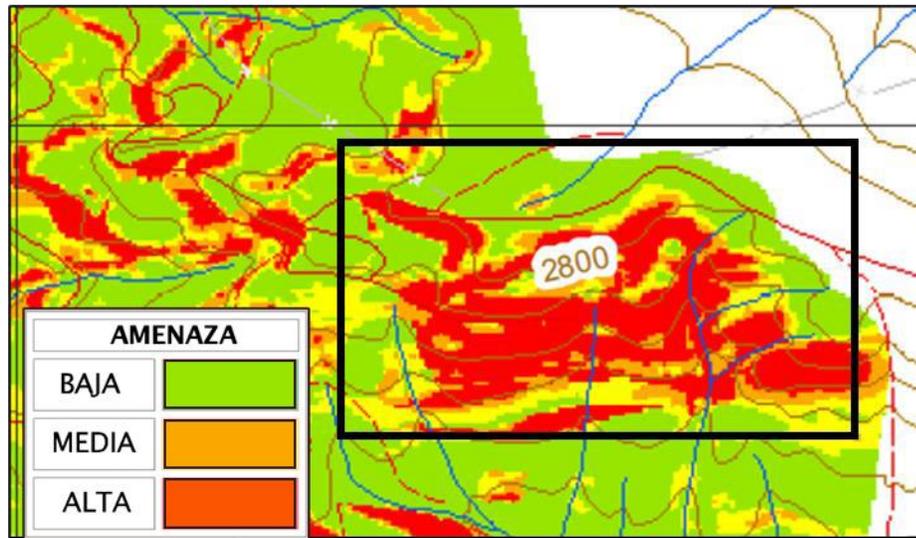


Figura 2.7. Zonificación de amenaza escenario crítico para el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

En la zonificación de amenaza en el escenario extremo (considerando los detonantes de saturación del terreno y ocurrencia de sismo), el barrio de Mirador de Corinto en su mayoría clasifica en amenaza nivel 1 (color rojo), que corresponde a una zona donde existe una probabilidad muy alta de ocurrencia de movimientos en masa, tipo traslacional o planar, con factores de seguridad menor o iguales a 1.0, ante un evento de saturación y la ocurrencia del sismo, (Ver Figura 2.8).

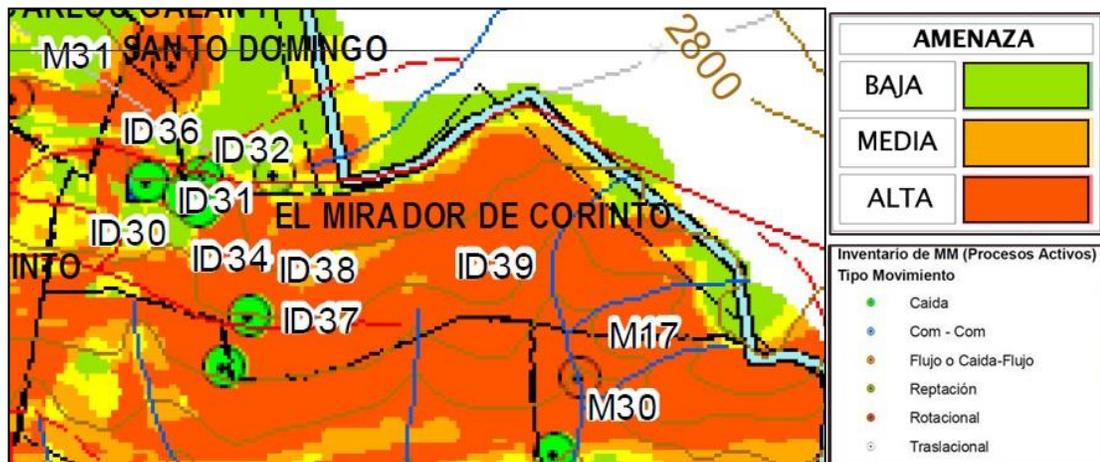


Figura 2.8. Zonificación de amenaza escenario extremo para el barrio Mirador de Corinto (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

En conclusión, para el estudio de zonificación a escala 1:5000 realizado por el servicio Geológico Colombiano, la zona del barrio Mirador de Corinto clasifica como una zona de probabilidad alta

de falla por procesos de remoción en masa, debido a la baja calidad del macizo rocoso y a que la mayor parte de los procesos de inestabilidad en la zona están asociados al tipo de materiales presentes de baja calidad y su afectación estructural, así como a las pendientes y al cambio de uso de los suelos que ha llevado al aumento de procesos erosivos y de meteorización de los materiales, por entrada de agua a los niveles inferiores de suelos y rocas. Algunos procesos están asociados a coluviones reactivados producto de presiones de agua debido a la inexistencia de drenajes y manejo de aguas en gran parte de los casos.

2.1.2 Estudios de amenaza y vulnerabilidad por avenidas torrenciales e inundaciones en el municipio de Soacha- Cundinamarca – 2017. Universidad Nacional De Colombia.

El estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Soacha incluye las zonas rural y urbana, identificando las zonas que presentan condición de amenaza baja, media y alta, Ver Figura 2.9.

Las avenidas torrenciales corresponden a un tipo de movimiento en masa (mezcla de sólidos y agua) que se desplazan generalmente por los cauces de las quebradas, llegando a transportar volúmenes importantes de sedimentos y escombros, con velocidades peligrosas para los habitantes e infraestructura ubicados en las zonas de acumulación de cuencas de montaña susceptibles de presentar este tipo de procesos.

Estos movimientos se presentan cuando se da, al menos, la confluencia de los siguientes factores:

- Cuencas con gradientes altos, lo que implica cortos tiempos de concentración y alta velocidad de las corrientes.
- Precipitaciones de gran intensidad, concentradas sobre la cuenca o parte importante de esta.
- Disponibilidad de material fino granular tipo limo y arcillas que puedan ponerse en movimiento con la creciente.
- Cambios bruscos en el gradiente de las quebradas, lo que facilita la acumulación de sedimentos.

La zonificación de amenaza por avenidas torrenciales inicia con la descripción de las avenidas torrenciales ocurridas a partir de las fuentes documentales, estudios, imágenes aéreas y datos

históricos. Así mismo determina las zonas susceptibles a este proceso que se realiza mediante un análisis de características morfométricas e hidrológicas de cada microcuenca hidrográfica dentro del área de estudio. Posteriormente se evalúa la amenaza mediante un análisis de potencial de producción de sedimentos generados por procesos denudacionales.

La caracterización morfométrica e hidrológica se realizó por medio de los rangos Wilford y el índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales (IVET). El rango Wilfor permite identificar el tipo de flujo que se presentará en la mayoría de las cuencas y también diferenciar entre cuencas susceptibles a flujos de detritos y a crecientes de detritos y el índice IVET representa el grado de susceptibilidad de una cuenca a presentar eventos de carácter torrencial.

La cuenca Tibanica en la que está la comuna 4 según el rango Wilford indica que la zona presenta inundaciones de aguas claras y no avenidas torrenciales y el IVET indica que tiene una vulnerabilidad baja a eventos torrenciales.

Ahora para identificar las zonas con potencial de producción de sedimentos, el estudio analiza 3 variables, la zonificación de amenaza por movimientos en masa, zonificación de la susceptibilidad por erosión a través de un ajuste de la ecuación universal de pérdida de suelo y la Zonificación geomorfológica que por su génesis son susceptibles a la detonación, transporte y depósito de sedimentos de origen torrencial.

Para analizar la zonificación por amenaza por movimientos en masa, se realizó una descripción geológica basada en las planchas geológicas 227- La Mesa y 246 – Fusagasugá a escala 1:100.000 del SGC (Ver Figura 2.10)

En estas planchas geológicas se observa que afloran rocas sedimentarias de origen marino y continental, con edades del Cretácico tardío al Paleógeno, y depósitos poco consolidados a no consolidados de edad Neógeno y Cuaternario. Para el casco urbano del municipio de Soacha afloran rocas sedimentarias de origen continental y marino, de edades del Cretácico Tardío al Paleógeno, y depósitos poco consolidados a no consolidados de edad Neógeno y Cuaternario. Las rocas de edad Cretácico- Paleógeno, que afloran en el municipio de Soacha, se agrupan en las siguientes unidades: Formación Conejo, Grupo Guadalupe conformado por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Arenisca Labor-Tierna; Formación Bogotá, y depósitos recientes no consolidados. Para los suelos superficiales se basan en el mapa geológico superficial de Soacha del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:5000 del 2012.

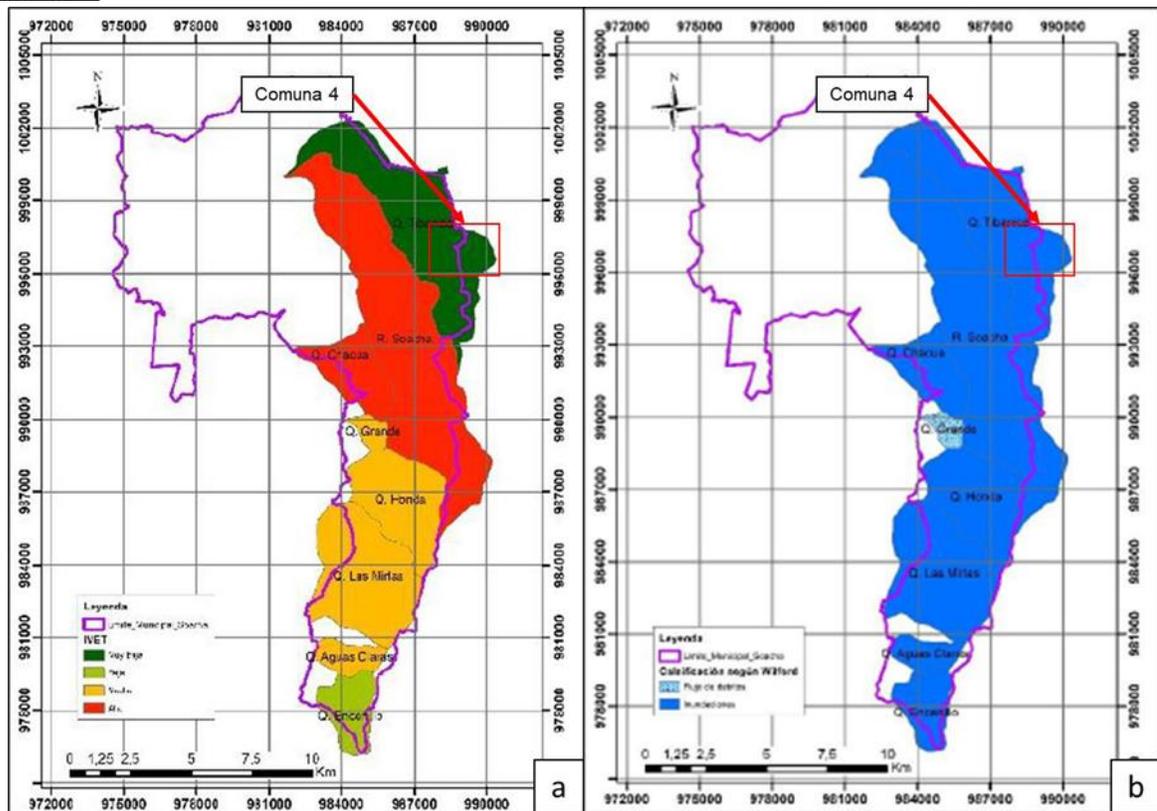


Figura 2.9. Zonas susceptibles a eventos torrenciales (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017); a) IVET para las cuencas objeto de estudio; b) Parámetros de Wilford para las microcuencas del objeto de estudio.

Las características geotécnicas de subsuelo fueron recopiladas de los sondeos existentes sobre la zona de estudio, así mismo menciona que el municipio ha sufrido alta intervención antrópica la cual es la causa principal del deterioro y desaparición de la capa superficial del suelo, propiciando afloramiento de materiales residuales de roca en la superficie, débilmente estructurados y con poca resistencia a la acción erosiva del agua.

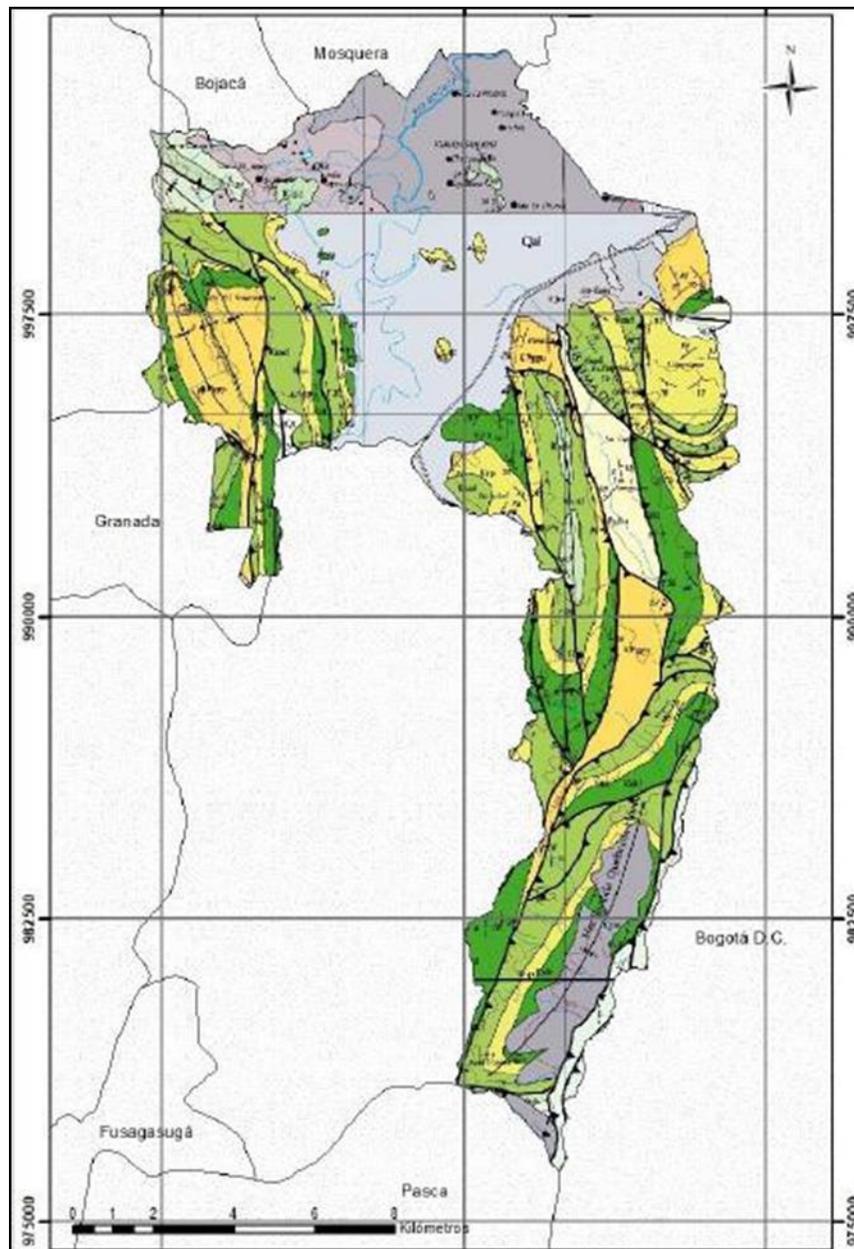


Figura 2.10. Mapa geológico regional del municipio de Soacha mostrando el área de estudio (tomado de las planchas 246 –Fusagasugá y 227- La Mesa del INGEOMINAS, 1998).

El estudio a su vez tiene en cuenta la zonificación de amenaza por movimientos en masa para el municipio de Soacha realizado por el INGEOMINAS, en el cual principalmente las Comunas 4 y 6 requieren desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión debida al alto impacto que tendría la ocurrencia de un evento sísmico (Ver Figura 2.11).

Así mismo describe que en la Comuna 4 se han presentado movimientos de caída extremadamente rápidos, en los que los bloques se desprenden del talud por fracturamiento y meteorización del suelo en donde el material se encuentra suelto y triturado.

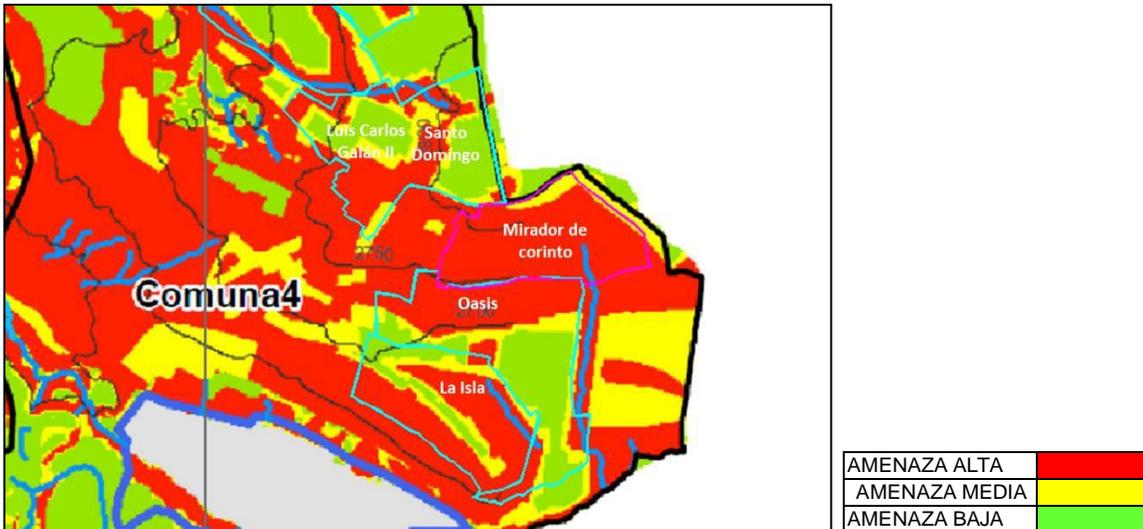


Figura 2.11. Mapa de zonificación de amenaza comuna 4 (Servicio Geológico Colombiano, 2012)

Se identificaron movimientos complejos y compuestos, los cuales ocurrieron dentro de la masa desplazándola de forma continua y total, estos movimientos ocurren también en diferentes áreas del material desplazado en algunos casos de manera simultánea. Estas zonas están altamente deformadas, usualmente tienen pendientes altas y se encuentran zonas con materiales rocosos y residuales por la alta meteorización y fracturamiento.

Para la zonificación de la susceptibilidad por erosión el estudio de la Universidad Nacional utiliza la metodología de Saldarriaga (2003), en la cual usa el álgebra de mapas en donde las diferentes variables o factores que analiza son multiplicativos y se usan valores que representen cada una de las variables que permiten estimar los índices

$$Susceptibilidad(A) = (IFm)_1 * (k_2) * LS_3 * (C)$$

Donde:

$(IFm)_1$: Índice de erosividad

LS_3 : Factor de longitud de ladera y pendiente

C : Factor de cobertura Vegetal

K_2 : Factor de erodabilidad de Paulet

Con este análisis se llega a la conclusión de que en la mayor parte del área de estudio la erosión es ligera, lo cual se debe a las bajas pendientes topográficas al norte del municipio, especialmente en el área de la comuna 4 en el que el resultado fue moderado, sin embargo, el estudio ratifica que en las zonas de cantera la erosión podría tener valores altos pero debido a la topografía la susceptibilidad es baja (Ver Figura 2.12).

La variable geomorfológica se utiliza para calificar las geoformas según su génesis, se enfoca en unidades resultado del producto de procesos fluviotorrenciales, hidrogravitacionales o por el tipo de depósito inestable que permiten categorizar zonas potencialmente inestables que pueden llegar a favorecer la ocurrencia de estos procesos.

En general, sobre la zona urbana, se presentan geoformas asociadas a procesos de tipo estructural, denudativos, fluvial y antropogénico producto de una intensa actividad geológica del cretácico superior.

Tal como se muestra en la Figura 2.13, el casco urbano de Soacha se caracteriza por tener una fuerte intervención antrópica que ha modificado de manera intensa el paisaje con botaderos de escombros (Abe), por medio de actividades de explotación minera, generando subunidades como planicies o explotaciones de cantera (Acp), escarpes de cantera (Aec), taludes inclinados a escarpados de cantera (Ati), lagunas de canteras (Alc) y cerro y laderas remanentes de minería (Acr); mediante la construcción de jarillones (Aja) a lo largo de ríos para evitar desbordamientos en épocas de crecientes y encauzar el agua; explanando laderas (Ale) para adecuar el terreno para construcción de vivienda principalmente, o para realizar las adecuaciones de las actividades mineras.

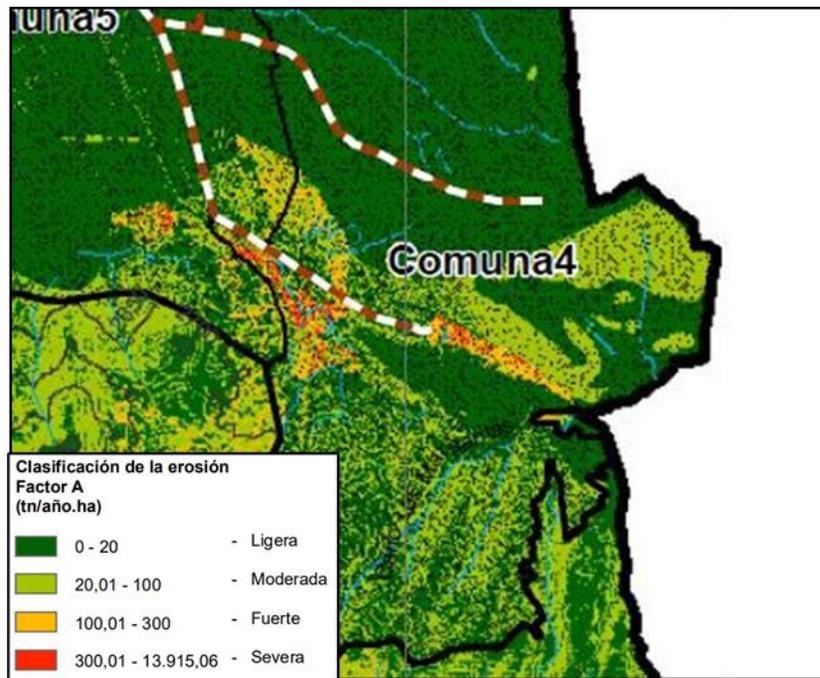


Figura 2.12. Zonificación de susceptibilidad a la erosión comuna 4 (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).

La zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales efectuada por la UNAL en el 2017 contempló la integración del insumo del IVET, movimientos en masa, erosión y geomorfología, las cuales fueron ponderadas. Para determinar la importancia de cada una de las variables dentro del evento, se recurrió a una matriz de doble entrada, la cual permite identificar la importancia de cada variable dentro del modelo mediante la razón de importancia entre dos pares de variables como se muestra en la Tabla 2.2.

Esta matriz considera los pesos relativos entre pares de 1 hasta 9, donde 1 representa igual importancia entre pares y 9 representa que una variable es extremadamente más importante que la otra, esta asignación de peso se realizó bajo el criterio de expertos que participaron del estudio.

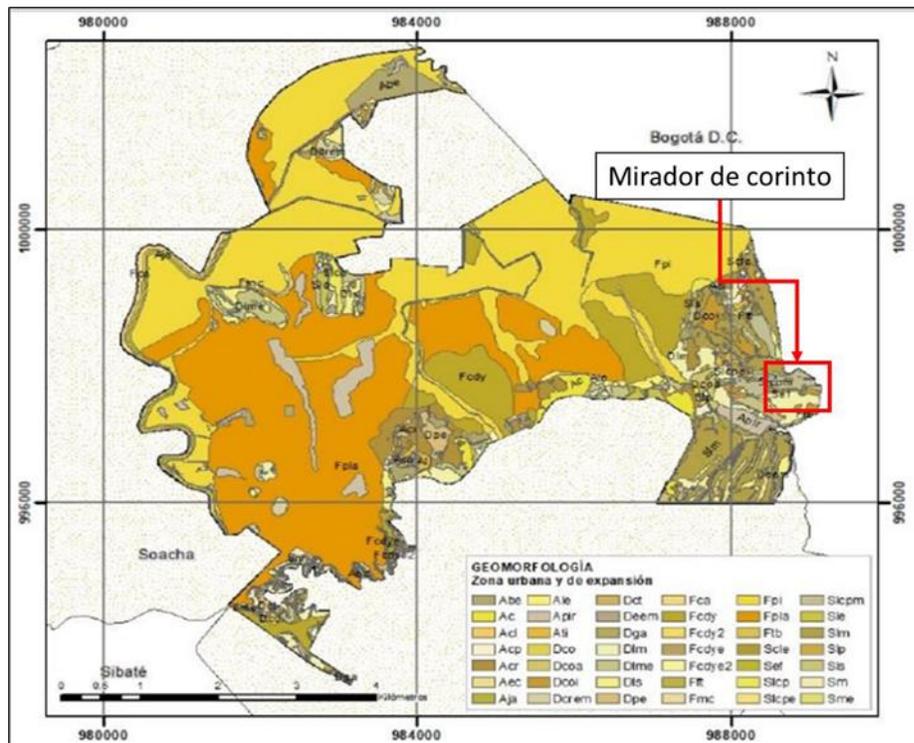


Figura 2.13. Mapa de la componente geomorfológica para el casco urbano principal (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).

Tabla 2.2. Matriz de pesos de pares comparados.

Variables	MM	Erosión	IVET	Gmf
MM	1.00	2.00	0.50	0.154
Erosión	0.50	1.00	0.25	0.143
IVET	2.00	4.00	1.00	0.50
Gmf	3.00	7.00	2.00	1.00
--	6.50	14.00	3.75	1.797

La zonificación de amenaza por avenidas torrenciales para el casco urbano principal y la zona en donde se realizó un estudio de mayor detalle a escala 1:2000, se hizo bajo criterios geomorfológicos ya que no se cuenta con insumos de mayor detalle para integrar dentro del modelamiento.

Como lo muestra la Figura 2.14, la zona de la comuna 4 se encuentra sobre una zona de amenaza alta y media por avenidas torrenciales, con características hidráulicas, geomorfológicas y procesos denudacionales (erosión y movimientos en masa) que fueron evaluados junto con los

registros históricos de avenidas torrenciales y se consideró que se deben contemplar estudios para la implantación de medidas estructurales para la estabilización de laderas para este sector. La estabilización de dichas laderas disminuye las posibilidades de ocurrencia de avenidas torrenciales.

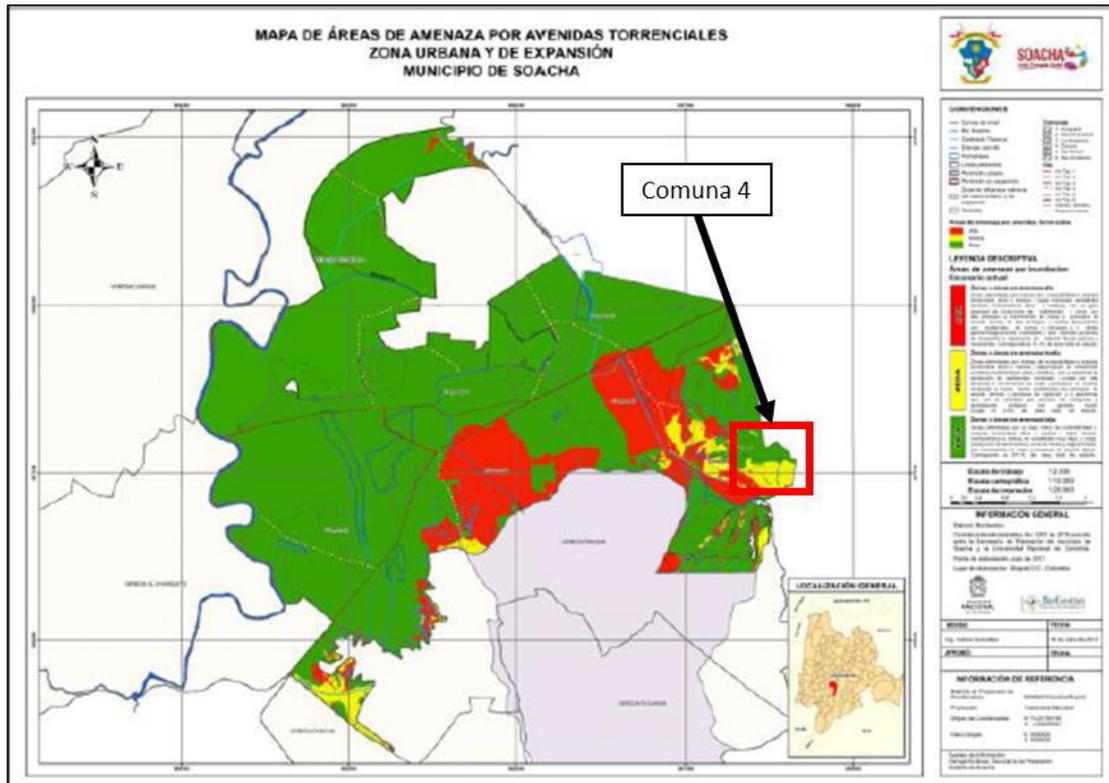


Figura 2.14. Mapa de áreas de amenaza por avenidas Torrenciales Zona Urbana (Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión, 2017).

2.1.3 Estudio de amenaza por remoción en masa en el Municipio de Soacha y el análisis de vulnerabilidad y riesgo en seis de los barrios de la comuna cuatro del municipio: Villa Mercedes I, Villa Mercedes II, La Isla, El Oasis, Santo Domingo Y Luis Carlos Galán ii-2002, Ingeniería y Geotecnia S.A.S.

Este estudio comprende la evaluación de la amenaza y el riesgo por procesos de remoción en masa en los barrios El Oasis y La Unión del Oasis a una escala 1:1000, localizados en los altos de Cazucá y pertenecientes a la comuna IV del municipio de Soacha (Cundinamarca). La importancia para este estudio se debe principalmente a su cercanía al barrio Mirador de Corinto.

La descripción geológica que presenta este estudio hace énfasis en la presencia de rocas sedimentarias de edad cretácica y terciaria, cubiertas en gran parte por depósitos cuaternarios de ceniza volcánica o coluviales de espesor variable. Dentro de las unidades litológicas que se presentan están el Grupo Guadalupe (Ksg), Formación Guaduas (Tkg), Depósitos Cuaternarios tales como paleosuelo, ceniza (Qcv), depósito coluvial (Qcl) y rellenos (Qr).

Dentro del punto de vista estructural del macizo, el rasgo más importante lo constituyen las dos fallas inversas que están levantando a la Formación Arenisca de Labor y la ponen en contacto con la Formación Guaduas; el trazo de dichas fallas se puede apreciar al norte y al suroccidente del barrio El Oasis.

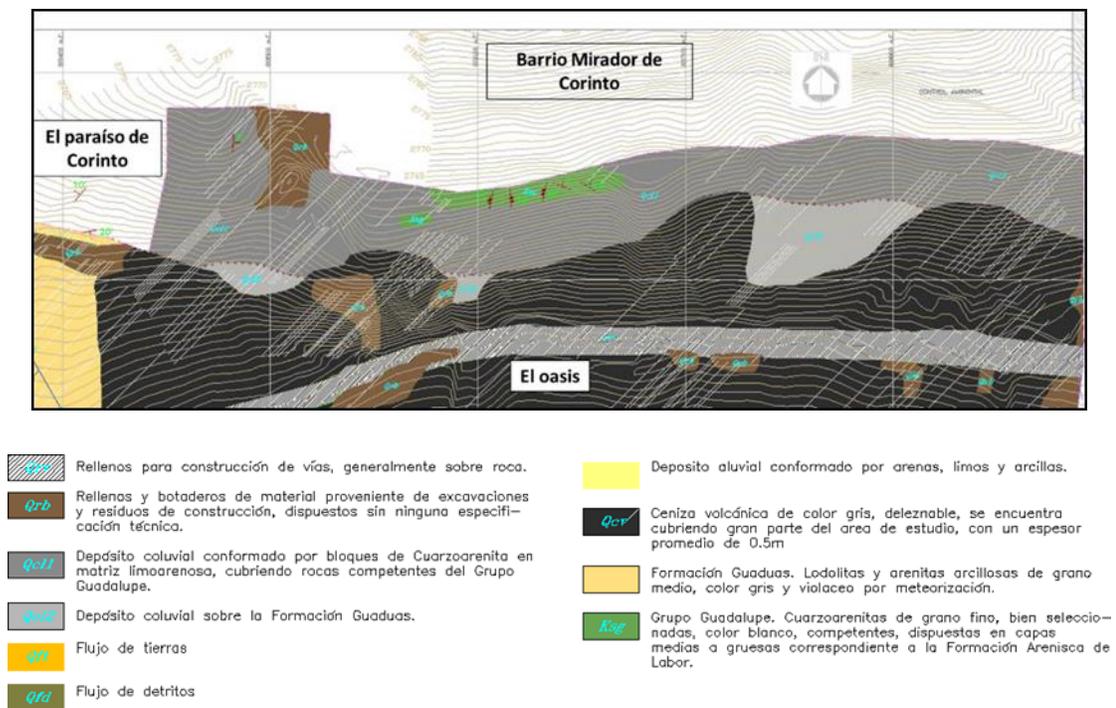


Figura 2.15. Plano Geológico del barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)

Como se muestra en la Figura 2.15, las unidades geológicas que se presentan al costado norte del barrio Oasis y que limitan con el Barrio Mirador de Corinto, son el grupo Guadalupe (Ksg) que se compone de cuarzoarenitas de grano fino, bien seleccionados, color blanco, competentes, dispuestos en capas medias a gruesas, correspondientes a la Formación Arenisca de Labor. Así mismo, se presenta una gran cobertura de un depósito coluvial conformado por bloques de Cuarzoarenita en matriz limo arenosa, cubriendo rocas competentes del grupo Guadalupe. Y en pequeñas zonas se presentan depósitos coluviales sobre la Formación Guaduas (Qcl2) y rellenos

- botaderos (Qrb) de material proveniente de excavaciones y residuos de construcción, dispuestos sin ninguna especificación.

En cuanto a la descripción geomorfológica, sobre el barrio Oasis se caracterizaron 8 unidades, de las cuales al costado norte las que limitan con el Barrio Mirador de Corinto, se encuentra un Escarpe Rocoso (B) cubierto por un depósito coluvial de espesor variable, con algunos bloques sueltos susceptibles a movimiento. Adicionalmente se encontraron zonas de Escarpes Rocosos (A) de cuarzoarenitas competentes, cubiertos por vegetación, con pendiente mayor a 35° y rellenos antrópicos y/o botaderos de residuos y escombros de construcción (F) (Ver Figura 2.16).

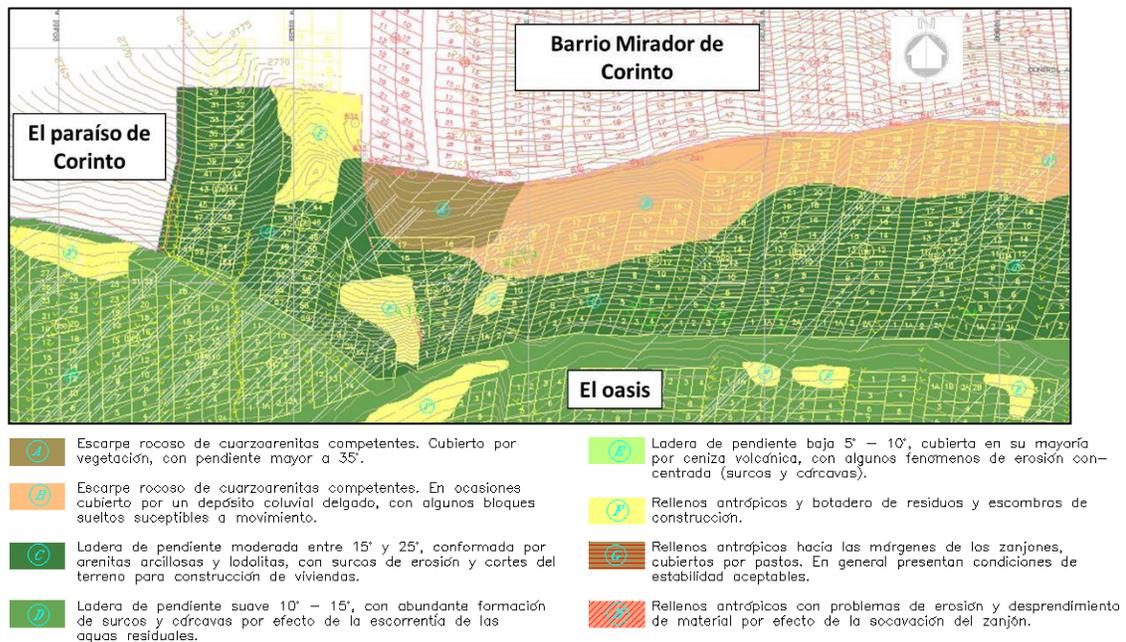


Figura 2.16. Plano Geomorfológico y de procesos del barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)

Los procesos de remoción identificados sobre el Barrio Oasis en su momento fueron tres, caídas de roca, deslizamientos y procesos erosivos. Entre estos el más destacable son las caídas de roca al costado norte del barrio, en la cual se presentó una gran cantidad de bloques de cuarzoarenita de gran tamaño que se encuentran a media ladera y son el resultado del lavado de la matriz del depósito coluvial.

Adicionalmente, sobre las calles del barrio El Oasis en su momento era común encontrar surcos y cárcavas que se debían a la falta de una red de alcantarillado y de aguas lluvias.

El plan de exploración realizado consistió en 55 trincheras exploratorias alrededor de todo el barrio y cuatro perforaciones con profundidades entre 8 y 13 m, las cuales se realizaron con el fin de investigar el espesor de los rellenos que se han dispuesto al costado oriental del barrio El Oasis. Adicional a estas perforaciones se realizaron 4 exploraciones indirectas mediante el método geofísico conocido como sondeo eléctrico Vertical (SEV).

El perfil del subsuelo encontrado en las perforaciones se compone de capas de vegetación de alrededor de 10 cm de espesor, seguido por una capa de ceniza volcánica de espesores entre 0.3 y 1.3 m, compuesta por un material arenoso limoso, gris oscuro a claro con alguna presencia de raíces. Luego se presenta una capa de arcilla negra de espesores de 20 a 30 cm, de densidad media, desmoronable y en algunos casos fisurada por la desecación producida por la exposición al medio ambiente. Posteriormente en algunas de las perforaciones continúa el coluvión y en otras el suelo residual de espesores de 50 cm a 1.0 m, el cual es producido por la meteorización de la arcillolita, de color marrón con incrustaciones amarillas y grises de densidad media.

Según el informe realizado por Ingeniería y Geotecnia Ltda (2012) el perfil no es continuo en la totalidad de la zona, sino que los horizontes superficiales (ceniza y horizonte enterrado) se han perdido, por erosión severa o por excavaciones realizadas para construcción de viviendas. En algunos casos se observa el afloramiento de la roca parental y en otros, los horizontes naturales han sido reemplazados en forma parcial o total con rellenos de material heterogéneo.

La información Hidroclimatológica para el barrio Oasis se recopiló a partir de la estación climatológica San Jorge la cual contenía en su momento un registro de 41 años, de esta se obtuvo que la precipitación media mensual multianual es de 63 mm, con un máximo mensual en julio (96 mm) y un mínimo mensual multianual en enero (23 mm). En cuanto a las características climáticas, las cuales se obtuvieron del observatorio meteorológico Nacional, se obtuvo que en la zona se presenta una temperatura media mensual entre 14 y 15° C, una humedad relativa media mensual entre 68 - 75% y una evaporación potencial media mensual de 57 mm.

En cuanto al uso del suelo y a la cobertura vegetal, desde el punto de vista social se encontraron unidades residenciales, comerciales, y de tipo mixto, además de vías vehiculares y peatonales, las cuales todas son susceptibles al efecto de la erosión pluvial con excepción de las zonas que

en su momento presentaron vegetación. Estas áreas con vegetación se clasifican en dos tipos herbáceas y arbustivas.

En la Figura 2.17 se observa la zonificación de la amenaza del costado norte del barrio Oasis, en el que la mayor parte del área se encuentra en amenaza alta a media, con excepción del escarpe rocoso en el costado norte zona en la que si no se realizan obras de mitigación puede llegar a convertirse de una zona de amenaza media a alta por la constante erosión de esa área. Igualmente se resalta el área alrededor del Zanjón del Oasis donde se presenta una amenaza alta y muy alta que curiosamente es la zona donde pasa la quebrada que viene del barrio Mirador de Corinto.

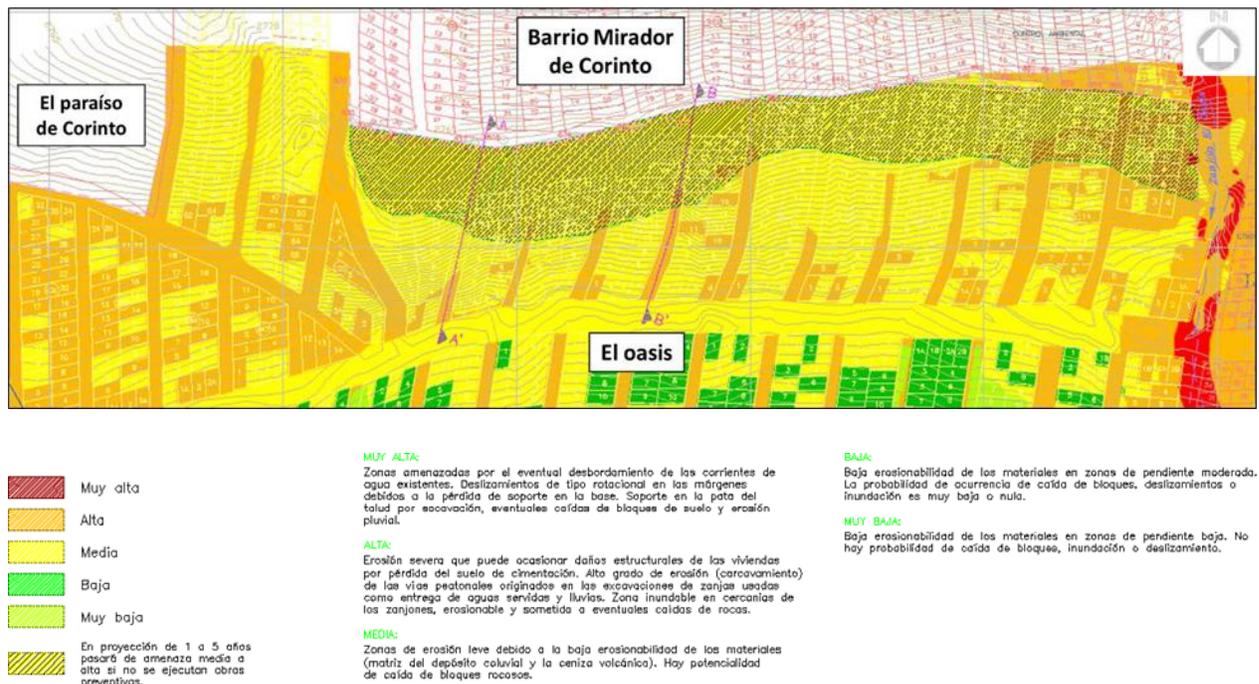


Figura 2.17. Zonificación de amenaza del Barrio Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002).

Con la recopilación de toda esta información el estudio llegó a la conclusión que la parte norte del barrio Oasis se encontraba sometida a una amenaza alta o muy alta, lo que significaba que la mayor parte del área está expuesta a un riesgo alto a medio. Principalmente la zona alta del barrio Oasis que está sometida a un continuo proceso de erosión leve, que puede verse incrementado por el efecto erosivo del agua de escorrentía y las aguas servidas provenientes del barrio el

Paraíso. Así mismo el eventual retiro de cobertura vegetal juega un papel muy importante en la estabilidad del terreno ante erosión pluvial.

2.1.4 Evaluación de riesgo por movimientos en masa del sector Altos De La Florida Soacha- Cundinamarca – Universidad Javeriana – 2019.

Este estudio fue realizado por la Universidad Javeriana de Bogotá en octubre del 2019 y se realizó con el fin de servir de apoyo a la administración municipal en la toma de decisiones en relación con la ordenación del territorio y en particular de este sector.

La importancia de este estudio es que, siguió la guía metodológica desarrollada por el Servicio Geológico Colombiano (2015) con la cual también se planea realizar la zonificación del Barrio Mirador de Corinto, en la Figura 2.18 se presenta de manera esquemática el marco referencial de lo que comprende el análisis de riesgo por movimientos en masa.



Figura 2.18. Marco de referencia para evaluación de riesgo por Movimientos en Masa y la toma de decisiones (Servicio Geológico Colombiano , 2015).

Para el análisis de amenaza se realizó toda la investigación de información secundaria sobre la zona de estudio, estudios de amenaza, antecedentes, registros históricos de procesos, recopilación de imágenes por Google Earth, las cuales permitieron verificar los cambios del uso del suelo. Toda esta información se organizó y analizó para generar los mapas de geología e identificación de unidades geológicas para ingeniería.

Así mismo la información necesaria para la definición del plan de exploración geotécnica y ensayos de laboratorio se realizó incorporando la información de exploración directa y algunas de exploración indirecta con las que ya se contaba y a partir de esta se generó una base de datos de unidades de geología para ingeniería y de sus propiedades. Esta información fue complementada con la ejecución de una exploración directa consistente en cinco perforaciones mecánicas.

La caracterización geológica y geomorfológica de la zona de estudio se extrajo de los documentos y estudios realizados por el SGC.

Desde el punto de vista hidrogeológico, para la estimación de la relación existente entre la generación de movimientos en masa y la lluvia el estudio adoptó la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano (2015) para deslizamientos profundos.

Para incluir en los análisis de estabilidad y amenaza el potencial de generar movimientos en masa bajo cargas sísmica, se hace uso del análisis pseudoestático para escenarios con sismos de diferentes periodos de retorno.

Este estudio tomó los valores de aceleración para cada periodo de retorno, del aplicativo que tiene disponible el Servicio Geológico Colombiano (SGC) para consulta de la amenaza sísmica del país.

La determinación de la amenaza se distinguió dependiendo la unidad geológica de análisis, es decir, para unidades de suelo se hace un análisis de estabilidad por equilibrio límite, mientras que para las unidades de roca o macizos rocosos se debe hacer un análisis de posibilidad cinemática de movimiento.

Los análisis de estabilidad de suelo se hicieron por medio de métodos de equilibrio límite utilizando el software Slide V2018®, con el cual se aplicó el método de GLE Morgenstern y Price. Adicionalmente la probabilidad de falla se determinó a partir de la probabilidad de falla de

diferentes escenarios que combinan diferentes condiciones de lluvia y sismos y según la metodología de la Guía del Servicio Geológico Colombiano.

Los escenarios para los que se hicieron los análisis de estabilidad y se determinó la probabilidad de falla y factor de seguridad fueron para combinaciones de lluvias con periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 20, 50 y 100 años y con sismos de 0, 31, 225, 475 y 975 años de periodo de retorno, lo que generó un total de 30 modelaciones por cada sección de análisis y por cada sector de cada sección de análisis.

Las siguientes tablas muestran los criterios utilizados para la clasificación de la amenaza según el valor de probabilidad anual de falla, la cual se calcula con las probabilidades anuales de lluvia y sismo de los diferentes periodos de retorno, adicionalmente realizaron la clasificación con base en la probabilidad de falla en un periodo de exposición de 50 años para los cuales se calcula la probabilidad de lluvia y sismo para 50 años.

Tabla 2.3. Criterios de calificación de la amenaza por deslizamientos, para probabilidad de falla anual (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).

Nivel de amenaza	Probabilidad anual de falla (-)	Probabilidad anual (%)	Índice de confiabilidad
Baja	<0.001	<0.1	>3
Media	0.001-0.1	0.1-1	2.3-3.0
Alta	>0.01	>1	<2.3

Tabla 2.4. Criterios de calificación de la amenaza por deslizamientos para probabilidad de falla en 50 años (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).

Nivel de amenaza	Probabilidad de falla en 50 años (-)	Probabilidad de falla en 50 años (%)	Índice de confiabilidad
	(-)	(%)	
Baja	<0.05	<5	>3
Media	0.05-0.5	5-50	2.3-3.0
Alta	>0.5	>50	<2.3

Adicionalmente, para los análisis de estabilidad en cada sección y para cada escenario (agua y sismo), se hicieron cuatro modelaciones, una para obtener el mecanismo de falla crítico en toda

la sección sin control de los límites de los mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla, otra para la parte alta de la sección, otra para la parte media y finalmente una para la parte baja.

Así mismo, se realizó una segunda ronda de simulación, en la que se tuviera en cuenta el efecto del precario manejo de agua de escorrentía y aguas residuales, por lo cual se repitieron todos los análisis tomando un nivel de agua de manera determinística, el cual se tomó como 3 m por encima del nivel freático que se obtuvo del análisis de infiltración.

Para la elaboración del mapa de zonificación de amenaza, se tomó la condición más crítica, la cual correspondió al segundo escenario anteriormente descrito.

En cada sección se sectorizó de la misma manera como se hicieron los análisis de estabilidad y se marcó la calificación de amenaza y se limitaron las diferentes zonas. Adicionalmente se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Los coluviales de la parte occidental cartografiados sobre los drenajes fueron calificados como amenaza alta, con el fin de restringir su uso.
- Los escarpes de las canteras de la parte occidental fueron calificados con amenaza alta, según lo obtenido con las modelaciones hechas.
- Las partes altas de los cerros fueron calificadas con amenaza alta, según lo obtenido con las modelaciones hechas.
- En zonas en donde se tenía zonas de amenaza alta contiguas a zonas de amenaza baja, se definió una zona de transición de amenaza media, con base en los anchos de afectación obtenidas en los análisis de estabilidad.

3 Estudios básicos

3.1 Topografía

Para realizar los análisis de estabilidad con los que se planea evaluar la amenaza del barrio Mirador de Corinto, fue necesario contar con una la topografía de la zona de estudio a una escala 1:1000.

La topografía fue realizada entre el 8 y 9 de noviembre de 2021, con dron dotado de RTK con el cual fue posible levantar planimetría y altimetría a escala detallada, incluyendo los detalles de vías y manzanas del barrio. Igualmente se obtuvo una ortofoto y pares de fotos del vuelo que

sirvieron para fotointerpretación. Esta información se complementó con la ortofoto del municipio de Soacha y la cartografía obtenida en el IGAC, en el Plano No 1 se muestra la localización del barrio Mirador de Corinto-Soacha, la topografía y ortofoto suministrada.

3.2 Geología

3.2.1 Geología Regional

El área de estudio se encuentra conformada por rocas sedimentarias de diferente edad y litología, cubiertas discordantemente por depósitos no consolidados de origen antrópico. Litológicamente las rocas sedimentarias se componen de areniscas, arcillolitas y liditas, *Figura 3.1*.

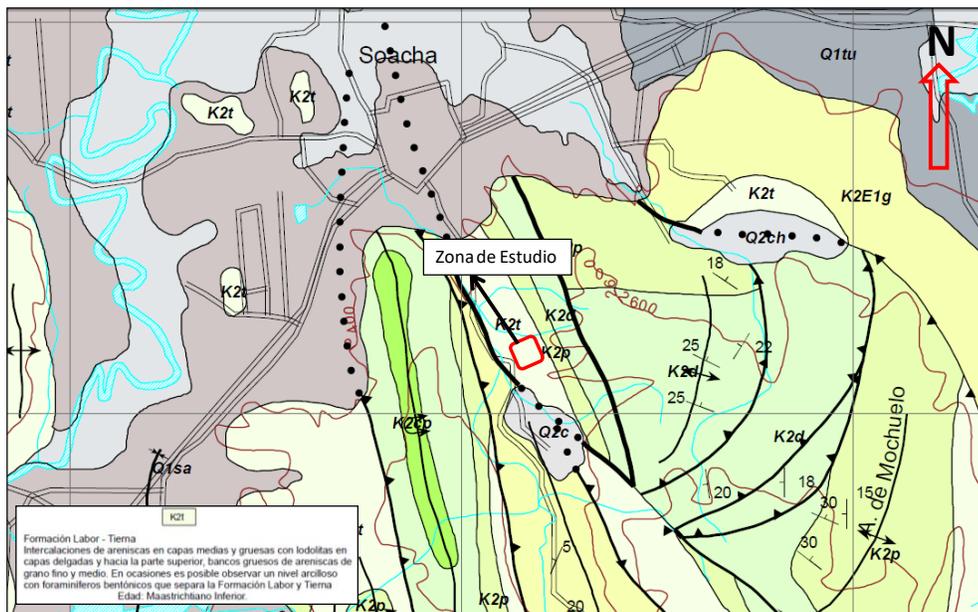


Figura 3.1. Geología general de la zona de estudio, Fuente: Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá, (Servicio Geológico Colombiano, 2005).

El municipio de Soacha como región pertenece a la Sabana de Bogotá, la cual está localizada en la parte central de la Cordillera Oriental. En ella afloran rocas desde el Cretácico Superior al Cuaternario las cuales evidencian diferentes condiciones de sedimentación. Las rocas más antiguas están representadas en las formaciones Chipaque, La Frontera, Simijaca y Conejo (Turoniano-Santoniano); esta sedimentación se dio en ambientes marinos con el depósito de 1.200 m aproximados de secuencia. A partir del Campaniano las condiciones de sedimentación

varían y se deposita en zonas distales la Formación Lidita Superior y la Formación Arenisca Dura en zonas proximales y continúa la sedimentación en el Campaniano Superior con la Formación Plaeners; la regresión se completa y deja como último registro marino la Formación Labor-Tierna y la parte inferior de la Formación Guaduas y empieza una sedimentación continental de tipo fluvial. En el Paleógeno y Neógeno la sedimentación de origen fluvial da origen a las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y parte de Tilatá. El Mioceno es una época de tectónica activa, plegamientos, fallamiento y levantamiento de la Cordillera Oriental y afecta las formaciones antes depositadas y posiblemente se forme la cuenca de la actual Sabana de Bogotá; de este evento al parecer quedaron registros de algunos vestigios tales como la Formación Chorrera, Marichuela y luego se dio el relleno de esta cuenca con las formaciones Subachoque, río Tunjuelito y Sabana acompañados de eventos de glaciación que generaron los depósitos de la Formación Siecha y Chisacá. A continuación, se detalla la litoestratigrafía de los materiales presentes en el área, con base en información del estudio de geología de la Sabana de Bogotá realizado por INGEOMINAS en el 2005.

3.2.2 Litoestratigrafía

En la zona las unidades geológicas están representadas en una secuencia sedimentaria con edades del Cretácico Superior y Cuaternario.

3.2.2.1 Cuaternario (Qra)

El Cuaternario está representado en el área de estudio por Rellenos Antrópicos, producto de labores de la antigua zona de explotación de materiales para construcción que existió en el barrio.

- **Rellenos Antrópicos (Qra)**

Están conformados por escombros y en general materiales heterogéneos de suelos finos y granulares con material pétreo, los cuales se encuentran relleno de varios sectores de la zona de estudio y en especial aquellos que fueron objeto de zonas de explotación. Es importante destacar la presencia de rellenos recientes, dispuestos sobre los rellenos antiguos, compuestos exclusivamente por escombros de construcción.

3.2.2.2 Cretácico

- **Formación Arenisca Labor-Tierna (K2t)**

Las Formaciones Arenisca de Labor, Arenisca Tierna y el segmento que los separa, se agrupan como una sola unidad cartográfica dada la similitud litológica y su expresión morfológica, se establece desde el techo de la Formación Plaeners hasta la base de la Formación Guaduas.

Está compuesta por capas muy gruesas de areniscas que se intercalan con capas muy delgadas de arcillolitas. La Formación Arenisca de Labor es separada de la Formación Arenisca Tierna por lodolitas y arcillolitas; la Formación Arenisca Tierna se diferencia de la Labor por presentar capas muy gruesas de areniscas de tamaño más grueso. Esta unidad presenta algunos afloramientos, producto de excavaciones realizadas para alguna de las antiguas explotaciones de materiales para construcción.

En la zona de estudio las rocas de la Formación Arenisca Labor-Tierna se encuentra aflorando parcialmente, conformando escarpes rocosos y pendientes estructurales, con buzamiento general desfavorable entre 25 a 30°. La mayor parte del macizo rocoso en el área de estudio fue explotada como material de construcción y en la actualidad se encuentra cubierto en mayor medida por rellenos de material de excavación y escombros.

3.2.3 Geología estructural regional

Dentro del área de la Sabana de Bogotá se pueden establecer dos estilos estructurales: el primero, localizado en el flanco oriental de la Cordillera Oriental, al oriente del sinclinal de Checua, las fallas principales son de cabalgamiento, tienen vergencia al Oriente y las otras fallas son de menor importancia y se comportan como retrocabalgamiento con vergencia hacia el Occidente. El segundo estilo estructural se presenta al occidente; está caracterizado por fallas de cabalgamiento con vergencias al Occidente como sistemas imbricados que nacen y son controlados por fallas de dirección noroeste que sirven como rampas laterales, Neusa al Norte y Santa Bárbara-Facatativá, al Sur. Este sistema imbricado es el responsable de la generación de anticlinales estrechos y sinclinales amplios que han sido erodados y que son rellenados por sedimentos cuaternarios conformando la planicie de la Sabana.

En este marco estructural los cerros que delimitan el área urbana de Soacha en la región de estudio se encuentran afectados por el sistema de fallas de Soacha; este sistema está localizado al oriente de la Falla de Sibaté hasta el flanco oriental del Anticlinal de Mochuelo e involucra además el anticlinal de Soacha y el sinclinal del mismo nombre; está conformado por varias fallas

que generan un bloque levantado muy fragmentado con pliegues discontinuos tumbados y con ejes oblicuos. En este sistema se destacan las fallas con dirección norte-sur como la de Cajitas y Sibaté y nor-oeste como la de Santa Bárbara

A nivel detallado en el área de estudio no se observaron evidencias sobre la presencia de fallas regionales o locales, debido entre otras razones a que se encuentra cubierta por sedimentos y depósitos recientes y también a que la traza de falla más cercana correspondiente a la falla de Sibaté sigue un rumbo aproximado sureste – noroeste remontando la zona más elevada de los cerros de esta zona. Ver *Figura 3.2*

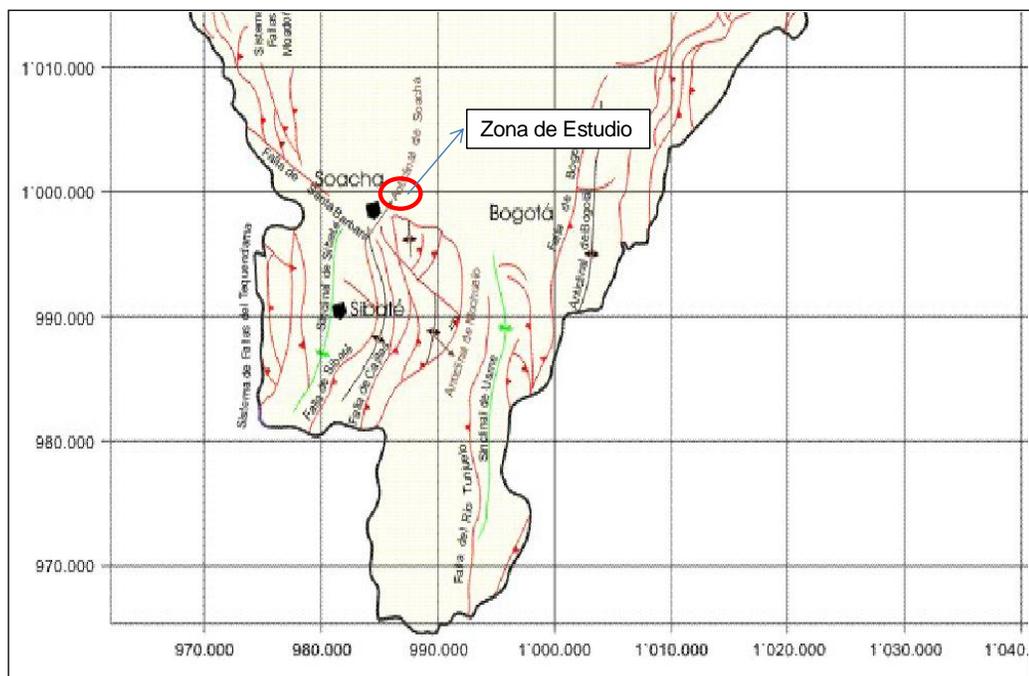


Figura 3.2. Principales rasgos estructurales de la zona de estudio Fuente: Informe Geología de la Sabana de Bogotá, (Servicio Geológico Colombiano, 2005).

3.3 Geología Local

Con base en los registros obtenidos de las perforaciones realizadas en la zona de estudio y en las observaciones de campo y estudios anteriores, se permiten concluir que en el área se presentan rocas meteorizadas sedimentarias del Cretácico (Formación Arenisca Labor-Tierna) aflorando parcialmente y en su mayoría cubiertas por suelos residuales y depósitos coluviales. En la *Figura 3.3* se presenta la columna geológica estratigrafía general y en el Plano No 4 se muestra mapa geológico superficial de la zona de estudio.



Figura 3.3. Columna geológica estratigráfica del Barrio Mirador de Corinto (Fuente: propia)

3.3.1 Unidades de suelo

- **Suelos Residuales de la Formación Arenisca Labor Tierna**

Están constituidos por niveles de suelos fino granulares, principalmente arenas limosas y arcillas de color gris y rojizo de alta y baja plasticidad, con valores de humedad entre 15% - 29% y límites líquidos entre los 23% y 93%, este material se caracteriza por tener valores de N inferiores a 50 golpes/pie y velocidades de onda inferiores a 400 m/s.

Este tipo de horizontes son producto de la meteorización de arcillolitas y areniscas de la Formación Arenisca Labor - Tierna y se encuentran en algunas partes cubiertas por rellenos de origen antrópico.

- **Depósitos Coluviales activos e inactivos**

Se componen de material granular grueso, los cuales se caracterizan por poseer materiales sueltos y de composición heterogénea producto de la degradación las laderas aledañas con su consiguiente depositación, conformados por fragmentos de roca de tamaño variable de unos pocos centímetros hasta de 2.0 m envueltos en una matriz fina de arcilla y limo de alta y baja plasticidad.

En la zona de estudio se categorizan dos tipos de depósitos coluviales, uno el cual se encuentra activo y otro inactivo, los cuales se categorizan de esta manera en función de su grado de actividad bajo criterios de morfológicos y morfodinámicos los que permiten hacer una diferenciación que resulta útil para los propósitos particulares del proyecto.

Es totalmente viable hacer esta diferenciación ya que existen los suficientes criterios, rasgos o identificadores morfológicos y morfodinámicos, producto de las labores de campo, fotointerpretación y contrastación junto con la información base analizada que permite establecer esta condición en este proyecto.

- **Depósitos antrópicos**

Predominan superficialmente, se componen por escombros, suelos blandos de arcilla y limo mezclados con restos de roca, cubriendo niveles rocosos de la Formación Arenisca Labor-Tierna. Corresponden a antiguas zonas de explotación y disposición, ocupando la mayor parte del área. Estos depósitos presentan gran variabilidad en cuanto a profundidad. La distribución de los rellenos antrópicos se encuentra concentrada hacia la parte central del área, formando zonas aterrazadas de baja pendiente.

3.3.2 Unidades de roca

- **Formación Arenisca Labor-Tierna**

La Formación Labor-Tierna en el área se compone por gruesos estratos de arenisca de grano fino con interestratificaciones de arcillolita. Aunque predomina la presencia de macizos rocosos de arenisca, en algunos sectores y en especial hacia el límite noroccidental se presentan gruesos estratos de arcillolita, con niveles de meteorización que generan arcillas y limos con elevada tendencia a la formación de procesos erosivos. Gran parte de los suelos de meteorización y niveles de arcillolita fueron excavados y removidos para dar acceso a los estratos de arenisca.

Las unidades de roca identificadas en la zona de estudio se determinaron a partir de información de referencia y principalmente con base en el trabajo de campo detallado mediante diferentes estaciones de campo que luego fueron confrontadas con la fotointerpretación geológica, de esta forma se lograron determinar con el suficiente detalle el contorno de las unidades geológicas de superficie.

Es importante anotar que en general la estratigrafía del Grupo Guadalupe al cual pertenece la Formación Arenisca Labor-Tierna ha sido tema de muchas controversias respecto a su denominación y estratigrafía. Es así como al interior de numerosas investigaciones y proyectos del Servicio Geológico Colombiano persisten dichas controversias al punto de que hoy en día no existe una nomenclatura oficial que determine como tal una separación tácita de las Formaciones Arenisca Labor y Arenisca Tierna.

Las diferentes denominaciones y características estratigráficas datan de 1931 donde Hubach consideraba el Guadalupe bajo la categoría de piso y lo divide en un conjunto superior con los niveles de Areniscas Tiernas, Plaeners y Areniscas Duras y un conjunto inferior arcilloso. En 1959, BURGL propone una nueva nomenclatura estratigráfica para la Formación Guadalupe, constituida de techo a base por la Arenisca Tierna, los Plaeners Superiores, la Arenisca Dura, Plaeners y arcillas.

Ujueta (1961) toma la nomenclatura de Hubach (1957) y la modifica al considerar dentro del Guadalupe Superior los Plaeners y la Arenisca Labor como dos horizontes diferentes. Posteriormente Julivert (1962 – 1968) considera la Formación Guadalupe con la siguiente nomenclatura informal: de base a techo, Arenisca Dura, nivel de Plaeners, Arenisca de Labor y Arenisca Tierna.

Renzoni (1962 – 1968) eleva el Guadalupe al rango de Grupo constituido de base a techo por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners y Labor-Tierna, según la nomenclatura de Hubach, que no modifica por considerarla muy arraigada en la literatura geológica del país.

De este esbozo histórico se deduce que en los últimos años se han utilizado simultáneamente tres nomenclaturas diferentes para el Guadalupe sin que necesariamente exista una aceptación formal u oficial y prueba de ello es que como se mencionó al comienzo de este relato el mismo Servicio Geológico Colombiano continúa empleando de forma indistinta varias nomenclaturas.

Prueba de ello es por ejemplo el mapa geológico de la Sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2005) donde se agrupa la Formación Labor-Tierna (K2t).

Con base en lo anteriormente relacionado queda claro que al no existir una nomenclatura oficial respecto a la separación de las formaciones Labor – Tierna, es posible agruparlas toda vez que en gran parte de los casos como el del proyecto en particular no permite una identificación plena y clara de características estratigráficas que permitan separarlas.

3.4 Geología estructural local

El macizo rocoso de la zona está conformado principalmente por estratos de areniscas cuarzosas que se encuentran inclinados aproximadamente en dirección contraria a la pendiente natural del terreno. Estos estratos a su vez se encuentran afectados por otros planos de discontinuidades como son las diaclasas.



Imagen 3.1. Afloramiento de roca en el barrio Mirador de Corinto. Fuente Propia

En la Tabla 3.1 se detallan los principales sistemas de discontinuidades. El sistema principal de diaclasas se caracteriza por presentar un espaciado calificado como próximas (0.2 – 0.6m),

sus paredes son ligeramente rugosas a muy rugosas, moderadamente alterado a muy alterado, abiertas (0.1 – 0.5cm), poco continuas (2 -5m), onduladas y con relleno de arena.

Tabla 3.1.Principales discontinuidades del macizo rocoso

SISTEMA	AZ BUZAMIENTO	BUZAMIENTO
E (Estratificación)	337	37
D1	120	66
D2	344	90

A continuación, se presentan los resultados de los análisis cinemáticos realizados en las zonas donde hay escarpes con afloramiento de roca:

3.4.1 Análisis cinemáticos

Los análisis cinemáticos tienen como dato de entrada las familias de discontinuidades y los datos estructurales del talud principal de análisis. Las familias de discontinuidades son determinadas a partir de los datos estructurales tomados en los levantamientos del macizo rocoso y por medio de un análisis de polos; mientras que los datos estructurales del talud principal (azimut de buzamiento/buzamiento) corresponde a la situación actual en la zona de estudio.

Según el perfil geológico aflorante se observan varias posibilidades cinemáticas de falla tentativas, entre las cuales se destacan los tres tipos de fallas de bloques rocosos, cuña, planar y volcamiento.

Las familias de discontinuidades se han dispuesto en el software DIPS v6.0; una vez definidas las familias de discontinuidades y las intersecciones entre ellas, se realizaron los correspondientes análisis de posibilidad cinemática según las consideraciones anteriormente expuestas. La facilidad de este software es que tiene incluidas dentro de su algoritmo las condiciones que determinan la posibilidad de mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla en macizos rocosos aplicado a taludes, aunque este procedimiento también se puede realizar manualmente con algunas relaciones de ángulos entre las discontinuidades y el talud. Los análisis se realizaron con base en la información que se muestra en la Tabla 3.1.

Análisis Cinemático De Estabilidad Del Macizo Rocoso

Dirección E Inclinación De Los Escarpes Principales Presentes En La Zona De Estudio:
180°/75°

Diagrama De Planos Principales:

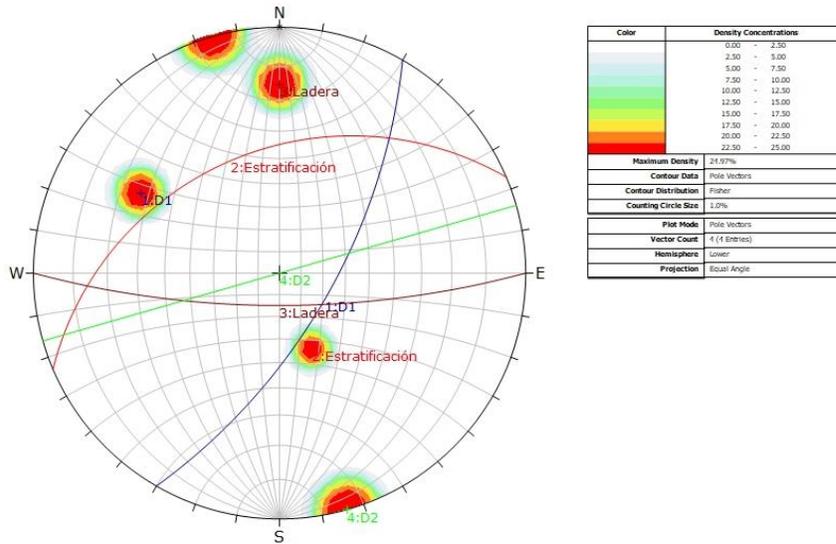


Figura 3.4. Diagrama de planos principales (Fuente: propia)

FALLA PLANAR:

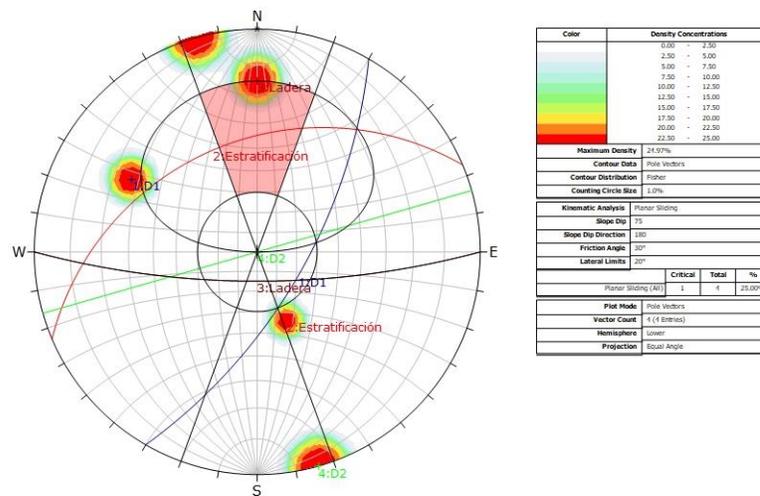


Figura 3.5. Diagrama de falla planar (Fuente: propia).

POSIBILIDAD CINEMATICA DE FALLA PLANAR=25%

FALLA EN CUÑA:

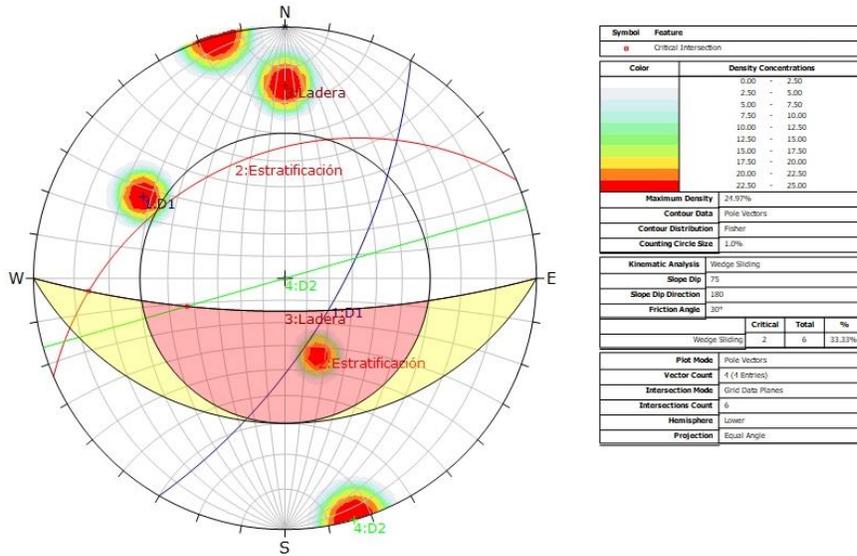


Figura 3.6. Diagrama de falla en cuña (Fuente: propia)

POSIBILIDAD CINEMATICA DE FALLA EN CUÑA=33%

FALLA POR VOLCAMIENTO:

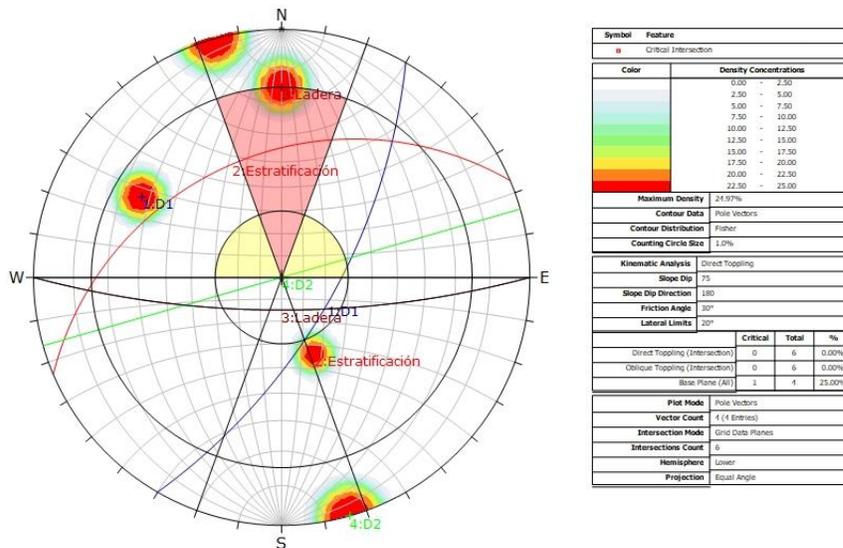


Figura 3.7. Diagrama de falla por volcamiento (Fuente: propia)

POSIBILIDAD CINEMATICA DE FALLA POR VOLCAMIENTO DIRECTO=25%

Como conclusión principal respecto del análisis cinemático de estabilidad del macizo rocoso se tiene que existe posibilidad de falla por los tres tipos de mecanismo, siendo mayor en el caso de falla por cuña, coincidiendo con lo observado en campo. Es importante tener presente que esta posibilidad de falla se incrementa notablemente por la existencia de grietas de tracción dentro del macizo, producto de la relajación de esfuerzos en la sección más externa de la ladera. Esta última condición sumada al incremento de esfuerzos por presión hidrostática durante épocas lluviosas y al aporte de aguas servidas en las grietas de gran apertura puede producir con facilidad caída de rocas.

En resumen, existe una condición natural de la ladera de análisis con potencial de generación de mecanismos o modos de falla o modos de falla de falla en el macizo rocoso. Estos resultados son incluidos en el análisis de susceptibilidad por procesos de remoción en masa de todo el barrio.

3.5 Aspectos hidrogeológicos

El comportamiento de los niveles de agua a lo largo del perfil estratigráfico del área de estudio está regido por dos tendencias principales: la primera se relaciona con la presencia de materiales de arenisca cuarzosa fina, los cuales tienen una alta permeabilidad primaria, permitiendo el almacenamiento y transmisividad del flujo y a su vez por la alta permeabilidad secundaria del macizo rocoso debido a su condición de fracturamiento.

Las características anteriormente anotadas, permiten concluir que el macizo rocoso de areniscas presenta muy buenas características como acuífero; sin embargo, los resultados de la exploración geotécnica no exhiben una tendencia marcada en cuanto a la presencia de niveles dentro del macizo rocoso. Esto se debe fundamentalmente a la configuración estructural general de las rocas, permitiendo y facilitando que el agua siga la tendencia del buzamiento de la estratificación, siendo más un área de recarga.

La segunda tendencia en cuanto al comportamiento del agua subterránea que provienen de lluvias y de aguas residuales de las viviendas aledañas, se presenta en la zona plana perimetral, con presencia superficial de limos y arcillas arenosas, las cuales presentan en general baja permeabilidad. Esta condición litológica no permite captar ni transmitir flujos considerables de agua, no obstante, se presentan escasos niveles de agua los cuales se limitan a la presencia de capas granulares con capas sello en la base de arcillas.

En las épocas de mayor aporte de agua, se espera una mayor fluctuación en la zona de menor pendiente con presencia de suelos blandos y una mayor tasa de drenaje y abatimiento en la zona con presencia de areniscas.

3.5.1 Lluvia

Uno de los factores detonantes de procesos de remoción en masa es la posición del nivel freático debido al incremento en la presión de poros del suelo generado por el ascenso del mismo durante un periodo largo de lluvia y asociado a un periodo de retorno.

Por lo tanto, se requiere relacionar la variación del nivel freático con la variabilidad de la lluvia acumulada para largos periodos, ya que existe una relación directa entre el volumen acumulado de agua caída en un periodo de lluvia y el ascenso del nivel freático. De acuerdo con la metodología de la Guía Metodológica Para Estudios De Remoción En Masa a Escala Detallada Del Servicio Geológico Colombiano (2015), se sugiere tomar como profundidad promedio de la tabla de agua la profundidad del nivel freático levantada durante la exploración de campo.

Se requiere estimar la cantidad de agua que se infiltra tras una precipitación y que afecta la posición del nivel freático, teniendo en cuenta las características de la cobertura vegetal y de los suelos superficiales. Para estimar este valor, se utilizará el método lluvia-escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos SCS del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2010), el cual se utiliza ampliamente para calcular los siguientes parámetros.

P = Cantidad de agua proveniente de una tormenta

Pe = escorrentía directa

Pi = Lluvia infiltrada

$$P_i = P - P_e$$

Para esto es necesario tener en cuenta las abstracciones I_a antes del encharcamiento y la profundidad de agua retenida en el suelos o abstracción continuada, F_a .

$$P_i = I_a + F_a$$

El procedimiento utilizado es el siguiente:

1. Identificar un valor promedio de número de curva (CN) de la unidad geotécnica por analizar, donde se muestran los valores para diferentes grupos hidrológicos de suelo y usos de estos para condiciones de humedad antecedente normal (AMC II), a partir de la Tabla 3.4

Para el presente estudio se tomó un uso de suelo para zonas residenciales con un 65% del terreno impermeable, así mismo como a nivel superficial se presenta suelos arcillosos con presencia de arena se determina que el grupo hidrológico del suelo como tipo C, es decir que se tomó un valor de CN igual a 90.

Calcular la retención potencial máxima S como:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Para el proyecto será entonces $S = 28.22$ mm

Calcular, a partir de los registros de precipitación diaria (P), la precipitación infiltrada en 24 (Pi), a partir de la ecuación del método lluvia-escorrentía del SCS.

De acuerdo con este método $I_a = 0.2 S = 0.2 * 28.22 = 5.64$ mm

$$P_i = P - P_e \quad P_i = I_a + F_a$$

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P + 0.8 S}$$

Para realizar el análisis pluviométrico del área de estudio se utilizó el registro histórico de precipitaciones diarias de la estación CASABLANCA [21201970] cuyos datos de lluvia acumulada diaria desde 1990 hasta 2013 y aparecen en el Anexo C. No se tomaron los registros de lluvia de las estaciones La Estancia y del Colegio Sierra Morena que pertenecen al IDIGER debido a que estas poseen datos a partir del año 2016 y 2011 respectivamente, dicha cantidad de datos según la metodología del Servicio Geológico Colombiano no son suficientes ya que se requieren datos de por lo menos 15 años.



Figura 3.8. Ubicación de la estación más cercana a la zona del proyecto.

La lluvia promedio mensual es de 48.7 mm y un promedio acumulado anual de 583.9 mm con una distribución anual de tipo bimodal, la zona presenta dos periodos más lluviosos entre los meses marzo - junio y octubre-noviembre, como se observa en la Figura 3.9.

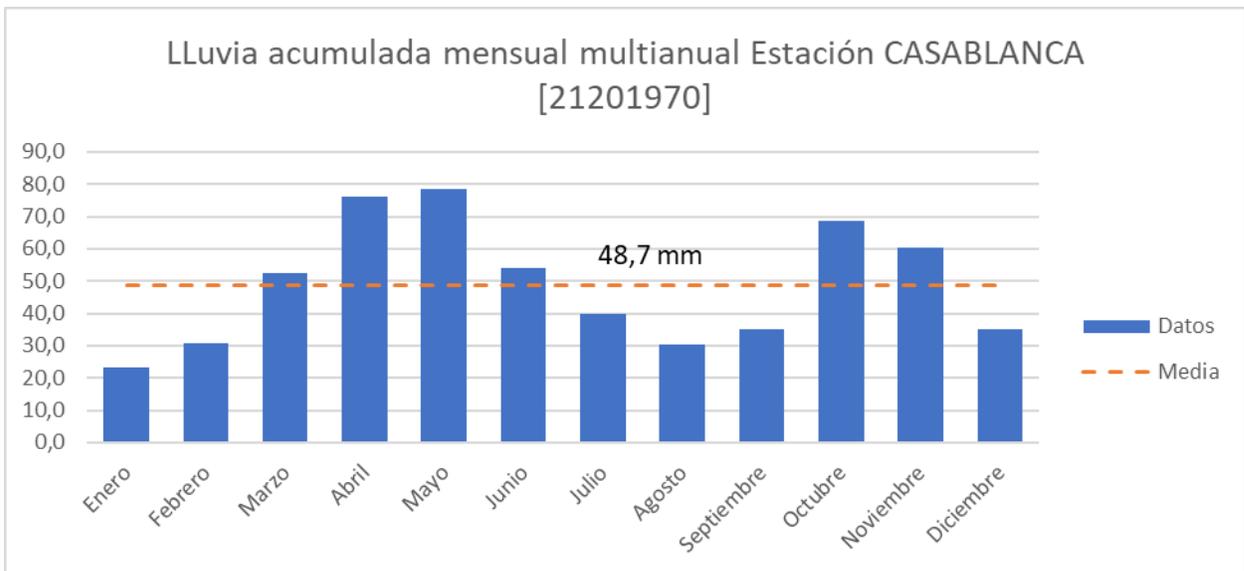


Figura 3.9. Distribución de Lluvia mensual. Promedio multianual.

La infiltración promedio acumulada anual es de 467 mm, lo que equivale a un 80% de la lluvia, lo que indicaría que la mayor parte de lluvia se infiltra y genera cambios en las presiones de poros, ver la Figura 3.10. El cálculo de la infiltración se puede revisar en el Anexo C.

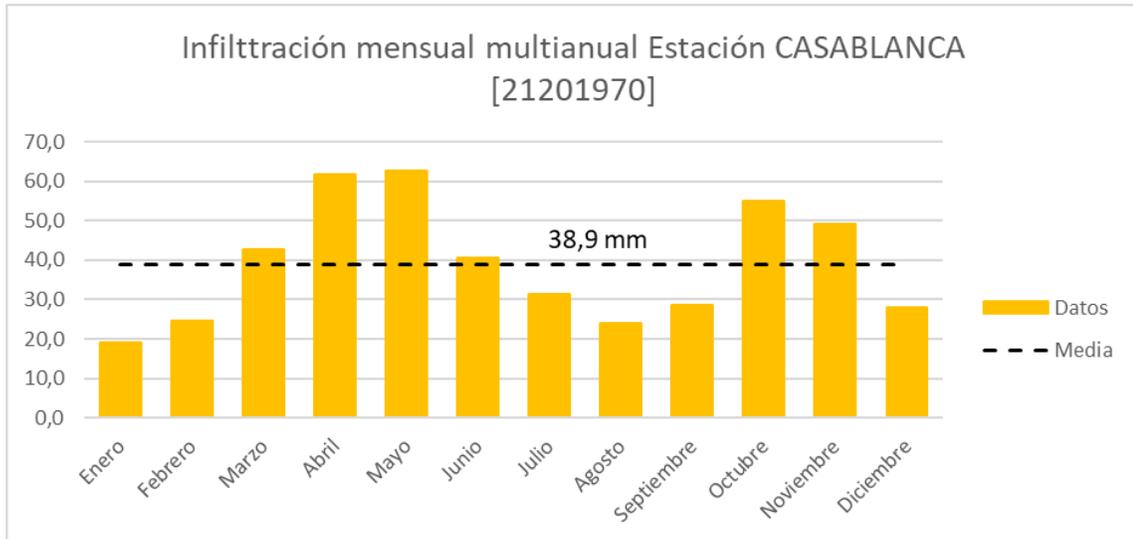


Figura 3.10. Distribución anual de la infiltración para la Estación Casablanca.

A continuación, se acumulan los valores diarios de precipitación infiltrada para cada año calendario del registro y así se obtiene el valor de precipitación infiltrada total anual.

Luego se calcula la precipitación infiltrada media multianual (\bar{x}), su desviación estándar (σ) y su coeficiente de variación (COV).

De los datos de lluvia diaria se obtienen los siguientes valores para la lluvia infiltrada P_i .

Tabla 3.2. Parámetros estadísticos.

Valores Estadísticos		
Precipitación Infiltrada Total Anual		
Media anual (mm)	Desviación estándar (mm)	Coficiente de variación
487,323	154,742	0,318

A continuación, se efectúa un análisis de la variación del nivel freático para varios periodos de retorno de la lluvia.

Este análisis se hace suponiendo una variación a largo plazo del nivel freático que sigue una distribución normal para cada periodo de retorno, así que la profundidad del nivel freático para dicho periodo se puede estimar con la ecuación siguiente e ilustrarse en la Figura 3.11.

$$P_{fT} = (\bar{P}_f - Z * CVP_f) - (I_{iT} \cdot 24)$$

Donde P_{fT} corresponde a la profundidad del nivel freático asociado a una lluvia de periodo de retorno T, en milímetros.

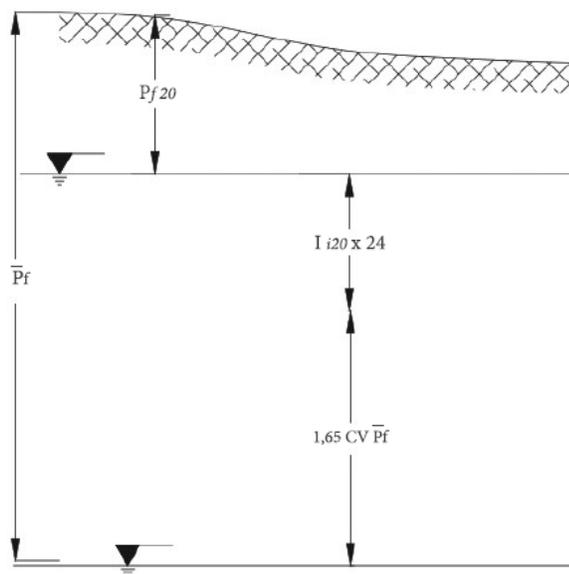


Figura 3.11. Representación de los términos utilizados para calcular la profundidad del nivel freático en un periodo de retorno de 20 años.

\bar{P} corresponde a la profundidad media del nivel freático, en milímetros. $CV\bar{P}_f$ corresponde a la desviación estándar asignada a la variación del nivel freático, expresada en términos del coeficiente de variación de los valores acumulados anuales de precipitación infiltrada, en milímetros.

Se supone que la serie de valores acumulados anuales de lluvia infiltrable sigue una distribución normal por ser una suma de eventos de precipitación individuales. El valor de 1,65 corresponde,

entonces, al valor de Z de la distribución normal estándar asociado a una probabilidad de excedencia anual, correspondiente a un periodo de retorno de 20 años.

I_{iT} : corresponde a la intensidad de la lluvia infiltrada diaria para un periodo de retorno de T años, de acuerdo con las curvas IDF estimadas para la localidad, también en milímetros por hora, siendo 24 el número de horas al día para calcular la precipitación correspondiente acumulada a diario.

Para obtener la variación del nivel freático, se trabajó con la metodología anteriormente mencionada, la cual requiere de las intensidades de 24 horas para los diferentes periodos de retorno, para lo cual se hizo el análisis estadístico de los datos de lluvia máxima de 24 horas para los años del registro utilizando un modelo tipo Gumbel. Los cálculos de estos valores también se pueden observar en el Anexo C.

$$i\left(\frac{mm}{hr}\right) = \frac{u + Y \alpha}{24}$$

$$Y = -\ln\left(\ln\left(\frac{T_r}{T_r - 1}\right)\right)$$

$$u = x - 0.5772 \alpha$$

$$\alpha = \sqrt{6} * \frac{s}{\pi}$$

Donde:

x : Media de la precipitación diaria máxima anual, mm.

s : Desviación estándar de la precipitación diaria máxima anual, mm.

T_r : Periodo de retorno en años.

Según lo encontrado en las perforaciones y lo observado en campo, se determinó un valor promedio de nivel de agua igual a -1.0 m de profundidad; en la *Tabla 3.3* se muestra la variación del nivel freático en el tiempo, la memoria de cálculo se muestra en el Anexo C.

Tabla 3.3. Cálculo de cambio del nivel freático en diferentes periodos de tiempo.

Z	PERIODO DE RETORNO (T)	Intensidad I_{IT} de la ecuación IDF	$P_{FT} = (P_f - Z * CV P_f) - (I_{IT} * 24)$ (mm)	Profundidad Nivel Freático (m)
0,18	2,33	1,41	909,0	0,91
0,84	5	1,72	692,0	0,69
1,28	10	1,97	546,3	0,55
1,65	20	2,21	423,0	0,42
2,05	50	2,52	288,5	0,29
2,33	100	2,76	194,0	0,19

3.5.2 Posición nivel freático condición normal

De acuerdo con los análisis efectuados, se toma como nivel freático en condición normal la media de los valores de nivel de agua encontrados en las perforaciones, es decir una profundidad del nivel freático a -1.0 m de profundidad bajo la superficie actual del terreno.

3.5.3 Posición nivel freático condición extrema

Según los análisis estadísticos de variación del nivel freático para diferentes periodos de retorno, teniendo en cuenta los registros de lluvias que se producen en la zona, el valor del nivel freático puede subir hasta una profundidad de -0.19 m bajo la superficie actual del terreno. No obstante, en los análisis de estabilidad se tendrá en cuenta las diferentes variaciones del nivel freático.

3.6 Geomorfología

La zona se caracteriza por ubicarse sobre unidades de tipo agradacional, denudacional y estructural, marcadas por la explotación minera parcial a la que fue sujeta la zona. Como resultado de las actividades de extracción se observa erosión laminar y principalmente caídas de roca en el escarpe principal dejado por la última fase de explotación. El análisis de antecedentes de procesos denudacionales evidencia los cambios anotados. En el Plano no 5 se muestra el mapa Geomorfológico del barrio Mirador de Corinto

3.6.1 Unidades geomorfológicas

En el sector estudiado se observaron dos tipos de unidades geomorfológicas, Unidad de Ladera Estructural Intervenida y Unidad de Ladera Denudativa. A continuación, se detalla cada unidad geomorfológica y en el plano No 5 se muestra el Mapa geomorfológico de la zona de estudio.

3.6.1.1 Unidad de Ladera Estructural Intervenida

Comprende aquellos tramos de ladera de pendiente media (15-25°), conformada en superficie por areniscas e intercalaciones de arcillolitas, controladas estructuralmente por sistemas de discontinuidades. Esta unidad representa las zonas de mayor cobertura e intervenidas en mayor medida por presencia de viviendas y en general obras de urbanismo.

3.6.1.2 Unidad de Ladera Denudativa

Esta unidad corresponde a aquellas zonas de pendiente media donde predominan los materiales arcillosos afectados localmente por erosión en surcos. Se manifiestan en sectores puntuales o localizados dentro del contexto general del área de estudio.

3.7 Morfodinámica

El estudio geomorfológico resulta fundamental en cualquier análisis geológico, estructural o geotécnico por cuanto revela las actuales condiciones de estabilidad y sus posibles causas, mediante la combinación de factores morfométricos, morfológicos y morfodinámicos. Estos últimos son de especial importancia ya que son la expresión final de un estado de equilibrio de fuerzas y por ende indica zonas que en el pasado o en la actualidad presentan o han presentado condiciones tales que generan procesos erosivos o movimientos en masa.

De otra parte, las geoformas que se observan en la actualidad en la zona de estudio son producto de la interacción de fuerzas antagónicas. Existen fuerzas de índole intrínseco, las cuales son responsables de la formación de grandes cadenas montañosas y fuerzas extrínsecas que modelan y transforman el actual relieve mediante procesos agradacionales o de depositación y degradacionales que, mediante agentes como el agua, el viento o el hielo arrancan parte de cobertura produciendo desgaste y transporte de partículas, proceso conocido como erosión.

La dinámica de la interacción de las fuerzas actuantes en determinada zona es muy variable; sin embargo, es preciso afirmar que ambas han actuado y siguen transformando el paisaje de la cobertura terrestre.

A partir del análisis fotogeológico multitemporal efectuado, logra observarse un gran cambio en el uso del suelo durante las últimas décadas por actividad antrópica, determinado por la explotación de materiales para diversos usos, permitiendo una rápida degradación del medio. Lo anterior lleva a concluir que las condiciones de inestabilidad observadas son en gran parte debidas al factor antrópico.

Cabe destacar que los antecedentes por procesos denudativos indican que las zonas de explotación se han manifestado principalmente en el perímetro de la zona de estudio y por ende, aunque dispersas y por fuera del área tienden a influir de alguna manera en el sector. La última fase de intervención por urbanismo ha sido la causante de la presencia focalizada de erosión superficial.

La intensa degradación de la cobertura por efecto de la explotación de materiales ha generado procesos erosivos y consiguientemente movimientos en masa. En la actualidad son pocos los procesos morfodinámicos activos, gracias a que la reglamentación oficial ha prohibido la explotación en varias zonas de ladera. Estos sectores se han ido recuperando por medio de la revegetalización y reconfiguración de laderas de tal forma que son muy pocos y localizados los procesos morfodinámicos activos, sin embargo, aún pueden observarse algunos movimientos en masa y procesos erosivos, principalmente en zonas de alta pendiente.

3.7.1 Inventario de procesos y análisis multitemporal

Para poder determinar la susceptibilidad del barrio a procesos de remoción en masa, se requirió de inventariar las zonas inestables debidas a diferentes tipos de procesos tales como deslizamientos, caídas de rocas, flujos de tierra, etc. Del análisis multitemporal de fotografías aéreas se identificaron procesos antiguos y para inventariar los recientes se recurrió a visitas técnicas, tales como el recorrido de campo, el análisis de pares de fotos tomadas con el Dron y para mayor detalle se incluyó la participación de la comunidad para que reportaran de manera directa los procesos que los afectan.

Teniendo en cuenta las difíciles condiciones de acceso al barrio tanto por su topografía, precarias vías de acceso, como por la situación de inseguridad, se diseñó y desarrolló un taller de socialización con la comunidad con los siguientes objetivos:

- Socializar el estudio que se estaba adelantando para permitir la apropiación del proyecto y de esta manera incrementar entre otros temas, la seguridad al efectuar las visitas.

- Obtener información de primera mano de los residentes del barrio en cuanto a los procesos activos recientes que han sucedido.
- Recolectar información en cuanto a las condiciones actuales de las viviendas y vías aledañas.
- Recoger las inquietudes de los residentes del barrio e incluirlos en los procesos de planeación y formulación de planes de acción y obras de mitigación del riesgo.

3.7.2 Desarrollo del taller

El taller se diseñó con base en la metodología propuesta en el Plan Estratégico del PNUD 2008-2011 que en su primer párrafo dice que *“todo el trabajo del PNUD — asesoría en la formulación de políticas, apoyo técnico, promoción y contribuciones para fortalecer la coherencia del desarrollo mundial— tiene como objetivo un único resultado final: “mejoras reales en la vida de las personas, y en las opciones y oportunidades que tiene”* (PNUD, 2008)

Inicialmente se efectuó la identificación de las partes interesadas, que son las personas que se beneficiarán del Estudio o cuyos intereses puedan verse afectados por el desarrollo del mismo.

Para efectuar esta identificación e iniciar el proceso de inclusión se llevó a cabo un taller de socialización con la comunidad residente en el Barrio Mirador de Corinto, para el cual se realizó una convocatoria de manera escrita por medio del presidente de la Junta de Acción Comunal del barrio, quien a su vez se encargó de la coordinación del lugar del taller y su logística.

Al taller asistieron líderes de la comunidad, madres cabeza de familia, jefes de hogar y en general una diversa población residente del barrio. Se contó con la participación de aproximadamente 60 personas, lo cual aseguró una muestra representativa de la comunidad residente.

El taller se elaboró inspirado en la metodología del Enfoque del Marco Lógico (1993) el cual se centra en los aspectos claves de una situación específica. El proceso de planificación del taller según la metodología del EML está determinado por la cantidad y calidad de la información disponible, la complejidad del problema por resolver y el número y capacidad de los participantes.

En este sentido entonces, se elaboró una presentación a manera de capacitación en donde los participantes entiendan la problemática de riesgo del barrio y puedan encasillar su vivienda y entorno en una de las clasificaciones de riesgo explicadas.

A partir de la identificación del propio riesgo al que se está expuesto, cada participante diligencia la encuesta que se presenta en la Figura 3.12, en donde se incluyen los datos relevantes del individuo y de la vivienda que ocupa a la luz de los procesos de deslizamientos o falta de manejo de aguas que ha identificado.

 ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	TALLER DE SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD PARA ESTUDIO DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA BARRIO MIRADOR DE CORINTO			
	FECHA:	SEPTIEMBRE 25 DE 2021	DEPARTAMENTO:	CUNDINAMARCA
	HORA:	09:00 a. m.	MUNICIPIO:	SOACHA
	ENCARGADO:	ING. LUZ NELLY TORRES	BARRIO:	MIRADOR DE CORINTO
NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____				
DIRECCIÓN: _____				
TIPO DE VIVIENDA		CASA		APARTAMENTO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco.		ARRENDADA		PROPIA
¿CUÁNTO TIEMPO QUE LLEVA EN LA VIVIENDA?				
¿SU CASA TIENE MUROS EN BLOQUE O LADRILLO?		SI		NO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco.				
¿SU CASA TIENE PISOS TERMINADOS?		SI		NO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco.				
¿CUANTOS PISOS TIENE SU CASA?				
¿QUÉ TIPO DE TEJAS TIENE SU CASA?				
¿SU CASA TIENE AGRIETAMIENTOS?		SI		NO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco. Si su respuesta es afirmativa por favor indique en qué parte de la estructura de su casa tiene agrietamientos, en caso contrario omita.				
¿EN MUROS?		¿EN PISOS?		¿EN EL TECHO?
¿SABE CÓMO SON LOS CIMIENTOS DE SU CASA?		_____		
DESCRÍBALOS		_____		
¿SU CASA TIENE ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS?		SI		NO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco.				
¿EN SU CASA HAN HABIDO PROBLEMAS DE INESTABILIDAD DEL TERRENO?		SI		NO
Nota: Marque con una X en la casilla en blanco. Indique que tipo de inestabilidad ha presentado				
¿DESPLIZAMIENTOS?		¿CAIDA DE ROCAS ?		
¿HACE CUÁNTO SE PRESENTÓ? Y FUE POR LLUVIAS O POR ALGÚN TRABAJO CERCANO O EXCAVACIÓN?		_____		
DESCRÍBALOS		_____		
¿PIENSA QUE ESTOS MOVIMIENTOS SON UN PELIGRO PARA USTED Y SU FAMILIA? POR QUÉ?		_____		

¿ESTARÍA DISPUESTO A ENVIAR UNA FOTO?		SI		NO
¿ESTÁ DISPUESTO A SER VOLUNTARIO PARA EXCAVAR APIQUES PARA LOS ESTUDIOS?		SI		NO
DUDAS Y SUGERENCIAS		_____		
POR FAVOR DIRÍJASE AL MAPA Y ANOTE EL NÚMERO QUE SE LE ASIGNÓ EN EL PLANO EN DONDE SE UBICA SU CASA				

Figura 3.12. Encuesta taller de socialización Estudio de Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa escala 1:1000 barrio Mirador de Corinto. Soacha. Elaboración Propia.

Posteriormente el participante se acerca a un mapa del barrio elaborado específicamente para tal fin y marca mediante un sticker la ubicación de su vivienda y el número de identificación asignado en la encuesta entregada.

Por último, se recogen las inquietudes que tienen los participantes en relación con los potenciales riesgos y sensación de peligro y se coordina el acompañamiento y manejo en temas de seguridad para las posteriores visitas al barrio.



Fotografía 3.1. Desarrollo del taller de socialización Estudio de Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa escala 1:1000 barrio Mirador de Corinto. Soacha. Elaboración Propia.

3.7.3 Conclusiones del taller

Con base en la información recolectada en el taller se logró efectuar un inventario detallado de los procesos de remoción en masa activos o recientes en el barrio a un nivel de detalle mucho mayor que utilizando únicamente sensores remotos como fotografías aéreas o satelitales.

Igualmente se recolectó la información relevante en cuanto a la tipología de las edificaciones predominantes en el barrio para definir su grado de vulnerabilidad y exposición.

La comunidad hizo parte activa del proceso de recolección de información relevante, teniendo la oportunidad de manifestar y dejar plasmada su propia problemática y las afectaciones en su calidad de vida derivadas de los escenarios de riesgo a los que está expuesta.

Se efectuó una capacitación adecuada y suficiente para lograr la colaboración de los habitantes del barrio en los trabajos posteriores de exploración del subsuelo requeridos para el desarrollo del Estudio.

Se logró la integración y apropiación de la comunidad en la planeación del Estudio y su compromiso de ayuda en los temas de seguridad y logística de las etapas posteriores.

Se ha concluido igualmente que esta metodología de inclusión de la comunidad para recoger la problemática específica puede ser utilizada en problemáticas similares en diferentes zonas de desplazamiento forzado y con amenaza por deslizamientos y remoción en masa.

En la siguiente Figura 3.13 y en el Plano No 6 se muestran la ubicación de las casas encuestadas realizadas y las respectivas respuestas.



Figura 3.13. Esquema de Datos recopilados del Barrio Mirador de Corinto.

La información recopilada en el taller se constató con fotografías aéreas e imágenes de Google Earth de posibles zonas en las cuales se hayan presentado procesos de remoción en masa y con visitas de campo para definir puntualmente el tipo de proceso existente.

A continuación, se describe el análisis multitemporal de fotografías aéreas realizado.

3.7.4 Análisis multitemporal de fotografías aéreas

El par aerofotográfico correspondiente al año de **1976** permite observar la geofoma original de la zona de estudio, conformada por una ladera denudativa sin afectaciones por procesos morfodinámicos. En estas mismas fotografías por otra parte, también se detalla la gran afectación por explotación de materiales en su entorno, situación que si bien no se ha presentado en la zona

de estudio, con el avance y desarrollo de estas explotaciones puede influir en la estabilidad local del sector, Figura 3.14.

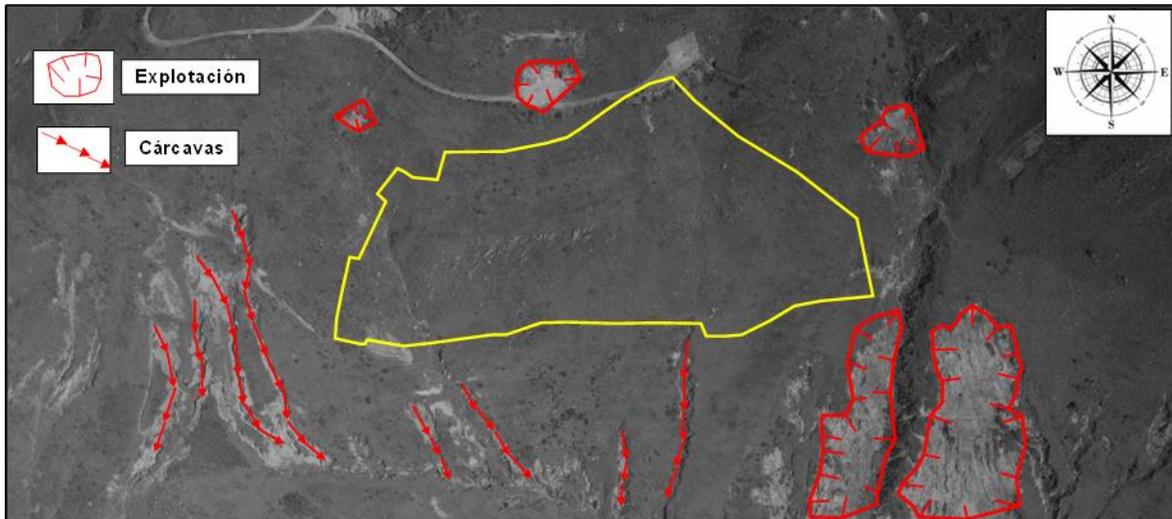


Figura 3.14. Análisis fotogeológico vuelo de 1976. Nótese la ausencia de procesos erosivos, aunque con baja cobertura vegetal al interior de la zona de estudio; no obstante, en el perímetro y zona de influencia directa del área se manifiestan canteras activas y carcavamiento

En las fotografías de **1998** se inicia la urbanización del sector, con una muy baja cobertura vegetal, aunque sin grandes explotaciones al interior del sector de estudio. Las canteras de la región se concentran principalmente al noroccidente, siendo de alguna forma limitadas debido al notable avance de las urbanizaciones, las que cada vez impiden un mayor avance de estas. Figura 3.15.

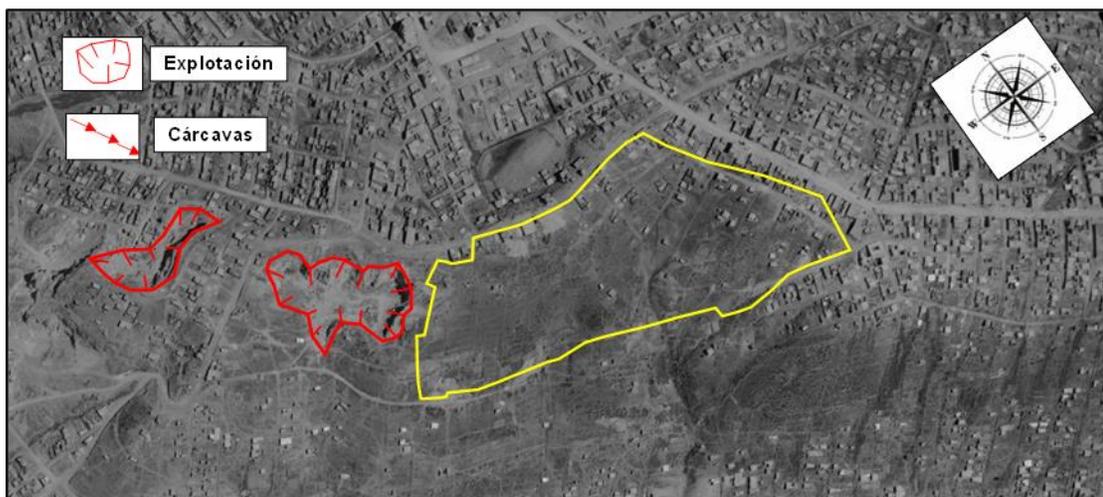


Figura 3.15. Análisis fotogeológico vuelo de 1998. Nótese la ausencia de procesos erosivos concentrados o profundos al interior de la zona de estudio, aunque con muy baja cobertura vegetal. Las explotaciones

activas se concentran por fuera del sector, hacia el noroccidente, cada vez con menor expansión debido al crecimiento urbanístico.

La imagen de **2001** representa básicamente el avance de las urbanizaciones y vías de acceso, generando en esencia procesos erosivos locales tipo surcos. De otra parte, debido a la presencia de canteras cercanas al límite de la zona de estudio, los procesos morfodinámicos se concentran en aquellas zonas cercanas a éstas y como consecuencia de falencias técnicas en su avance se generan procesos morfodinámicos Figura 3.16.

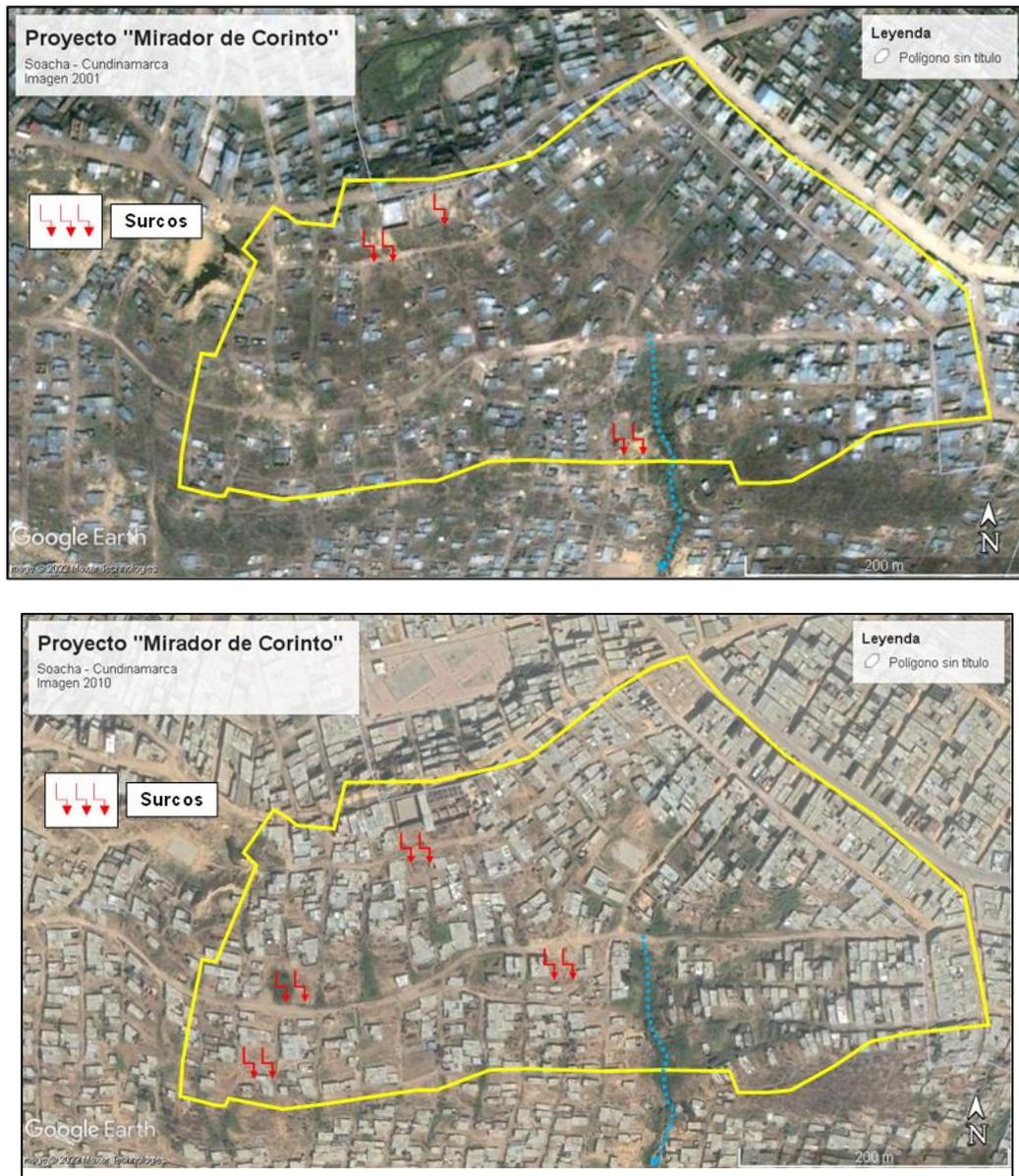


Figura 3.16. Análisis imágenes de 2001 y 2010. Continúa el desarrollo de viviendas y vías en la zona, dando lugar a la generación de procesos erosivos localizados del tipo surcos.

En las imágenes del 2009 al 2020 se observan procesos de remoción en masa locales, los cuales se debieron posiblemente al incremento urbanístico en el sector, a la falta de adecuación de vías pavimentadas y al inadecuado manejo de agua residuales y de aguas lluvias.



Figura 3.17. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2009.

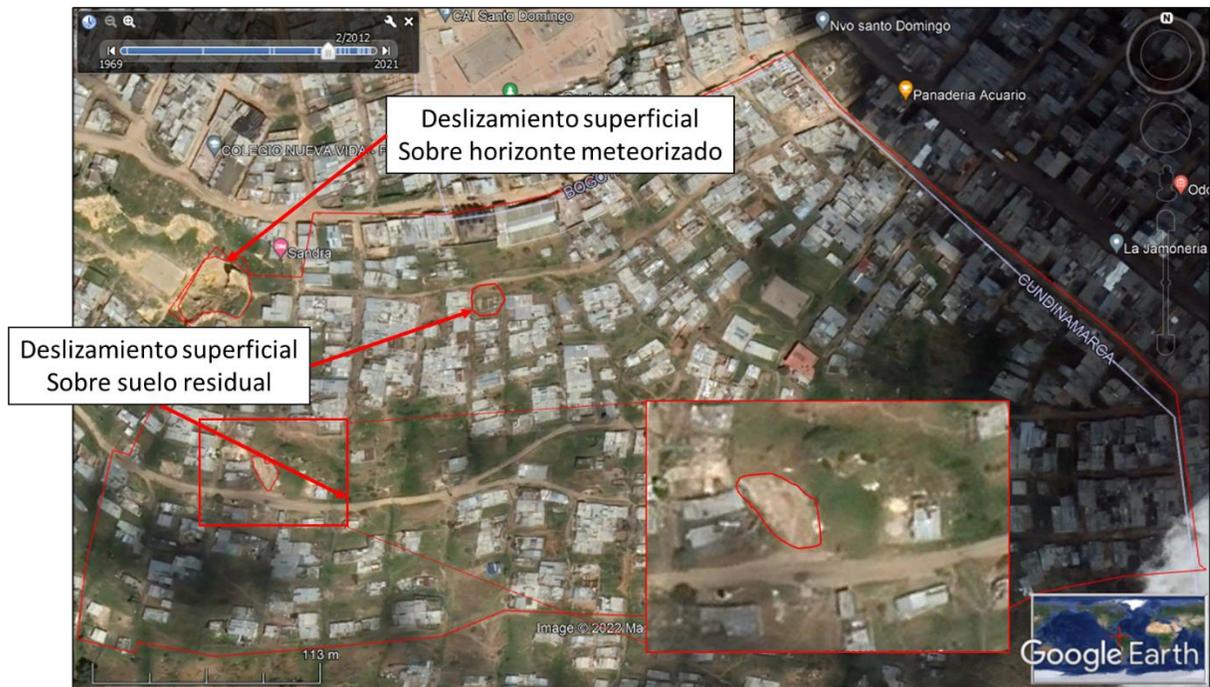


Figura 3.18. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth de febrero 2012.



Figura 3.19. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth del octubre 2012.



Figura 3.20. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2013.

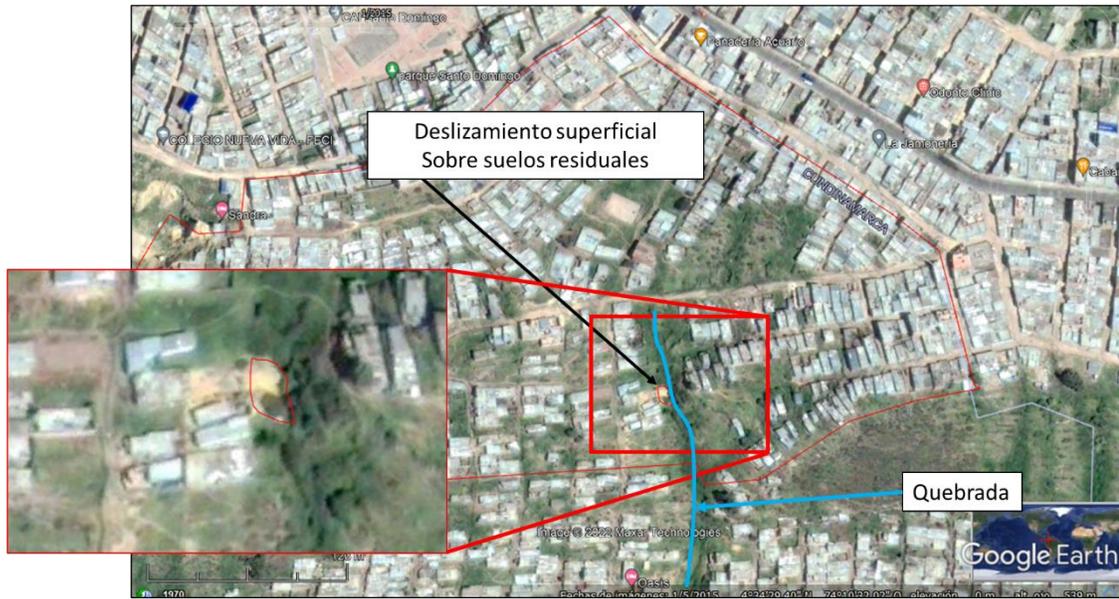


Figura 3.21. Deslizamiento superficial sobre suelo residual, imagen de Google Earth del 2015.

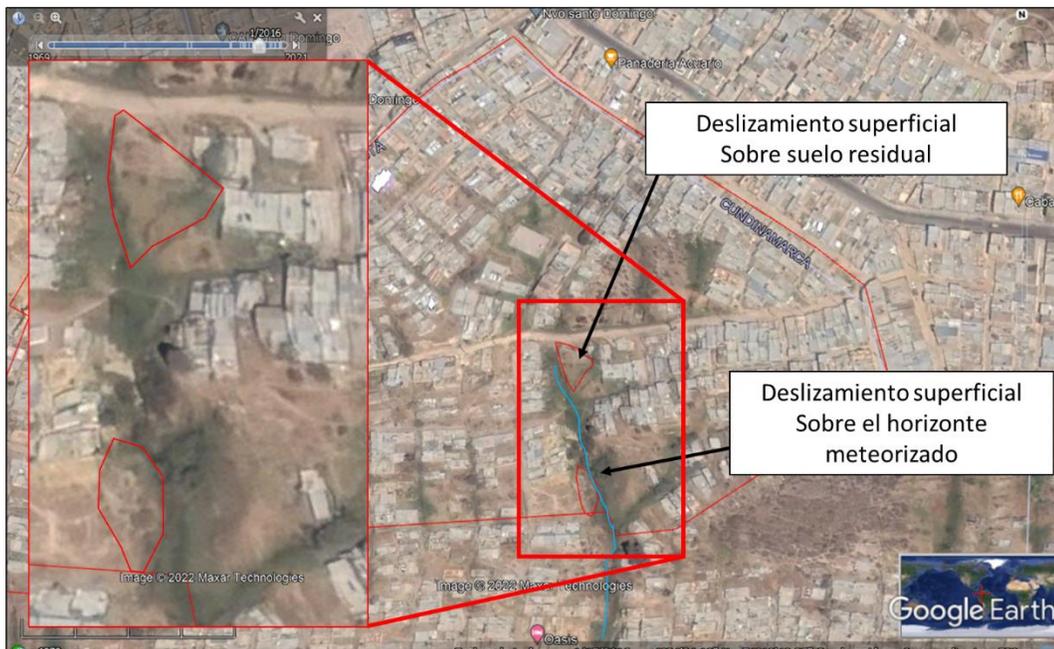


Figura 3.22. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y el horizonte meteorizado, imagen de Google Earth del 2016.

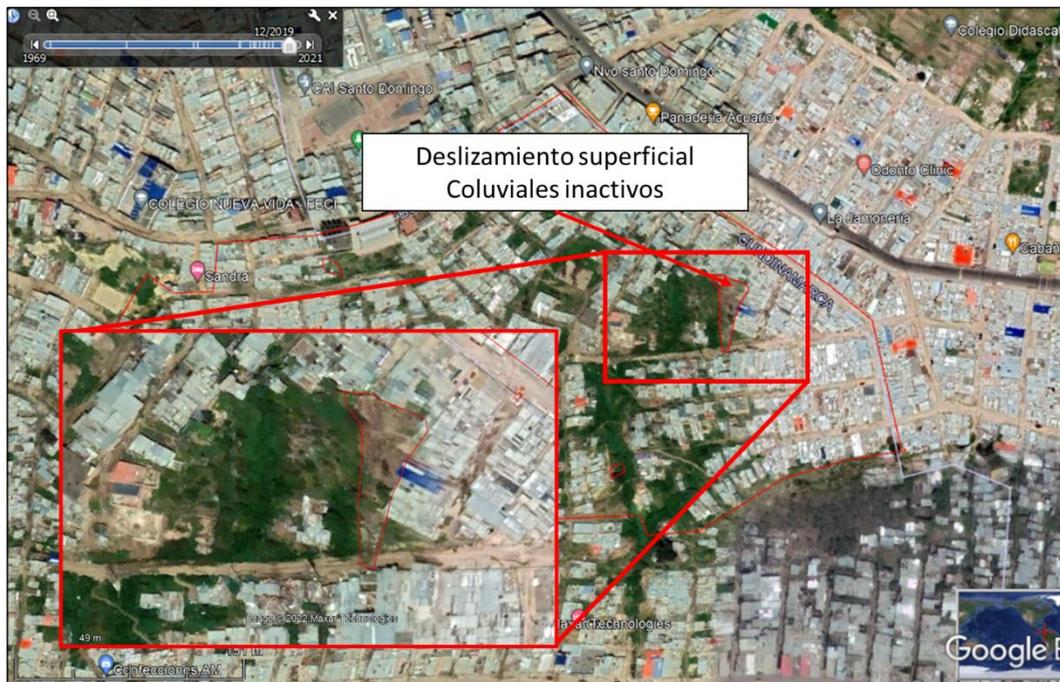


Figura 3.23. Deslizamiento superficial sobre suelo residual y depósitos inactivos, imagen de Google Earth del 2019.

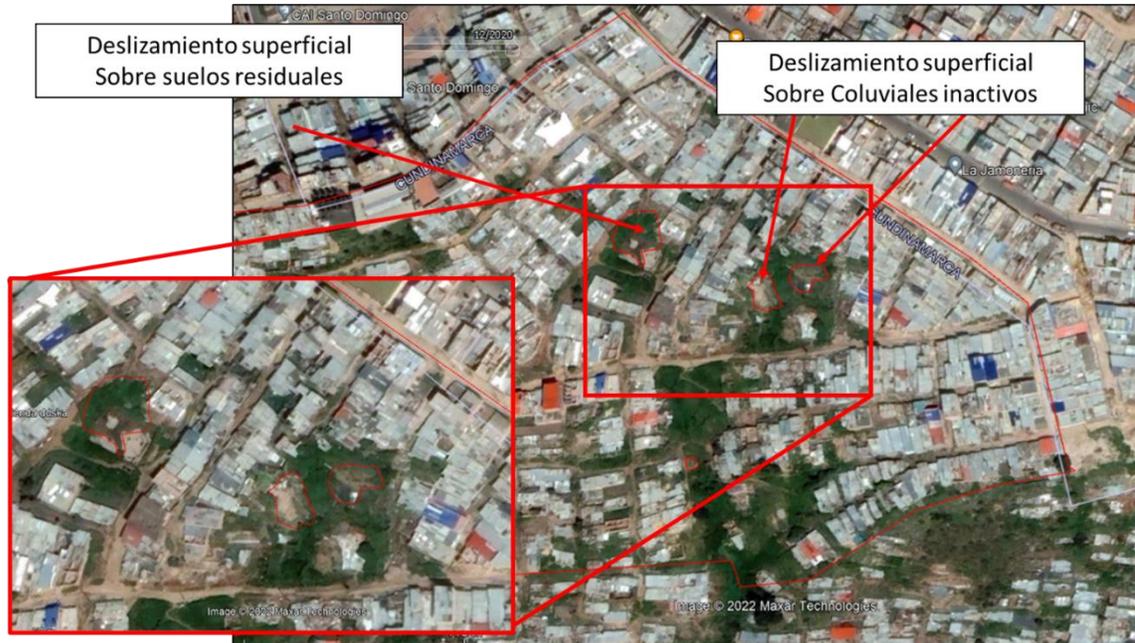


Figura 3.24. Deslizamiento superficial sobre suelo residual depósitos coluviales, imagen de Google Earth del 2020.

En la ortofoto realizada en el 2021 se pudieron constatar varios procesos erosivos locales tipo surcos concentrados principalmente en las vías peatonales y de acceso que transitan los habitantes (Figura 3.25); estos procesos principalmente se deben a la falta de un sistema de alcantarillado que permita un adecuado manejo de aguas servidas y aguas lluvias.



Figura 3.25. Fotografías de la ortofoto realizada sobre el barrio Mirador de Corinto en el 2021.

Con esta información, se creó un inventario de procesos tipo deslizamientos el cual se ubicó en el plano en planta de procesos morfodinámicos y se muestra en la Figura 3.26.

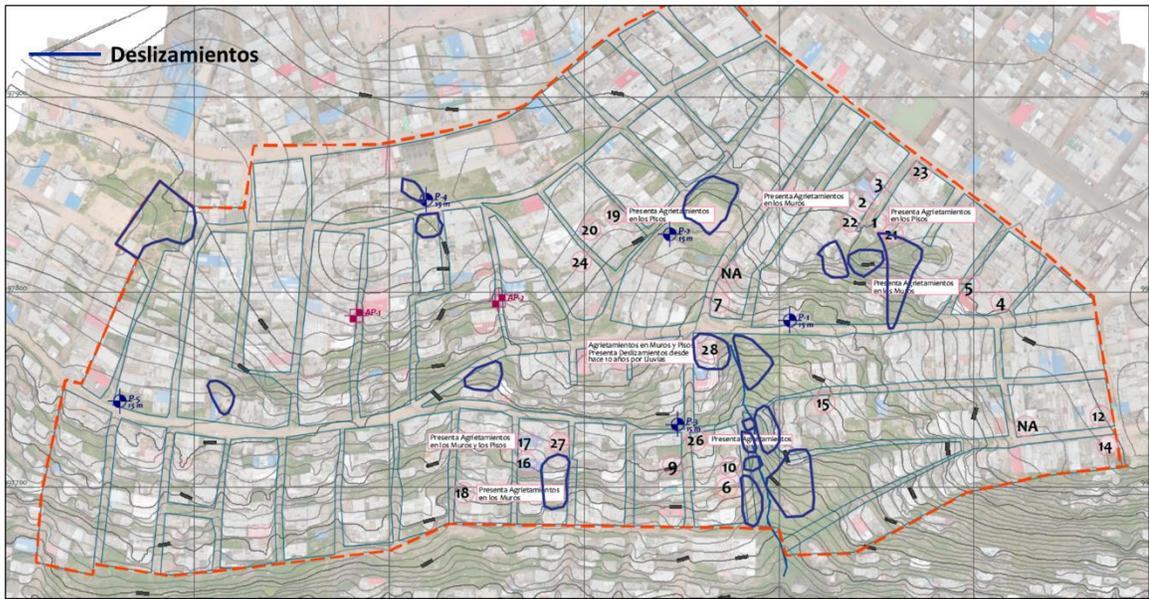


Figura 3.26. Procesos de remoción en masa identificados sobre el barrio Mirador de Corinto.

Debido a que en las encuestas los habitantes del barrio Mirador de Corinto no expresaron algún evento por caída de bloques de rocas, pero durante el recorrido en campo se identificaron puntos donde se pueden presentar, se decidió examinar dichas zonas con la ortofoto tomada en el 2021 con el fin de identificar proceso por caída de rocas. Ver Figura 3.27.

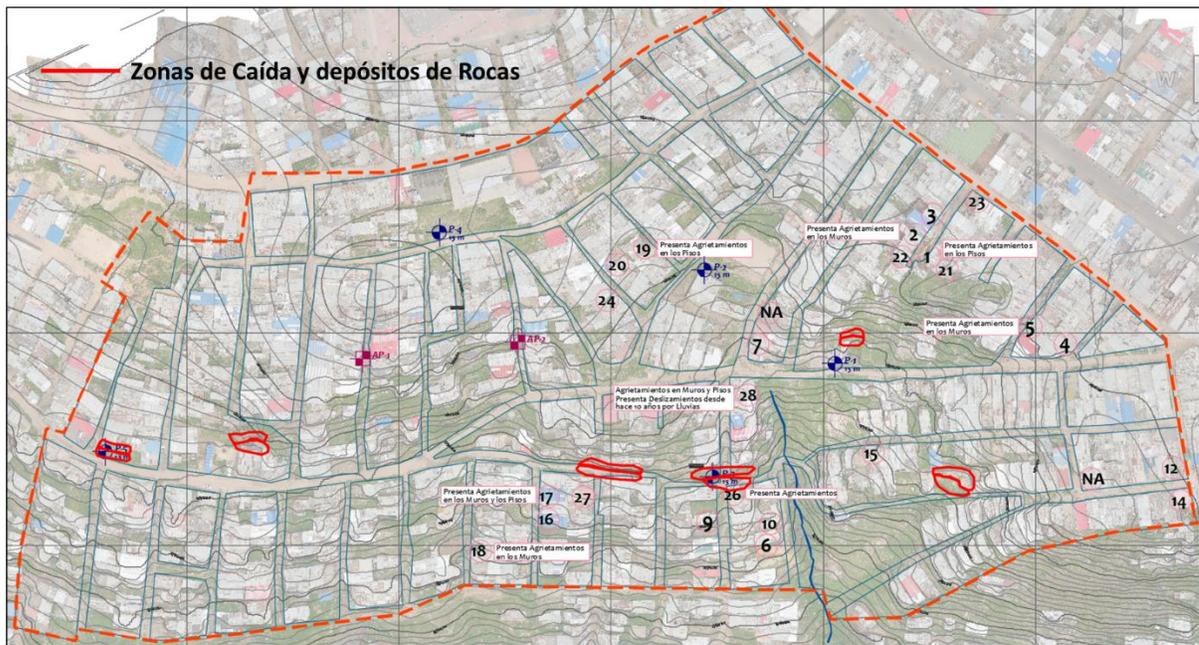


Figura 3.27. Zonas en las que se identificaron caídas y depósitos de rocas recientes.

3.7.5 Erosión Hídrica Concentrada

Se definen como el grupo de eventos por medio de los cuales el material rocoso, suelos o depósitos son desprendidos o disueltos y removidos con influencia de agentes externos a lo largo de un eje lineal. Esto incluye el movimiento de partículas arrancadas por el impacto de las gotas de lluvia que son transportadas en un flujo superficial.

En la zona de estudio los procesos erosivos han estado presentes desde el momento mismo de la explotación de las zonas vecinas al costado norte, sur y occidental por fuera del barrio, al efectuar el descapote de la porción de suelo orgánico que es la base de la cobertura vegetal protectora. La situación actual no es muy distinta, sin embargo, los procesos erosivos como surcos y cárcavas se concentran sobre las vías de acceso al barrio principalmente debido a la falta de alcantarillado en el barrio. Cabe resaltar que los materiales blandos de la Formación Arenisca Labor Tierna presente en la zona de estudio exhiben una elevada susceptibilidad a la acción de los agentes meteóricos, generando procesos como los anotados.

3.7.6 Movimientos en Masa

Los movimientos en masa en la zona de estudio son de dos tipos. Uno asociados a suelos superficiales, rellenos antrópicos y depósitos coluviales en zonas de alta pendiente y nulas condiciones de manejo de aguas. Otro los procesos en materiales rocosos asociados y determinados por la presencia de escarpes dejados por cortes verticales para la conformación de las viviendas y vías existentes. Estos escarpes están conformados por estratos de arenisca con la presencia de 3 familias de discontinuidades que en conjunto con la dirección e inclinación del talud ocasionan caídas de roca.

Es importante de otra parte resaltar los cambios morfológicos que han tenido las zonas aledañas y en algunas puntuales dentro del barrio, dejando geoformas de baja pendiente general por efecto de la extracción intensiva a que fue sujeta esta parte de la zona montañosa.

Teniendo en cuenta que el inventario de procesos de remoción en masa existentes en el área es un insumo fundamental para la zonificación de susceptibilidad y amenaza por procesos de remoción en masa, se utilizaron metodologías reconocidas para su identificación, clasificación y categorización, como la propuesta por Varnes (National Research Council (U.S.); Schuster, R.L.; Krizek, R.J., 1978) y luego complementada por Cruden y Varnes (1996).

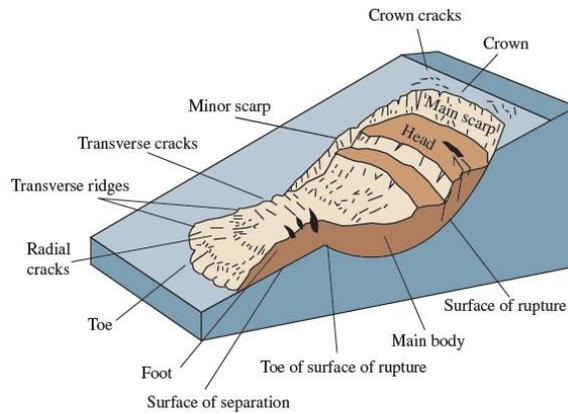


Figure 1. An idealized slump-earth flow showing commonly used nomenclature for labeling the parts of a landslide.

TYPE OF MOVEMENT		TYPE OF MATERIAL		
		BEDROCK	ENGINEERING SOILS	
			Predominantly coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLATIONAL			
LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow	Debris flow	Earth flow
		(deep creep)	(soil creep)	
COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement		

Figure 2. Types of landslides. Abbreviated version of Varnes' classification of slope movements (Varnes, 1978).

Figura 3.28. Clasificación de procesos de remoción en masa según Varnes (National Research Council (U.S.); Schuster, R.L.; Krizek, R.J., 1978).

Adicionalmente a la anterior clasificación y de acuerdo con lo propuesto por Skempton & Hutchinson (1969) se clasificaron los deslizamientos según la relación de Profundidad/Longitud, D/L, donde para $D/L < 0.1$ son Superficiales y para $0.15 < D/L < 0.33$ son Profundos.

3.7.7 Clasificación y descripción de movimientos

Los movimientos que se muestran en la Figura 3.27 se identificaron como caídas de rocas (Tipo 1), debido a que a pesar de que la zona presenta una pequeña posibilidad de volcamientos, falla planar y falla en cuña, la probabilidad que ocurra es muy baja tal como se mostró en el análisis cinemático realizado en el numeral 3.4.1.

Adicionalmente, esta caída de rocas se presenta en algunas zonas puntuales del barrio donde hay pendientes superiores a 45° y donde afloran la roca meteorizada que, por la erosión del aire, lluvia, el fracturamiento, la escorrentía superficial o los cortes generados para la conformación de vías y casas, producen que se desprendan bloques de roca; principalmente esta última causa junto con el inadecuado manejo de aguas son las causas principales de esta caída de rocas.

En algunas zonas se logró identificar este modo de falla de caída de rocas con el análisis multitemporal explicado en el numeral 3.7.4 y se constató con las visitas realizadas durante la exploración geotécnica y durante el taller efectuado en el barrio Mirador de Corinto, ver Figura 3.29.



Figura 3.29. Fotografía de dos zonas en las que se presentan pendientes mayores a 45° por la presencia de caída de bloques de roca, en las cuales el escarpe puede haber sido por efecto de explotación de materiales, donde posteriormente se construyeron viviendas en el patio de dicha explotación.

A pesar de que estas caídas de rocas se presentan con pendientes superiores a 45°, la masa que cae solo rebota y se deposita al frente de los sitios donde afloran los bloques de roca muy cerca a la pata del escarpe. Estos movimientos suelen presentarse extremadamente rápido y según el análisis multitemporal en el barrio se presentan en zonas de escarpes dejados por antiguos frentes de explotación minera y donde aflora la roca.



Figura 3.30. Fotografía de las zonas de escarpe con pendientes mayores a 45° de un antiguo frente de explotación minera.

Los deslizamientos identificados en la zona de la quebrada (Figura 3.31), se encontraron ya que se observaron escarpes o hundimientos producto de los deslizamientos. Debido a que en el taller realizado en el barrio ninguno de los habitantes menciona algún deslizamiento en esta zona se definió mediante las visitas de campo que el movimiento es de tipo superficial poco perceptible ($D/L < 0.1$). El único deslizamiento identificado durante el taller en esta zona fue el numero 8 cuya causa se cree que se debe a la conformación de la casa con respeto a la vía y al mal manejo de agua. Según lo observado en la casa solo se han presentado agrietamientos en muros y paredes, pero no caída de material sobre la casa, por lo cual también se estima que el movimiento es superficial.

Durante las visitas de campo se observó que la ronda de la Quebrada es inestable debido a que la mayoría de las aguas lluvia y residuales del barrio se entregan en esta zona, erosionando los materiales superficiales presentes y produciendo estos movimientos, así mismo al observar las imágenes multitemporales algunos de estos movimientos son antiguos y se han reactivado completa o parcialmente.

Se resalta el hecho que el deslizamiento 3 se encuentra en la zona en donde según los estudios anteriores se presentan depósitos coluviales activos, por lo cual se estima que este deslizamiento sigue estando activo debido a la presencia de estos depósitos que no se han estabilizado.

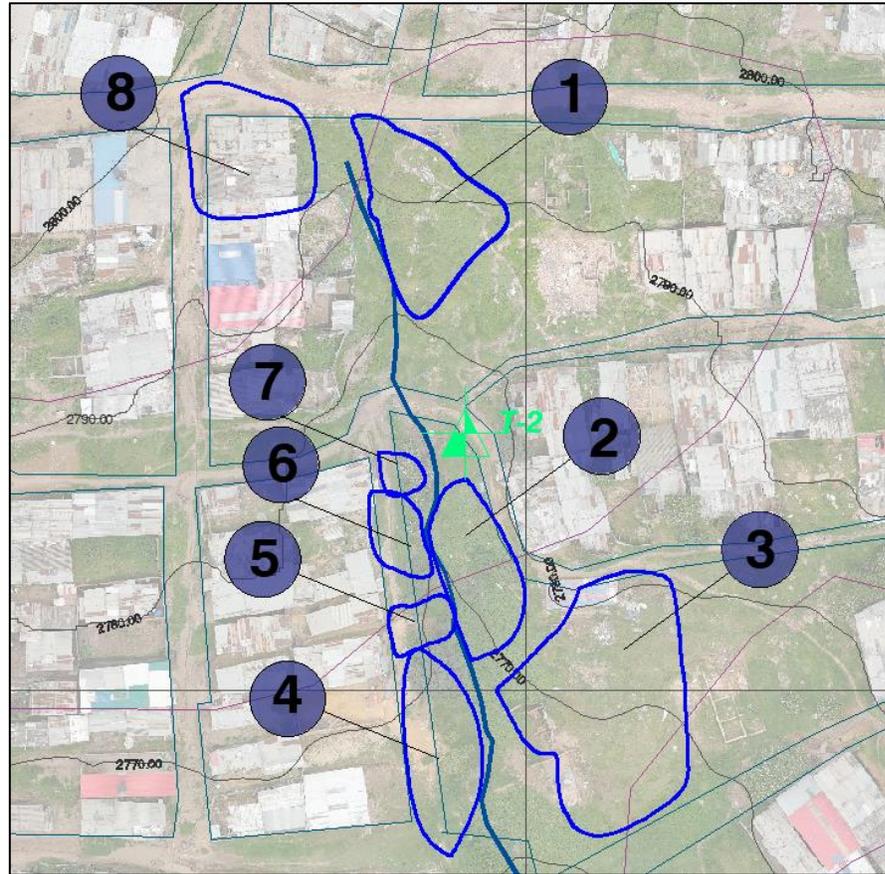


Figura 3.31. Esquema de los deslizamientos superficiales encontrados sobre la zona de la quebrada.

Los deslizamientos que muestran en la Figura 3.32, se identificaron debido a que en múltiples imágenes multitemporales la zona no presentaba vegetación y en otras sí, así mismo, en la visita a campo se encontraron en esta zona múltiples escarpes, producto de la reactivación de los movimientos, Figura 3.33.

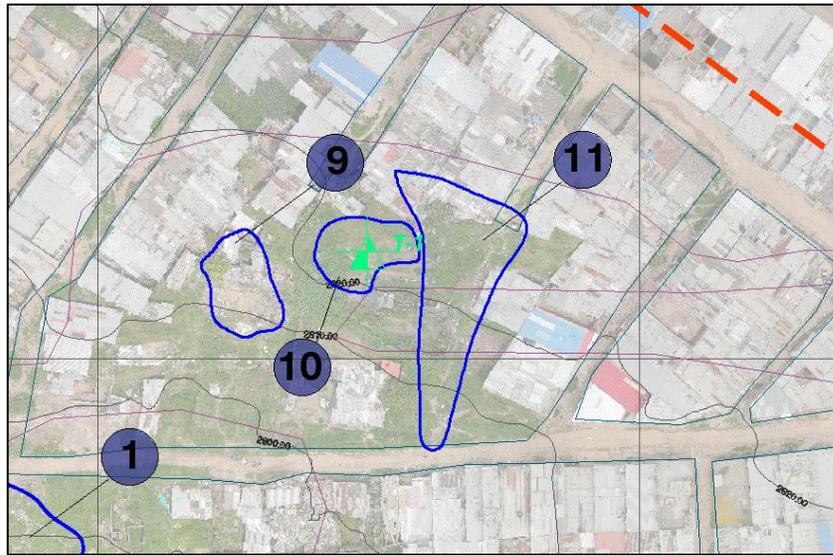


Figura 3.32. Esquema de los movimientos al costado oriental del barrio.



Figura 3.33. Fotografía de la zona donde se observan múltiples escarpes de deslizamiento al costado oriental del barrio mirador de Corinto.

Según la clasificación de Cruden y Varnes (1996), los deslizamientos rotacionales en la parte superior producen hundimientos y en la parte inferior junto con los hundimientos producen flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento, lo anterior se observó en los deslizamientos 9, 10 y 11, en donde las imágenes multitemporales mostraban que en la parte superior de la

ladera de presentaba hundimientos, congruente con los agrietamientos que manifestaron en el taller las casas cercanas a esta zona y en la parte inferior se generaban flujos de materiales.

Lo anterior, también se evidenció en el deslizamiento 12, en las imágenes multitemporales se observó desplazamiento de material de la parte superior del talud tapando la zona de la cancha, así mismo sobre la zona alta en la vía de acceso se evidenciaron agrietamientos concéntricos en la dirección del movimiento característicos de un movimiento tipo deslizamiento rotacional. En cuanto a los deslizamientos 13, 14 y 15, se identificaron debido a que presentaban desprendimientos de material en la parte alta y baja del deslizamiento; al igual que en los primeros deslizamientos sobre esta zona no se mencionaron daños cercanos o presencia de deslizamientos, por ende, se cree que fueron superficiales e imperceptibles para la comunidad, ver Figura 3.34.

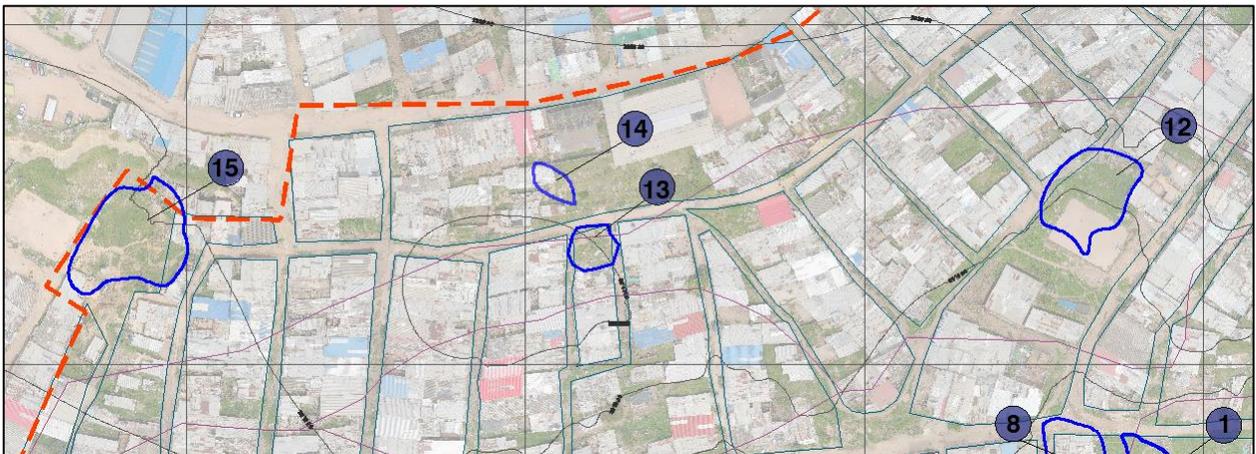


Figura 3.34. Esquema de los deslizamientos ubicados en la zona alta de la ladera.

En las imágenes del 2012 y 2019 (Figura 3.35) se observa que los movimientos 16 y 18 presentan múltiples escarpes en la parte alta del movimiento indicando posibles retrogresiones del movimiento, siendo esto característico en los movimientos tipo deslizamientos rotacionales o compuestos, el movimiento 18 es congruente con la información recolectada en el taller, donde las viviendas en la parte alta reportaron agrietamientos en pisos y muros.

En el movimiento 17 en la imagen del 2009 se observa un desprendimiento de material donde la corona del talud bordea la vía de acceso y en años posteriores (2012 y 2013) se observan agrietamientos o escarpes a lo largo de la superficie, indicando un movimiento progresivo también característico de los deslizamientos rotacionales y compuestos.

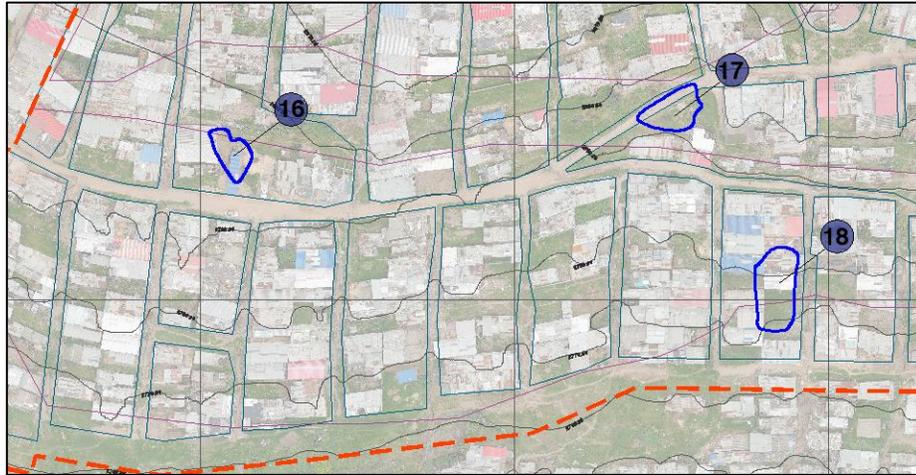


Figura 3.35. Esquema de los movimientos tipo deslizamientos presentados en la zona baja de la ladera.



Figura 3.36. Esquema de las imágenes del 2009 y del 2013 del deslizamiento 17.

Debido a que en la mayor parte de los deslizamientos identificados, se observan agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección de los movimientos, hundimientos en la parte superior e inferior y que genera pequeños escarpes verticales en las zonas superiores, así mismo, a que en su mayoría estos han generado agrietamientos en las paredes y muros de las viviendas, se concluye que estos procesos son superficiales y de tipo rotacional y/o compuestos. Adicionalmente, ya que varios de estos procesos se logran percibir en imágenes de diferentes

años, se determinó que estos procesos se reactivan posiblemente en periodos de lluvias y que tienden a tener un comportamiento retrogresivo.

En el Plano No 8 se presenta los procesos de remoción anteriormente mencionados sobre el barrio Mirador de Corinto.

3.8 Uso del suelo

Para elaborar el mapa de uso del suelo, se siguió la metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2010).

El uso del suelo está relacionado con el número de curva (CN) del método lluvia-escorrentía del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de Estados Unidos, el cual se usa para estimar el aporte de la lluvia en términos de nivel freático, lámina o altura del agua, al considerar la lluvia como un detonante de movimientos en masa.

La cobertura hidrológica del suelo incluye una combinación específica de los grupos de suelos hidrológicos, el uso y el tratamiento de la tierra, la condición hidrológica superficial y las condiciones de humedad antecedente.

Todos estos factores tienen un comportamiento directo sobre la cantidad de escorrentía producida por una hoya hidrográfica. El grupo hidrológico de suelos describe el tipo de Suelo. El uso y el tratamiento del suelo describen el tipo y la condición de la cubierta vegetal.

La capacidad hidrológica se refiere a la capacidad de la superficie del terreno para aumentar o impedir la escorrentía directa. La condición de humedad antecedente tiene en cuenta la historia reciente de la precipitación y es una medida de la cantidad almacenada por el terreno. Los suelos se clasifican en cuatro grupos A, B, C y D de acuerdo con el potencial de escurrimiento. Ver Tabla 3.4

Tabla 3.4. Valores de número de curva para diferentes grupos hidrológicos y usos del suelo, (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, 2010).

USO DE SUELO	GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales				
Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos	30	58	71	78
Bosques				
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
Óptimas condiciones: cubierta en pasto (75 % o más)	39	61	74	80
Condiciones aceptables: cubierta en pasto (50 al 75 %)	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial				
Tamaño promedio lote porcentaje promedio impermeable				
1/8 de acre 65	77	85	90	92
1/4 de acre 38	61	75	83	87
1/3 de acre 30	57	72	81	86
1/2 de acre 25	54	70	80	85
1 de acre 20	51	68	79	84
Parqueadero pavimentado, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Chow et al, 1994.

- A. (Bajo potencial de escorrentía). Suelos que tienen alta tasa de infiltración incluso cuando estén muy húmedos. Consisten en arenas o gravas profundas, bien a excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
- B. (Moderadamente bajo potencial de escorrentía). Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.
- C. (Moderadamente alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de texturas moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcalis o suelos con niveles freáticos moderados. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien a moderadamente bien drenados, con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad (50-100 cm).
- D. (Alto potencial de escorrentía). Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o álcalis y suelos poco profundos sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta.

Las convenciones asignadas de cara a la cartografía del presente estudio para cada unidad de uso del suelo son las siguientes.

Tabla 3.5. Convenciones asignadas para la cartografía.

Uso del suelo	Convención
Tierra cultivada	TC
Sin tratamiento de conservación	TCs
Con tratamiento de conservación	TCc
Pastizales	PZ
Condiciones pobres	PZp
Condiciones óptimas	PZo
Vegas de ríos	VR
Bosques	BS
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	BScp
Cubierta buena	BSbc
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	AA
Óptimas condiciones: cubierta en pasto (75% o más)	AAo
Condiciones aceptables: cubierta en pasto (50 al 75%)	AAa
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	AC
Residencial	AR
Tamaño promedio lote porcentaje promedio impermeable	

Uso del suelo	Convención
1/8 de acre 65	AR65
1/4 de acre 38	AR38
1/3 de acre 30	AR30
1/2 de acre 25	AR25
1 de acre 20	AR20
Parqueadero pavimentado, techos, accesos, etc.	PP
Calles y carreteras	V
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	VP
Gravas	VG
Tierra	VT

De acuerdo con lo establecido a lo largo del presente estudio, la zona en la actualidad no presenta una buena cobertura vegetal, se presentan algunas zonas con pastos pequeños y algunas especies de arbustos de porte medio, en su mayoría el terreno se encuentra desprovisto de vegetación debido a la alta urbanización que se ha presentado a lo largo de los años.

En la Tabla 3.6 se resumen las principales características de las unidades de usos del suelo y cobertura vegetal y en el plano No 10 Mapa de usos de suelo.

Tabla 3.6. Principales características de las unidades de usos del suelo y de cobertura vegetal de la zona de estudio. Fuente propia

CONVENCIONES USOS DEL SUELO						
Según Tabla 2 - Relación entre las unidades de Coberturas de la Tierra y las unidades de Uso del Suelo actual						
NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	DESCRIPCIÓN	GRUPO DE USO	USO ACTUAL	COLOR
Territorios Artificializados	Zonas Industriales o Comerciales y Redes de Comunicación		Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad. La superficie debe ser mayor a una hectárea y el ancho de la vía debe ser superior a 14 metros.	Infraestructura	Transporte	
Territorios Artificializados	Zonas Urbanizadas		Incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas que configuran un tejido urbano. Incluye el tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo.	Asentamiento	Residencial	
Áreas Naturales y SemiNaturales	Áreas Abiertas sin o con Poca Vegetación	Otras Áreas Sin Vegetación	Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa.	Sin Uso	Afectación	

3.9 Sismología

Con base en la zonificación que ha realizado la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica con relación a la amenaza sísmica en el territorio nacional y en el que se han delimitado áreas de isoaceleración pico efectiva (A_a), considerando aceleraciones de sismos de diseño como porcentajes de la gravedad terrestre ($g = 980 \text{ cm/s}^2$), se observa que específicamente para el municipio de Soacha, en donde se localiza el área de estudio, se reportan los siguientes valores de coeficientes de aceleración para diseño (A_a) y para daño (A_s) que abarcan una franja de grado Intermedio de actividad sísmica.

Tabla 3.7. Amenaza sísmica en la zona de estudio. Fuente AIS

Municipio	Aceleración pico efectiva (A_a)	Aceleración de diseño (A_s)	Zona - Amenaza Sísmica
Soacha	0.15	0.20	INTERMEDIA

Para el presente estudio se utilizaron los valores de aceleración pico para los diferentes periodos que se encuentran en Tabla 3.8. los cuales se obtuvieron de la página del Servicio Geológico Colombiano.

Tabla 3.8. Valores de aceleración para diferentes periodos de retorno en el municipio de Soacha-Cundinamarca. (Datos obtenidos de la página del SGC).

Periodo de retorno (años)	Aceleración pico del terreno esperada A_a (g)
0	0
31	0.032
225	0.104
475	0.152
975	0.216

4 Exploración del subsuelo

Para adelantar los análisis de estabilidad se hace necesario la caracterización física y mecánica de las diferentes unidades de geología identificadas y descritas en el Capítulo anterior. Para esto además de la compilación de información secundaria, proveniente de estudios anteriores en los alrededores de la zona de estudio, se adelantó una campaña de exploración y a las muestras obtenidas de dicha campaña se les practicaron ensayos de laboratorio encaminados a determinar las propiedades mecánicas de los diferentes estratos.

4.1 Exploración del subsuelo

Para la elaboración de este estudio y como parte de este proyecto se efectuaron 5 perforaciones con equipo mecánico, 2 apiques y 5 líneas de refracción sísmica, distribuidas de manera que se cubriera la totalidad del barrio y en los sitios críticos identificados en el levantamiento geológico, análisis de antecedentes, análisis de susceptibilidad y visitas de campo. De los estudios previos no se hallaron perforaciones que se encontraran dentro de la zona de estudio, sin embargo, se tuvo en cuenta la información extraída de las perforaciones y de la caracterización de los macizos en las zonas más cercanas.

4.1.1 Exploración directa

La campaña de exploración directa que se ejecutó en la zona de estudio se llevó a cabo a finales de noviembre y principios de diciembre del 2021.

Las perforaciones alcanzaron profundidades máximas de 16 m y se ubicaron estratégicamente con el fin de caracterizar todos los suelos presentes en la zona de estudio. Adicionalmente, se realizaron 2 apiques con el fin de obtener muestras de suelo de los depósitos coluviales en la zona de estudio.

En el Anexo A se presentan los registros fotográficos de las perforaciones y de las muestras extraídas, así mismo en el Plano No 2 y 3 se presenta la ubicación de las perforaciones y los perfiles estratigráficos encontrados. En la *Figura 4.1* se muestra la ubicación de las perforaciones realizadas dentro del barrio de Mirador de Corinto.

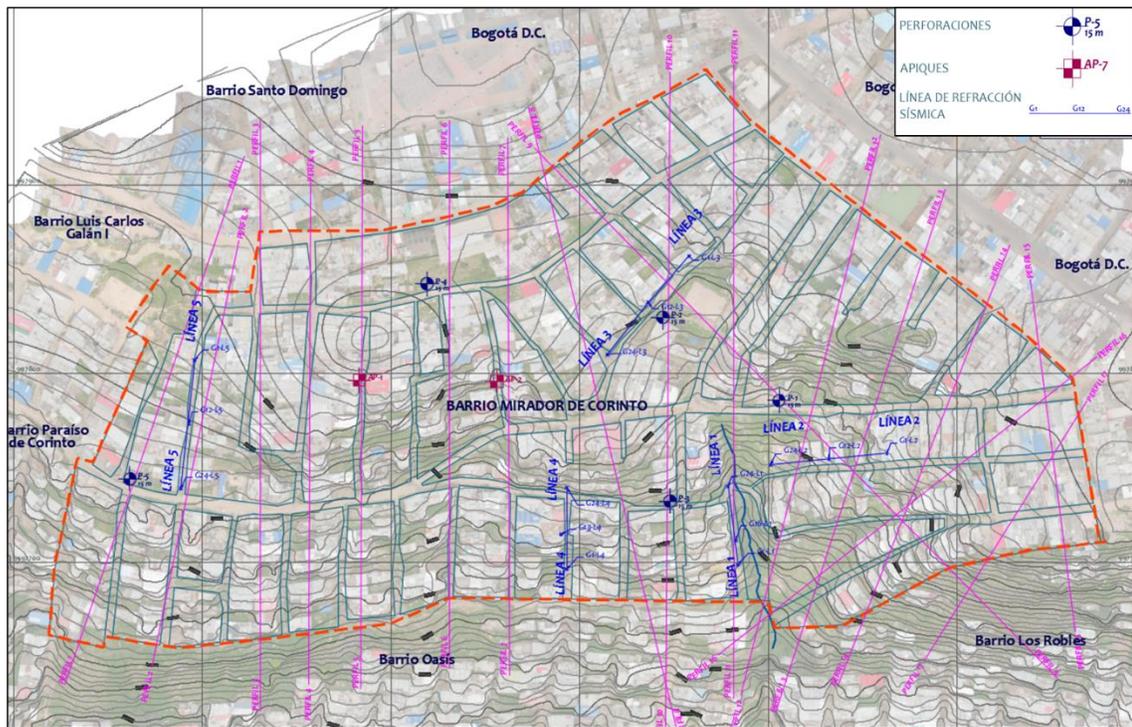


Figura 4.1. Plano de localización de la exploración realizada, que consistió de perforaciones con toma de muestras, apiques y líneas de refracción sísmica realizadas en el sector de Mirador de Corinto, fuente Propia.

Estas perforaciones fueron ejecutadas con equipo mecánico con un método de avance de percusión y lavado y rotación con broca de diamante. Durante este proceso se obtuvieron muestras inalteradas y remoldeadas, así mismo se adelantó el ensayo SPT de campo y a las muestras de roca se les determinó entre otros, el valor de RQD.

Se destaca que con la profundidad de las perforaciones no se encontró el macizo rocoso o roca sana, lo que indica que se encuentra a una profundidad mayor a los 16 m, así mismo, se resalta que los espesores de suelos residuales encontrados son mayores a los reportados por el SGC. El nivel freático encontrado en las perforaciones ronda profundidades entre 0.2 y 1.7 m. A continuación, de la Figura 4.2 a la Figura 4.4 se muestra el registro de exploración de estas perforaciones.

PERFORACIÓN P-1				PERFORACIÓN P-2			
m	MATERIAL Nivel (m)	N	RQD	m	MATERIAL Nivel (m)	N	RQD
1	Arcilla Arenosa Café Oscura con Raíces Consistencia Media 0.60	2+2+3		1	Relleno Arenoso con Tierras Varias	2+2+3	
2		7+20+26		2		2+2+4	
3		26+24+16		3		2+3+3	
4				4	8+10+13		
5	Arcilla Café Clara con Gravas Gruesas Densidad Compacta	6+21+11		5	Arena Café Densidad Media		
6				6		9+8+9	
7				7			
8				8			
9				9	Arcilla Gris Oscura con Gravas Consistencia Muy Dura		
10	Arcilla Café Veteada con Gravas Gruesas Consistencia Dura 8.90	21+17+14		10		18+33+50	
11				11			
12				12		50/6	
13				13			
14				14	Arcilla Gris Consistencia Muy Dura		
15				15		50/3	0.0%
16				16			
17				17			
18				18			
19				19			
20				20			
21				21			
22				22			
23				23			
24				24			
25				25			
26				26			
27				27			
28				28			
29				29			
30				30			
31				31			
32				32			
33				33			
34				34			
35				35			
36				36			
37				37			
38				38			
39				39			
40				40			
41				41			
42				42			
43				43			
44				44			
45				45			
46				46			
47				47			
48				48			
49				49			
50				50			
51				51			
52				52			
53				53			
54				54			
55				55			
56				56			
57				57			
58				58			
59				59			
60				60			
61				61			
62				62			
63				63			
64				64			
65				65			
66				66			
67				67			
68				68			
69				69			
70				70			
71				71			
72				72			
73				73			
74				74			
75				75			
76				76			
77				77			
78				78			
79				79			
80				80			
81				81			
82				82			
83				83			
84				84			
85				85			
86				86			
87				87			
88				88			
89				89			
90				90			
91				91			
92				92			
93				93			
94				94			
95				95			
96				96			
97				97			
98				98			
99				99			
100				100			
101				101			
102				102			
103				103			
104				104			
105				105			
106				106			
107				107			
108				108			
109				109			
110				110			
111				111			
112				112			
113				113			
114				114			
115				115			
116				116			
117				117			
118				118			
119				119			
120				120			
121				121			
122				122			
123				123			
124				124			
125				125			
126				126			
127				127			
128				128			
129				129			
130				130			
131				131			
132				132			
133				133			
134				134			
135				135			
136				136			
137				137			
138				138			
139				139			
140				140			
141				141			
142				142			
143				143			
144				144			
145				145			
146				146			
147				147			
148				148			
149				149			
150				150			
151				151			
152				152			
153				153			
154				154			
155				155			
156				156			
157				157			
158				158			
159				159			
160				160			
161				161			
162				162			
163				163			
164				164			
165				165			
166				166			
167				167			
168				168			
169				169			
170				170			
171				171			
172				172			
173				173			
174				174			
175				175			
176				176			
177				177			
178				178			
179				179			
180				180			
181				181			
182				182			
183				183			
184				184			
185				185			
186				186			
187				187			
188				188			
189				189			
190				190			
191				191			
192				192			
193				193			
194				194			
195				195			
196				196			
197				197			
198				198			
199				199			
200				200			
201				201			
202				202			
203				203			
204				204			
205				205			
206				206			
207				207			
208				208			
209				209			
210				210			
211				211			
212				212			
213				213			
214				214			
215				215			
216				216			
217				217			
218				218			
219				219			
220				220			
221				221			
22							

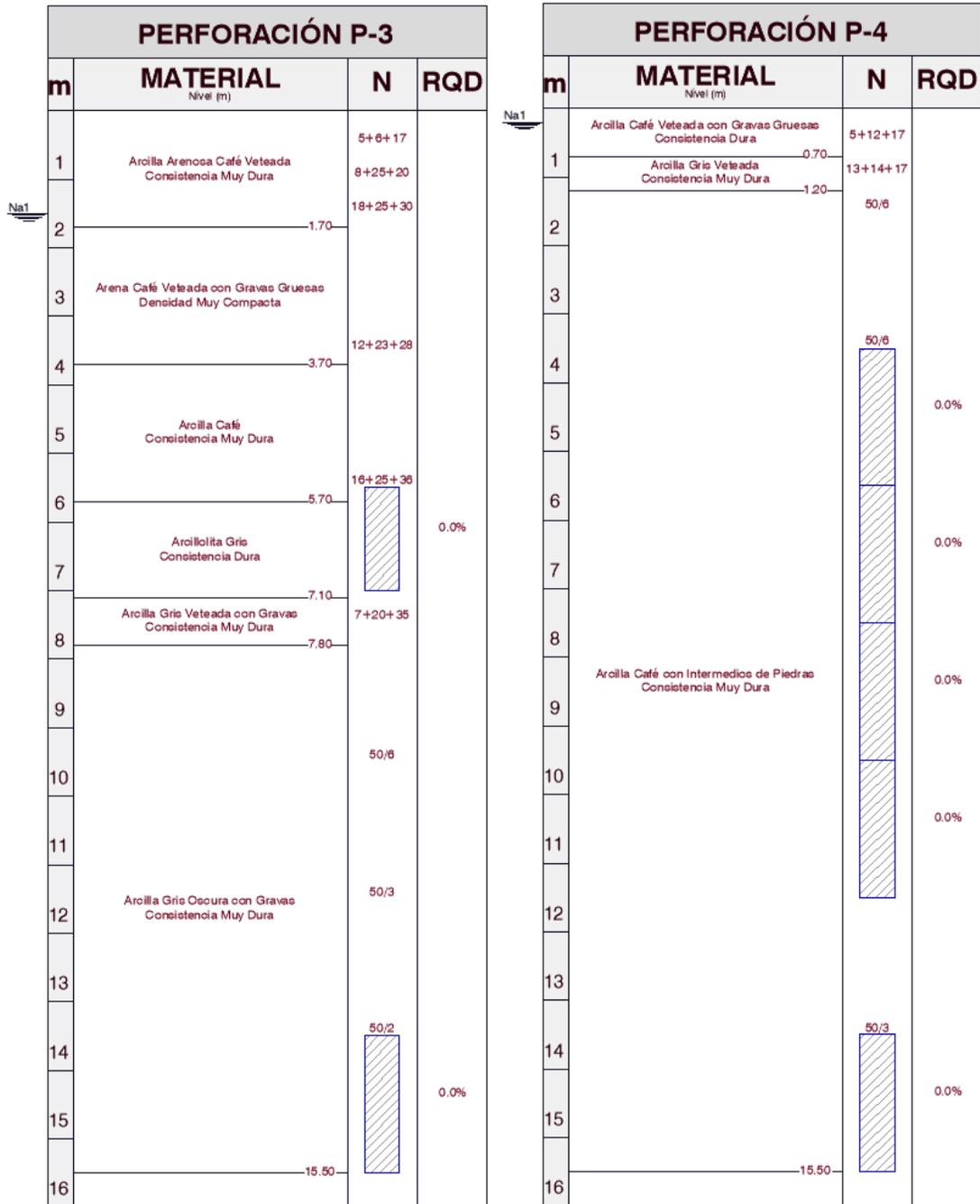


Figura 4.3. Registro de exploración de la perforación 3 y 4.

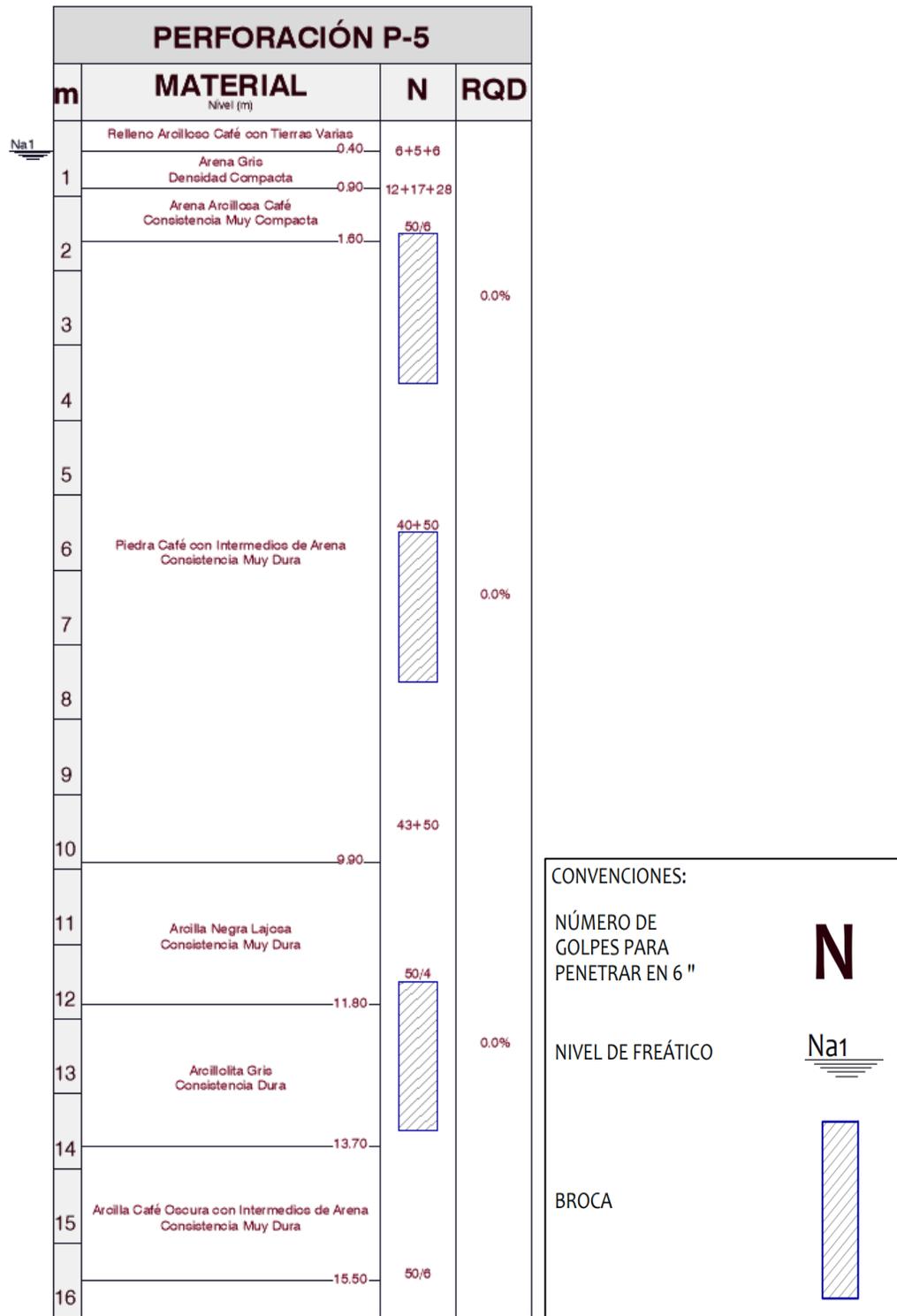


Figura 4.4. Registro de exploración de la perforación 5.

A continuación se describe lo encontrado en cada una de las perforaciones efectuadas.

En la perforación 1, hasta una profundidad de 10 m se encuentra una arcilla café veteadas con gravas gruesas con valores de N que varían de 10 a 40 golpes/pie, a continuación, aparece una arcilla gris veteadas con valores de N que varían de 20 a 50 golpes/pie o más, siendo este un pequeño cambio de resistencia en el perfil.

En la perforación 2, superficialmente se encuentran unos rellenos arenosos con tierras varias, posteriormente se encuentra una capa de arena café hasta una profundidad de 5.0 m con valores de N muy bajos, a partir esta profundidad se obtiene valores de N mayores a 50 golpes/pie.

En la perforación 3, se encuentran superficialmente arenas y arcillas de color café con gravas gruesas hasta una profundidad de 5.0 m con valores de N menores a 50 golpes/pie, posteriormente se encuentra una arcilla gris veteadas gris oscura con gravas, con valores de N superiores a 50 golpes/pie.

En la perforación 4, aparecen arcillas grises con valores de N menores a 50 golpes/pie hasta una profundidad de 1.2 m, bajo las cuales se encontró una arcilla café con intercalaciones de piedras y bloques de roca arenisca, en donde no fue posible realizar el ensayo SPT y se avanzó por el método de rotación con broca de diamante extrayendo un buen número de muestras en barrena.

En cuanto a la perforación 5, se observa que a lo largo del perfil se presentan intercalaciones de arenas arcillosas de color café con arcillas grises y bloques de roca arenisca. Superficialmente se encuentran rellenos antrópicos y arcillas de consistencia muy dura hasta una profundidad de 1.0 m.

Se resalta que en todas las muestras de roca recuperadas se midieron valores de RQD igual a 0%, siendo este un claro parámetro indicativo del alto fracturamiento y meteorización de la roca presente en la zona hasta la profundidad de la perforación, adicionalmente, indicaría que hasta una profundidad de 15.0 m se encuentran estratos de rocas de mala calidad o roca meteorizada.

Adicionalmente, se resalta que los Límites Líquidos encontrados en la zona de estudio tienen valores entre 25 y 90% con humedades naturales cercanas al Límite Plástico, lo que indicaría que el suelo es de consistencia firme, ver de la Figura 4.5 a la Figura 4.9.

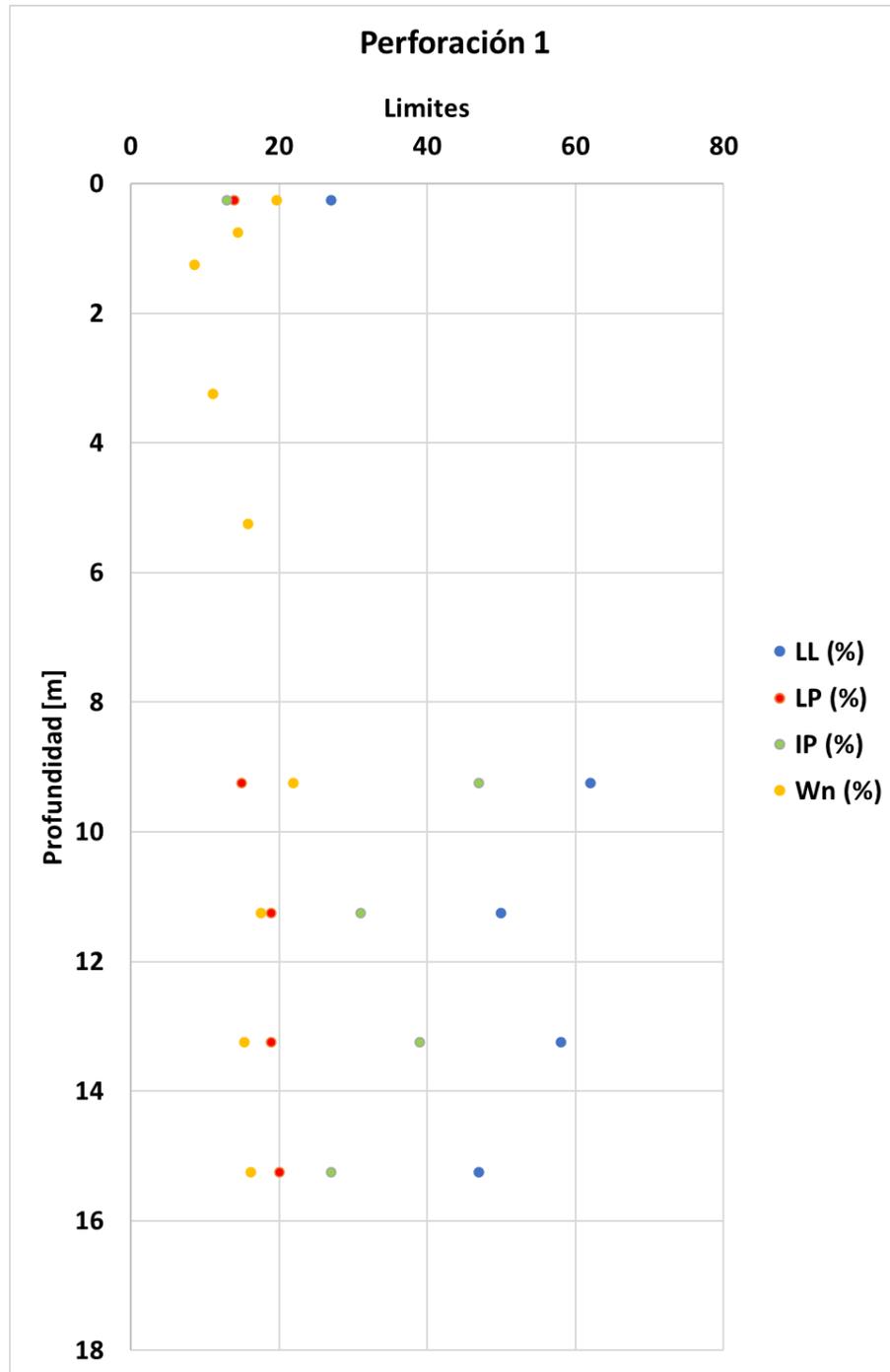


Figura 4.5. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 1.

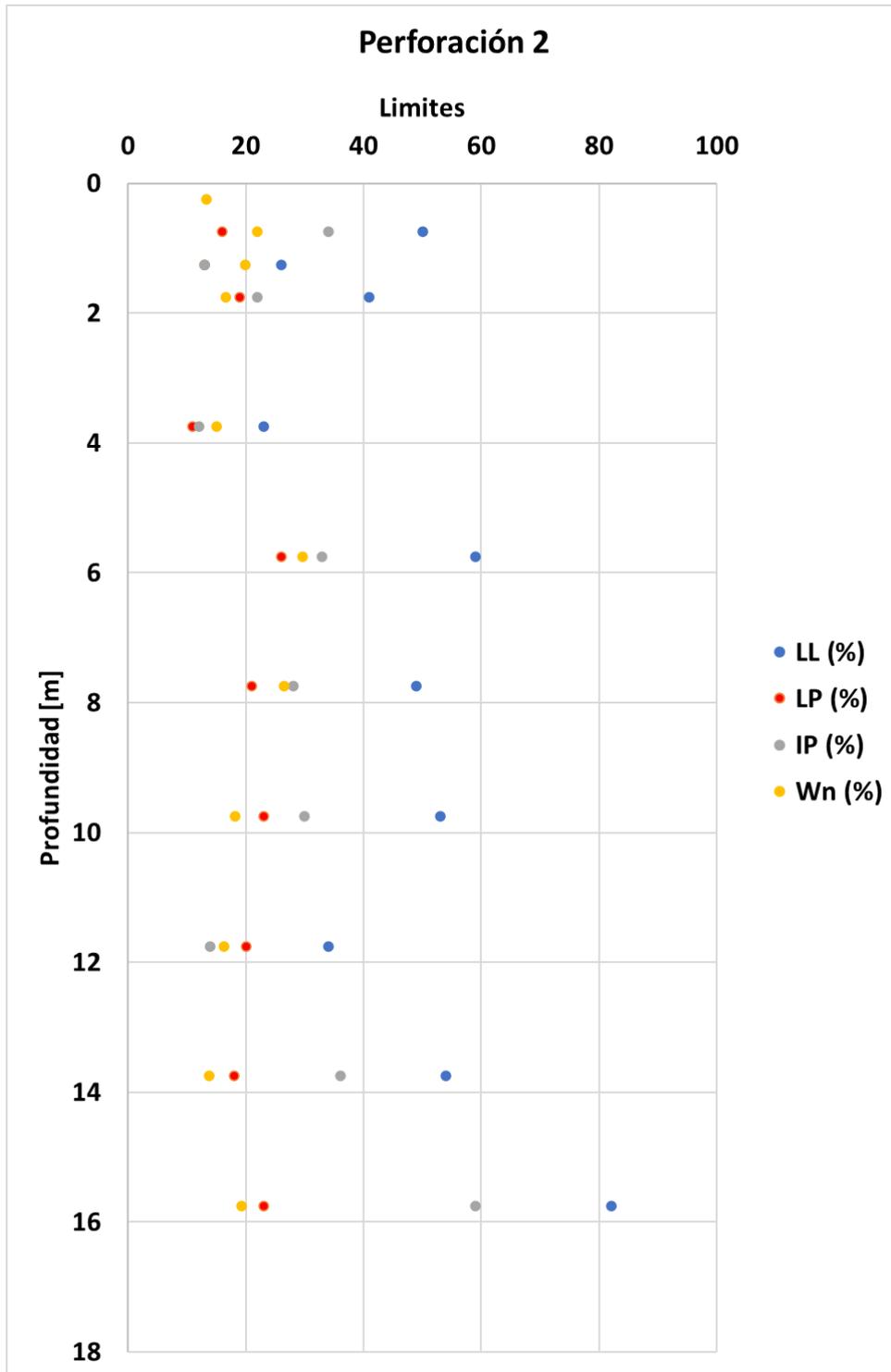


Figura 4.6. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 2.

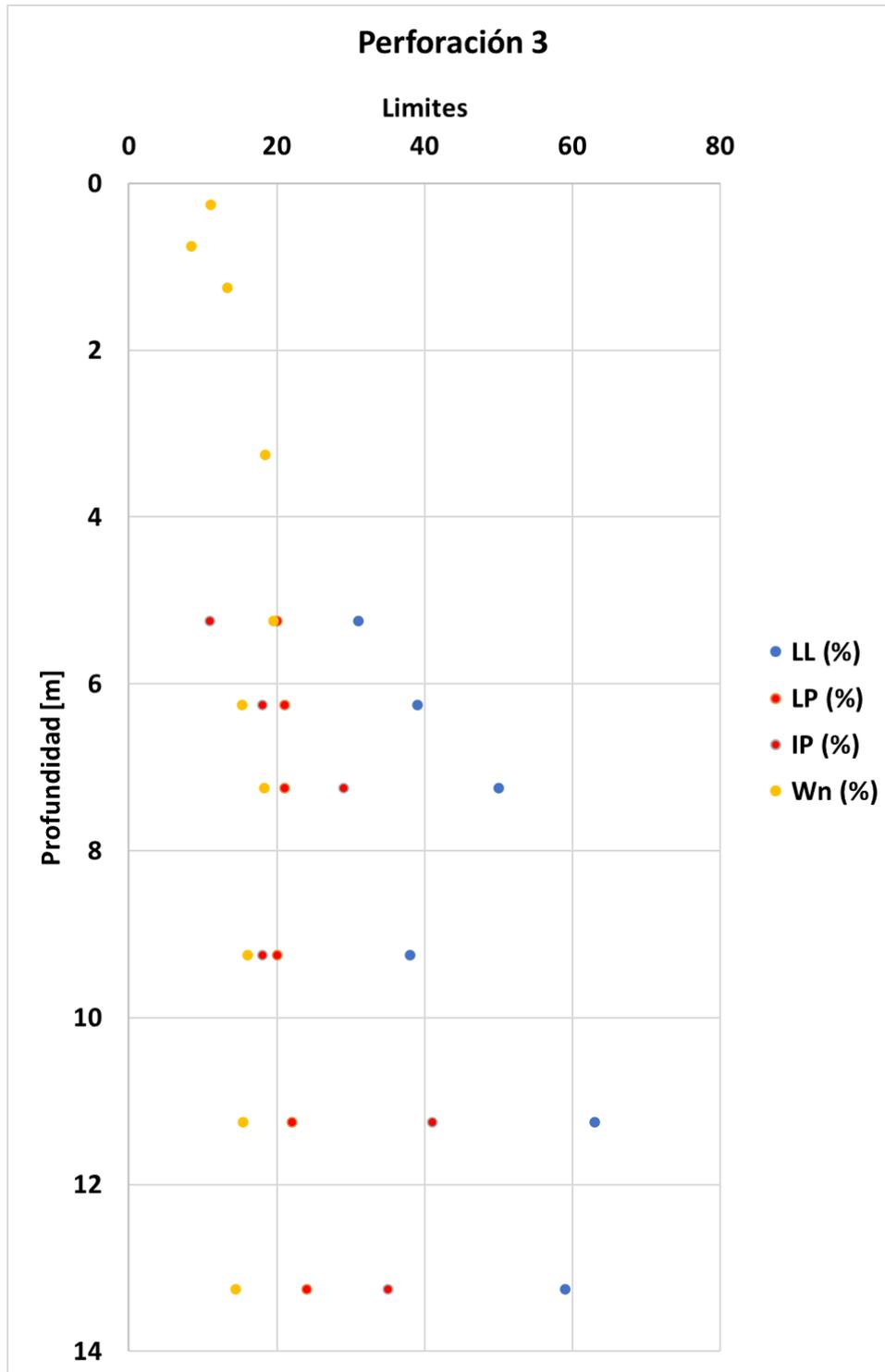


Figura 4.7. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 3.

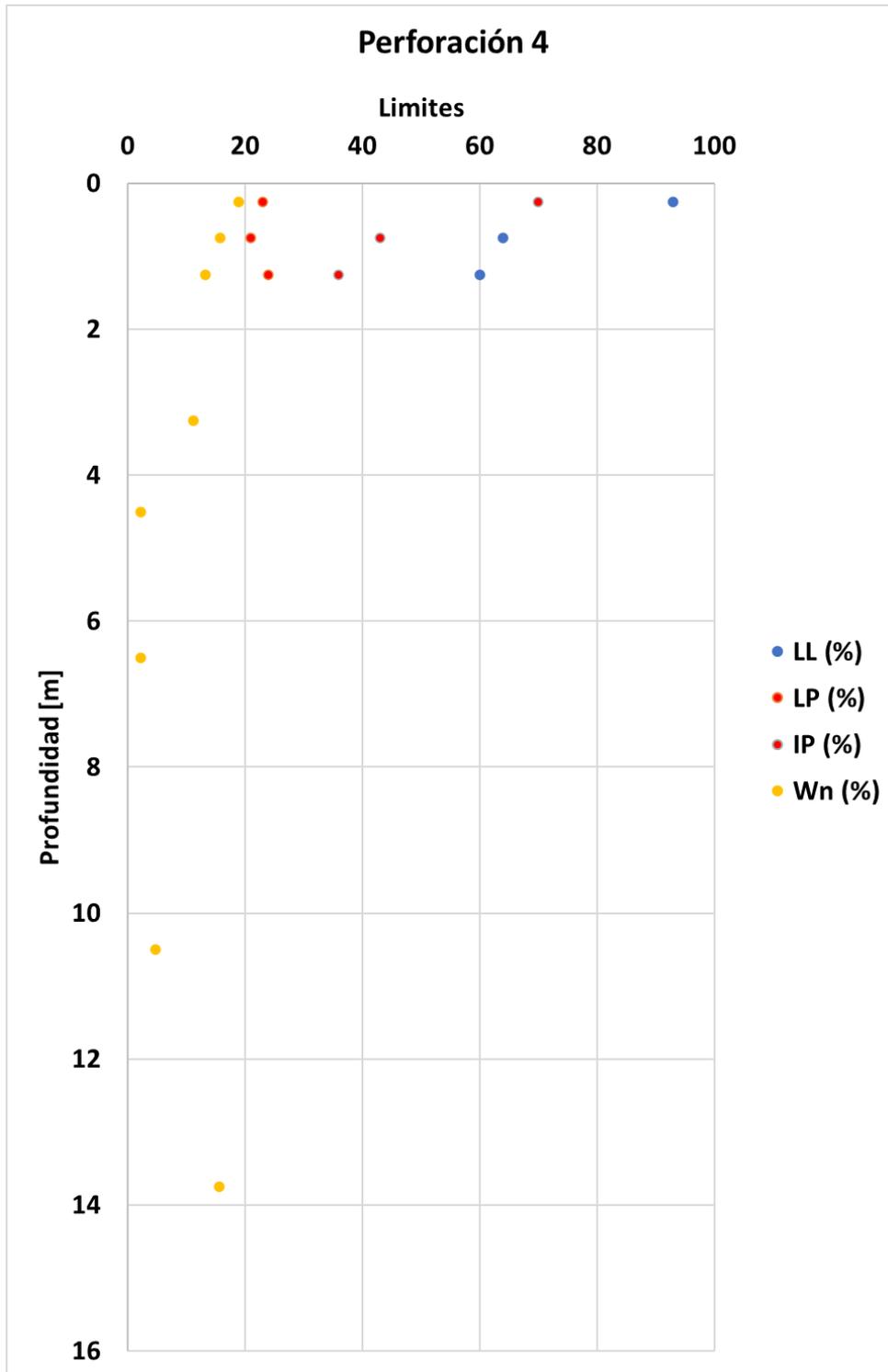


Figura 4.8. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 4.

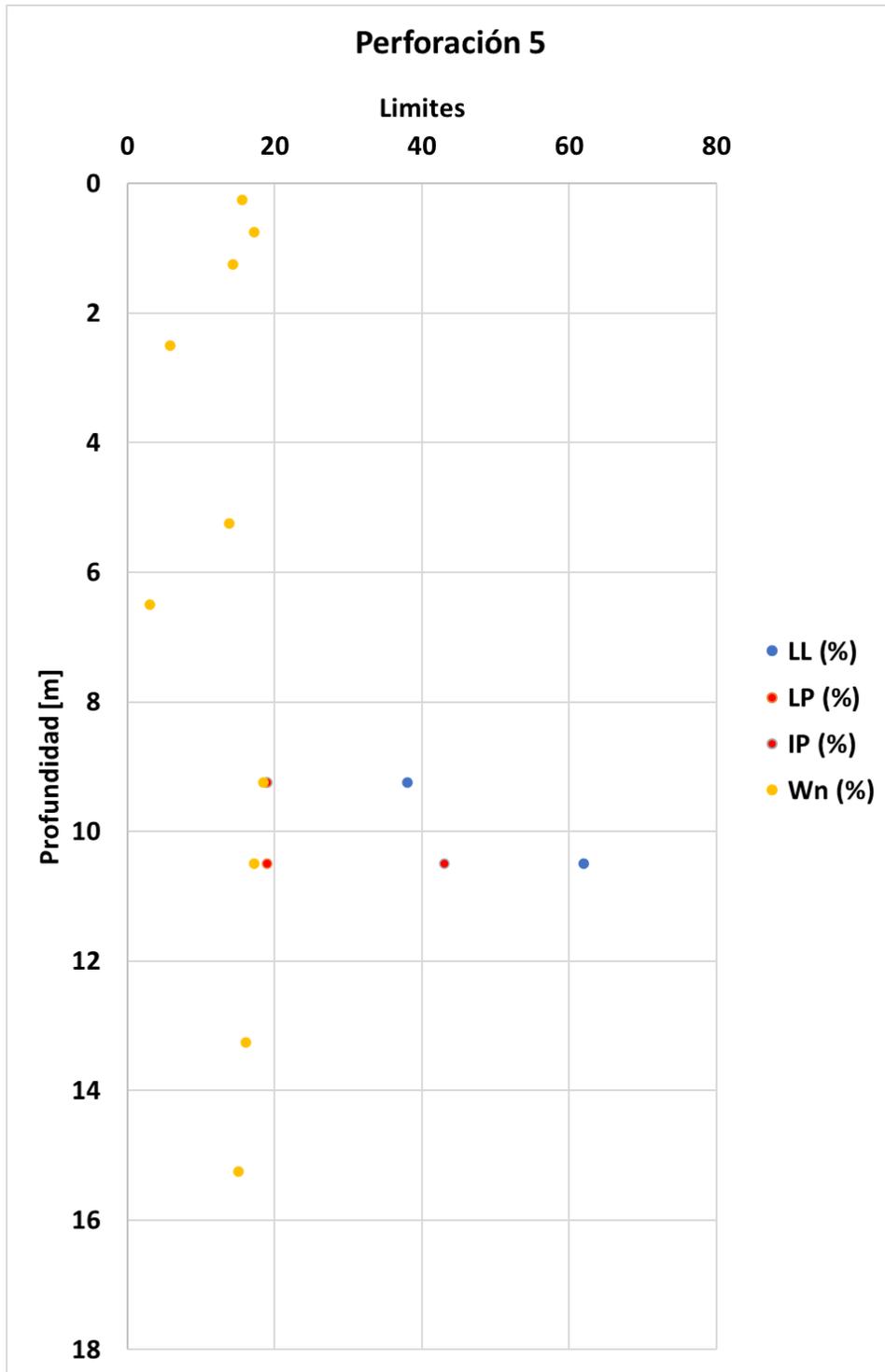


Figura 4.9. Variación de la propiedad índice del suelo en función de la profundidad de la perforación 5.

4.1.2 Exploración indirecta

La exploración geofísica efectuada en el barrio Mirador de Corinto en el marco del presente estudio consistió en 5 líneas de refracción sísmica dispuestas estratégicamente cubriendo el área de estudio y de manera que pudieran ser calibradas mediante la exploración. Las líneas de refracción sísmica se localizaron en las siguientes coordenadas, **Tabla 4.1**, tomado del Informe de IGL del 19 de enero 2022 y que se encuentra en el Anexo B.

Tabla 4.1. Coordenadas de los ensayos geofísicos (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

Línea sísmica	Coordenada de Inicio		Coordenada fin		Longitud (m)
	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	
L1	74°10'39.66"	4°34'31.37"	74°10'39.83"	4°34'32.73"	57.5
L2	74°10'37.10"	4°34'33.30"	74°10'39.10"	4°34'33.10"	69.0
L3	74°10'40.50"	4°34'36.70"	74°10'41.90"	4°34'35.00"	69.0
L4	74°10'42.60"	4°34'31.30"	74°10'42.60"	4°34'32.70"	46.0
L5	74°10'49.00"	4°34'34.90"	74°10'49.24"	4°34'32.69"	69.0

A continuación, de la **Figura 4.10** a la **Figura 4.14** se muestran los perfiles bidimensionales de velocidades de onda de corte de cada línea sísmica realizada, estas también se encuentran en el Anexo B en el informe de la exploración geofísica realizada en el barrio Mirador de Corinto.

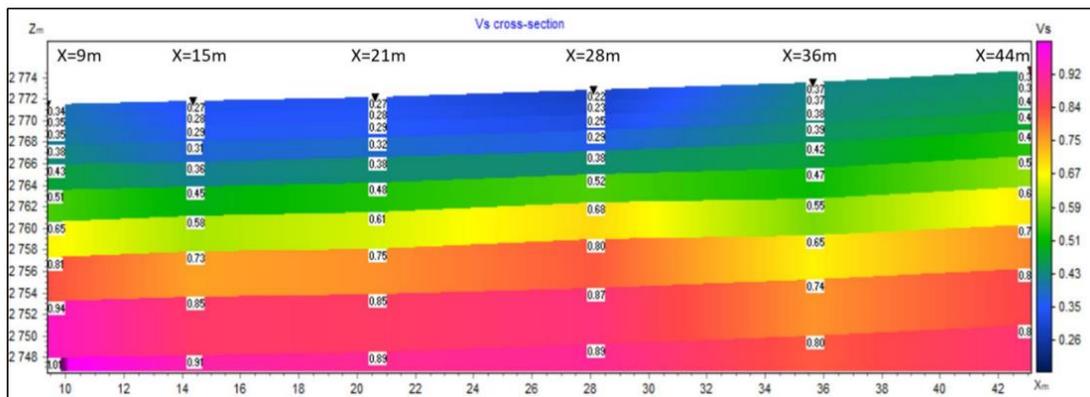


Figura 4.10. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L1 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

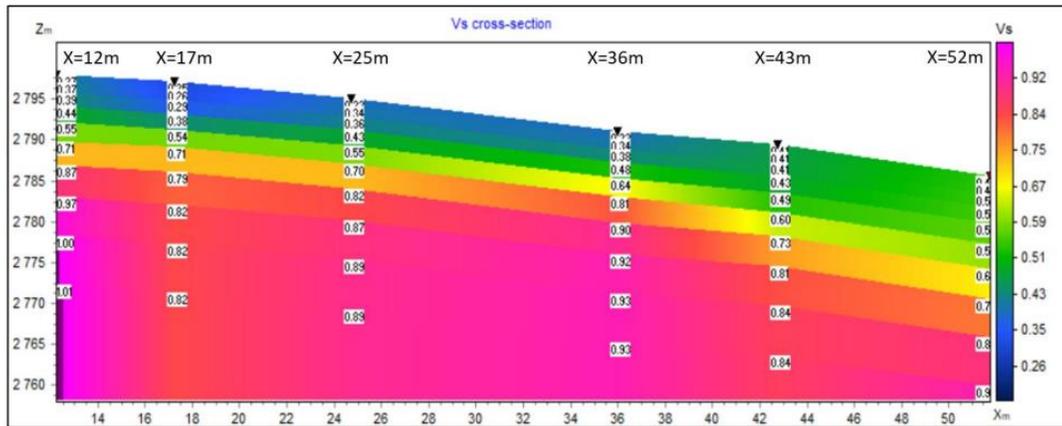


Figura 4.11 Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L2 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

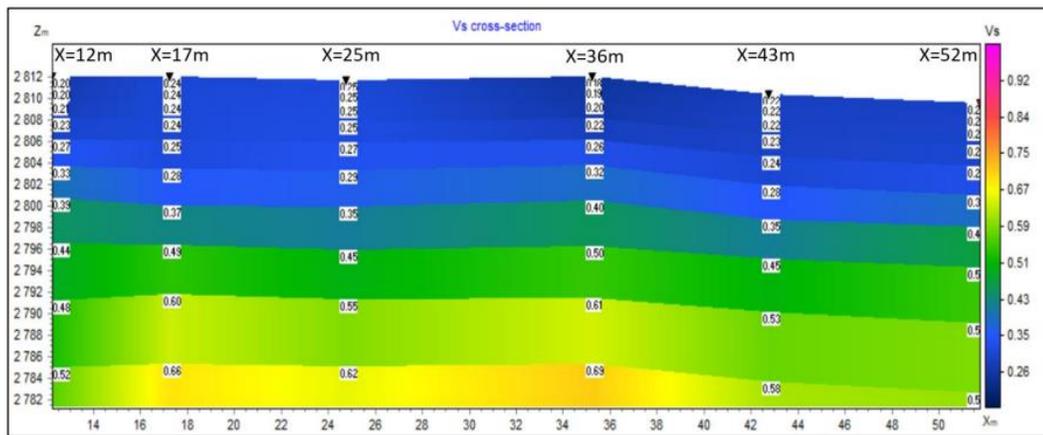


Figura 4.12. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L3 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

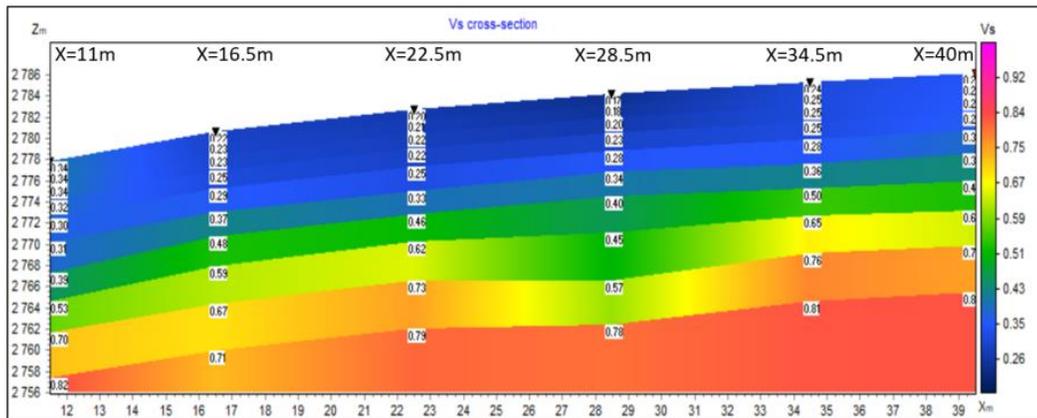


Figura 4.13. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L4 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

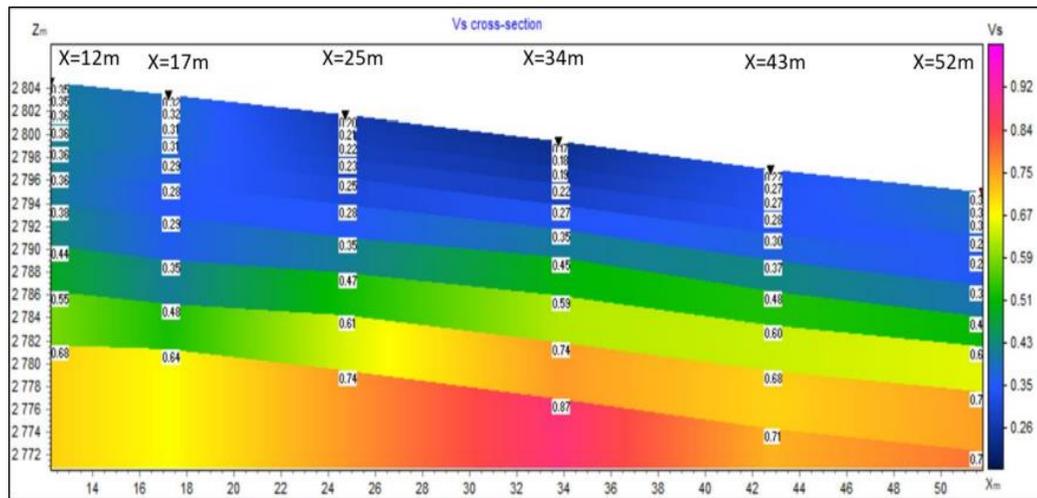


Figura 4.14. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L5 (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2022).

4.2 Interpretación de resultados

Del estudio de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Soacha elaborado por el Servicio Geológico Colombiano (2012), se identificó que sobre el barrio Mirador de Corinto se encuentran superficialmente zonas puntuales de depósitos de suelos Coluviales Activos (Stco1) e inactivos (Stco2), Suelos Residuales de la Formación Arenisca Labor Tierna (Sra) y afloramientos de rocas intermedias de la Formación Arenisca Labor-Tierna.

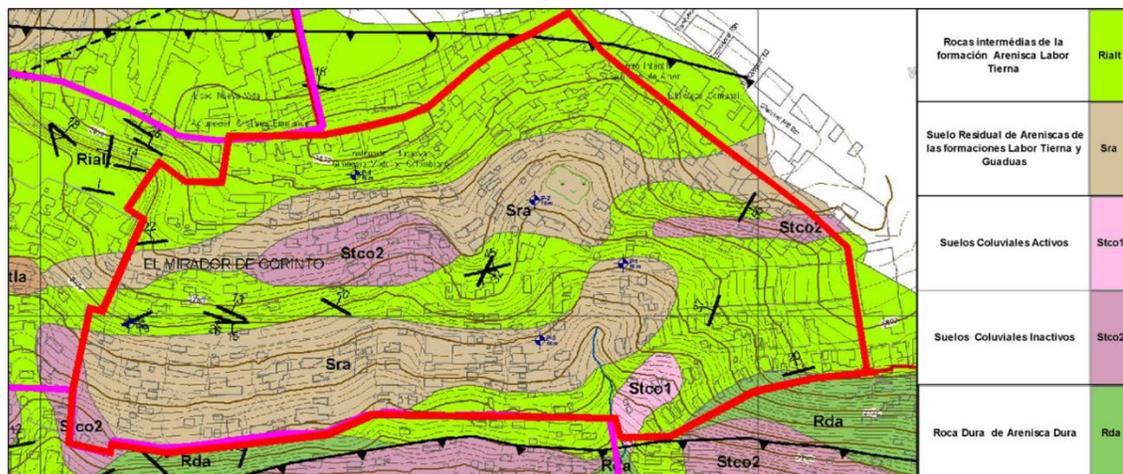


Figura 4.15. Mapa de geología superficial del barrio Mirador de Corinto tomado del mapa de las unidades geológicas superficial de la comuna 4 (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

Al comparar este mapa de geología superficial con los resultados de las perforaciones se pudo constatar que los depósitos de suelos residuales siguen estando presentes en la zona de estudio

con espesores promedio de 2.0 a 5.0 m, sin embargo, a pesar de que en campo se observaron puntualmente afloramientos de la roca de la Formación Arenisca Labor-Tierna, en las zonas donde se efectuaron las perforaciones no se llegó a la profundidad de la roca sana sino se encontraron estratos de roca muy fracturada, por lo que se definieron perfiles de meteorización de la roca en cada sitio.

Deere y Patton (1971), distinguen tres zonas con subdivisiones, suelo residual (Zona I), roca alterada (zona II) y roca sana (zona III). La zona I esta subdividida en la zona I-A, la cual corresponde a la zona donde se encuentran coluviones con presencia de material orgánico, la zona I-B que corresponde a suelo constituido por minerales secundarios y primarios que resistieron la meteorización con gradación variable o que no tienen ninguna herencia de su roca de origen y la zona I-C que está conformada por suelo de alteración de roca (Saprolito), constituido por minerales primarios y secundarios que tienen estructuras heredadas de la roca original; según Deere y Patton esta zona puede tener bloques rocosos intactos en su masa.

La zona II esta subdividida en dos zonas, la zona II-A la cual está constituida como una zona de transición entre el saprolito y la roca alterada con características extremadamente heterogéneas, según Deere y Patton (1971) esta zona presenta variaciones sensibles en diversas propiedades físicas y mecánicas. La zona II-B está conformada por roca alterada que mantiene su estructura original con alteraciones en las propiedades físico - químicas como coloración, permeabilidad y resistencia, presentando zonas descompuestas especialmente junto a las discontinuidades.

La zona III, es esencialmente la roca sana la cual no ha sido afectada por la meteorización. Según Deere y Patton los comportamientos de las zonas superficiales (I-A y I-B) deben ser tratados como suelos al igual que la zona I-C, con la diferencia que se debe tener en consideración la heterogeneidad y discontinuidades de las estructuras reliquiares. Ya para la zona II y III su comportamiento se debe analizar por la mecánica de rocas, en la Figura 4.16 se muestra el perfil de meteorización definido por Deere y Patton.

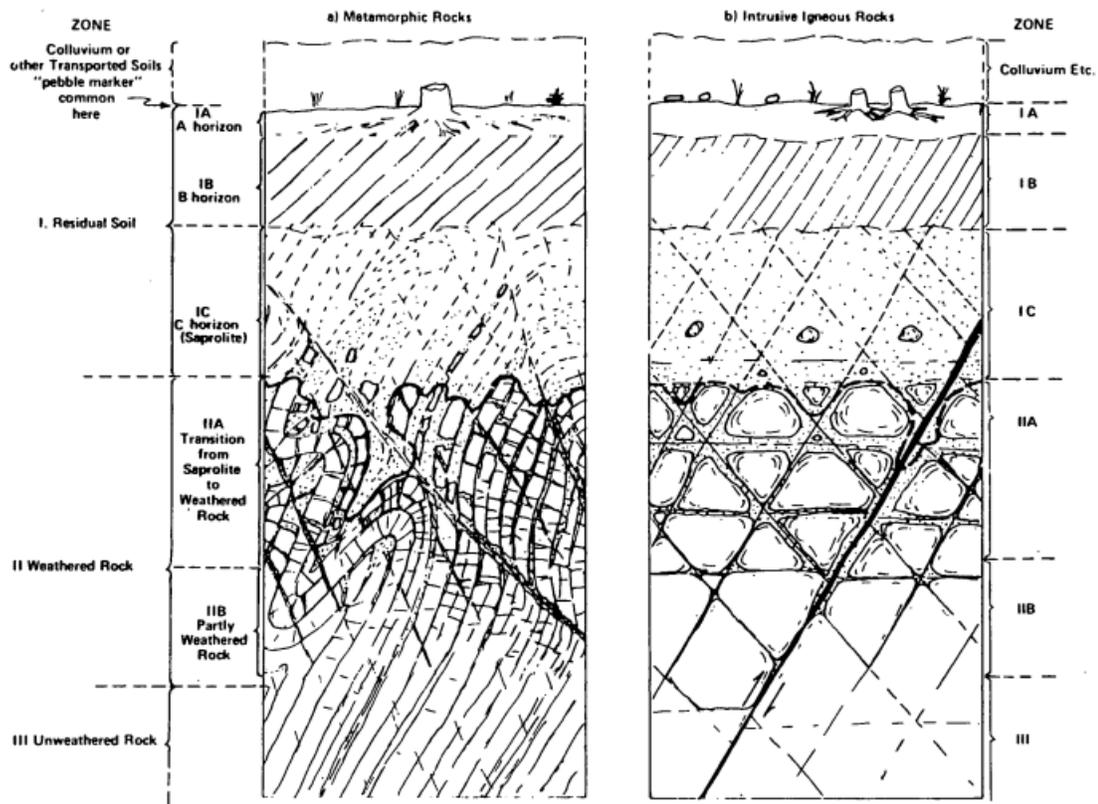


Figura 4.16. Perfil de Meteorización de rocas metamórficas e ígneas (Deere & Patton , 1971).

A pesar de que el perfil de meteorización de Deere y Patton fue realizado sobre rocas metamórficas e ígneas, ellos hacen una comparación de su perfil con los propuestos por otros autores, los cuales definieron perfiles de meteorización para diferentes tipos de rocas, ver Tabla 4.2.

Al observar el perfil definido por Vargas en 1969 para areniscas y arcillas (materiales similares a los encontrados en la zona de estudio del presente trabajo); Deere y Patton asemejan los horizontes I-B y I-C (Saprolite) a la zona II y III definida por Vargas, en los cuales se presentan arcillas duras o arcillas arenosas con presencia de suelo residual joven (con presencia de gravas y bloques de roca). Así mismo, Deere y Patton asemejan el horizonte II a la zona IV de roca meteorizada 2 definida por Vargas.

Tabla 4.2. Comparación en ingeniería de la clasificación de perfiles de meteorización (Deere & Patton, 1971).

TABLE II--COMPARISON OF ENGINEERING CLASSIFICATIONS OF WEATHERING PROFILES FOR IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCKS

THIS PAPER	VARGAS 1953	KIERSCH & TREADER* 1954	MOYE* 1955	RUXTON & BERRY 1957	SOBERS 1954, 1963	KNILL & JONES 1965	VARGAS, SILVA & TUBIO 1965	KORZHENKO & SHWETS 1965	SOBERS 1967	LITTLE 1967 & 1970 SAUNDERS & FOOKES FOOKES & HORSWILL 1970	VARGAS 1969	BARATA 1969	THIS PAPER
	GNEISS, BASALT, SANDSTONE	QUARTZ DIORITE	GRANITE	GRANITE	IGNEOUS & METAMORPHIC ROCK	GNEISS	GRANITE, GNEISS, SCHISTS, BASALT AND SANDSTONE	NON-CLAYEY ROCKS	IGNEOUS, METAMORPH & OTHERS	A VARIETY OF ROCKS	GNEISS, SCHIST, GRANITE, CLAY, SANDSTONE	GNEISS	
IA	MATURE RESIDUAL SOIL		GRANITIC SOIL	ZONE SOIL A-HORIZON	THE UPPER ZONE	GNEISSIC SOILS	UPPER ZONE	CLAYEY SOIL	A-HORIZON	VI SOIL OR TRUE RESIDUAL SOIL	ZONE I "POROUS" CLAY OR SAND LAYER	ZONE I MATURE RESIDUAL SOIL	IA A-HORIZON
IB				SOIL B-HORIZON					B-HORIZON		II STIFF CLAY OR CLAY SAND		IB B-HORIZON
IC	YOUNG RESIDUAL SOIL	HIGHLY WEATHERED	COMPLETELY WEATHERED GRANITE	RESIDUAL DEBRIS IIA RESIDUAL DEBRIS WITH CORESTONES	THE INTERMEDIATE ZONE	IV COMPLETELY WEATHERED GNEISS	INTERMEDIATE ZONE	SAPROLITE	SAPROLITE	V COMPLETELY WEATHERED	III YOUNG RESIDUAL SOIL	IIA YOUNG RESIDUAL SOIL	IC C-HORIZON (SAPROLITE)
IIA	DISINTEGRATED ROCK LAYER	MODERATELY WEATHERED	HIGHLY WEATHERED GRANITE MODERATELY WEATHERED GRANITE	IIIB RESIDUAL DEBRIS W/CORE STONES III CORE STONES W/RESIDUAL DEBRIS (GRUSS)	THE PARTIALLY WEATHERED ZONE 1	IIIB MODERATELY WEATHERED GNEISS	LOWER ZONE	ROTTEN MATERIAL	TRANSITION ZONE	IV HIGHLY WEATHERED III MODERATELY WEATHERED II SLIGHTLY WEATHERED	IV WEATHERED ROCK 2	IIIB YOUNG RESIDUAL SOIL III VERY ALTERED ROCK 3 IV FISSURED OR FRACTURED ROCK	IIA TRANSITION FROM RESIDUAL SOIL OR SAPROLITE TO PARTLY WEATHERED ROCK IIIB PARTLY WEATHERED ROCK
IIIB		SLIGHTLY WEATHERED	SLIGHTLY WEATHERED GRANITE	IV PARTIALLY WEATHERED		II SLIGHTLY WEATHERED GNEISS	PARTIALLY WEATHERED OR FISSURED ROCK						
III	SOUND ROCK	ESSENTIALLY FRESH	FRESH GRANITE	BEDROCK	UNWEATHERED ROCK	I FRESH GNEISS	ROCK	SOLID ROCK	FRESH ROCK	I FRESH ROCK	V FISSURED OR SOUND ROCK STRATA	V MOTHER ROCK	III UNWEATHERED ROCK

*NOTE: THESE CLASSIFICATIONS ARE DESCRIPTIONS OF INTENSITIES OF ROCK WEATHERING AND WERE NOT INTENDED TO BE WEATHERING PROFILES.

1. The transition to unweathered rock
2. Alternate layers of slightly weathered and intensely weathered rock
3. "Transition between young residual soil and rock proper"

FOURTH PANAMERICAN CONFERENCE

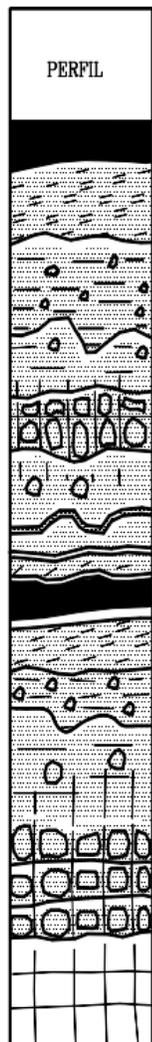
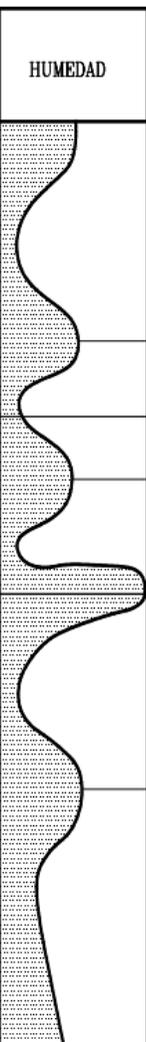
Así mismo otros autores (Vallejo, 2002) comparan los perfiles de meteorización realizados por diferentes autores y las asemejan al perfil de meteorización definido por Deere y Patton.

Tabla 4.3. Tabla comparativa de perfiles de meteorización de diferentes autores (Vallejo, 2002)

PERFIL ESQUEMÁTICO	LOVE (1951) LITTLE (1961)	VARGAS (1951)	SOBERS (1954, 1963)	CHANDLER (1969)	GEOLOGICAL SOC. ENG. GROUP (1970)	DEERE Y PATTON (1971)
	ROCAS ÍGNEAS	ÍGNEAS, BASÁLTICAS Y ARENISCAS	ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS	MARGAS Y LIMOLITAS	ROCAS ÍGNEAS	ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS
	VI SUELO	SUELO RESIDUAL	ZONA SUPERIOR	V COMPLETAMENTE ALTERADA	VI SUELO RESIDUAL	HORIZONTE IA
	V COMPLETAMENTE ALTERADA	SUELO RESIDUAL JOVEN	ZONA INTERMEDIA	IV	V COMPLETAMENTE ALTERADA	HORIZONTE IB
	IV ALTAMENTE ALTERADA	CAPAS DE ROCA DESINTEGRADA	ZONA PARCIALMENTE ALTERADA	III	IV ALTAMENTE ALTERADA	HORIZONTE IC (SAPROLITO)
	III MODERADAMENTE ALTERADA			III MODERADAMENTE ALTERADA	IIA TRANSICIÓN CON ROCA METEORIZADA SAPROLITO	
	II ALGO ALTERADA			II	II DEBILMENTE ALTERADA	IIIB PARCIALMENTE METEORIZADA
	I ROCA SANA	ROCA SANA	ROCA INALTERADA	I ROCA INALTERADA	IB MUY POCO ALTERADA	
					IA ROCA SANA	ROCA SANA

En suelos provenientes de la meteorización de rocas sedimentarias, como las areniscas que se meteorizan en arenas, limos y arcillas, donde el proceso incluye meteorización química y física, dando como resultado capas intercaladas de diferentes colores como blancas (particulares en caolinita), rosadas (partículas muy finas, arenas y limos oxidados) comúnmente cementada por óxidos de hierro. En Lutitas o en alteraciones de areniscas y Lutitas existe un perfil de meteorización similar a los propuestos en los sistemas de clasificación con la diferencia que en cada capa entre planos de estratificación se presenta un perfil de meteorización (Suarez Diaz, 1998), ver Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Perfil general de meteorización en materiales de origen sedimentario (Suarez Diaz, 1998)

PERFIL	DETALLES	GRADO	HUMEDAD	PERMEABILIDAD	DESCRIPCION
	Suelo superficial	VI		↑ K Disminuye ↓ K Aumenta ↑ K Aumenta	Capa superficial de arcilla blanda seguida de una zona de desintegración cuya meteorización disminuye con la profundidad.
		V			
		IV			
		III			
	Roca fracturada	II			
		III			
		IV			
	Plano principal de estratificación superficie permeable.	VI			
		V	↑ K Disminuye ↓ K Aumenta ↑ K Aumenta	Arcilla blanda en la discontinuidad, la cual generalmente controla las fallas. Bloque de roca en matriz de arcillas.	
		IV			
		III			
	Roca fracturada	II			
Roca sana	I				Roca sana.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se describe el perfil de meteorización identificado en cada perforación teniendo en cuenta el material encontrado, los ensayos en campo y los ensayos de laboratorio.

4.2.1 Definición de los perfiles de meteorización.

- **Perforación 1**

En la perforación 1 se encontró una arena café clara intercalada con arcilla café con gravas gruesas hasta una profundidad de 12 m. En estos materiales y según los ensayos de clasificación hasta una profundidad de 9 m se obtienen suelos areno limosos y a profundidades mayores se encuentran arcillas de alta y baja plasticidad. Un aspecto por resaltar es que hasta una profundidad de 12 m la coloración de las muestras se conserva y los valores de SPT no superan valores de 50 golpes/pie, por lo cual se clasificó esta zona como Horizonte I-C o suelo residual. A partir de 12 m y hasta la profundidad de la perforación el perfil se puede clasificar como Horizonte II, lo anterior se muestra en la *Figura 4.17* y en el plano No 3 Perfiles estratigráficos.

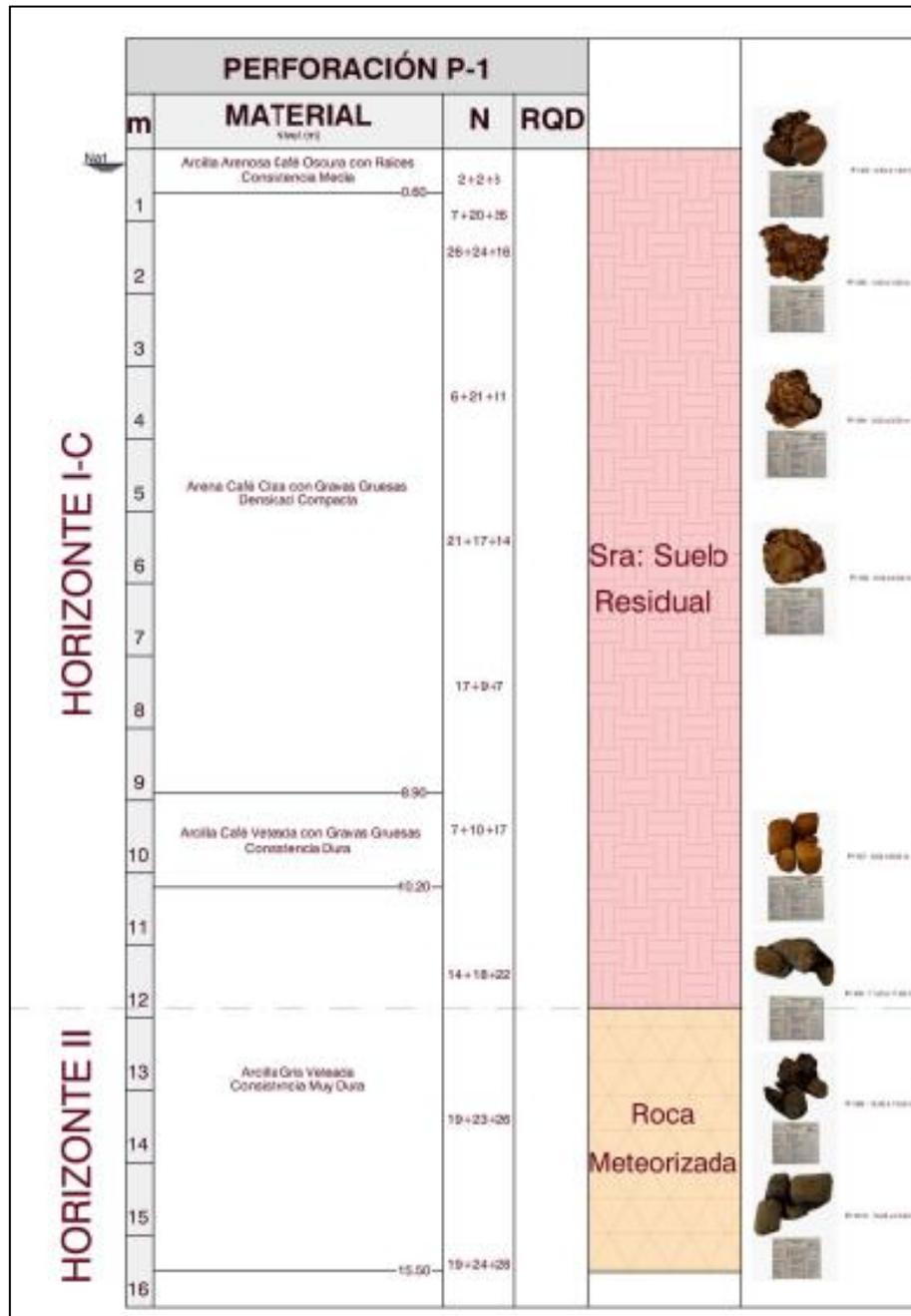


Figura 4.17. Esquema horizontes de meteorización perforación 1. Fuente Propia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las líneas sísmicas efectuadas, en la zona de la Perforación 1 hasta una profundidad de 12 m se encuentra un perfil de suelo con velocidades de onda de corte V_s inferiores a 360 m/s y valores de N inferiores a 50 golpes/pie, posteriormente hasta una profundidad de 21 m se encuentra suelo o roca blanda (en este caso meteorizada) con valores de N mayores a 50 golpes/pie, con resistencia al corte no drenada igual o superior a 100 kPa (1 Kg/cm²) y velocidades de onda inferiores a 760 m/s. Por lo tanto, es posible asumir que a

parir de los 21 m de profundidad desde la superficie de la Perforación 1, se encuentra la roca sana u Horizonte III con velocidades de onda superiores a 760 m/s.

Lo anterior se observa en la **Figura 4.18** y en el Anexo C, donde se muestra la proyección de la perforación 1 con el perfil de velocidades de onda corte (V_s) obtenido de la línea sísmica 2, siendo esta la más cercana.

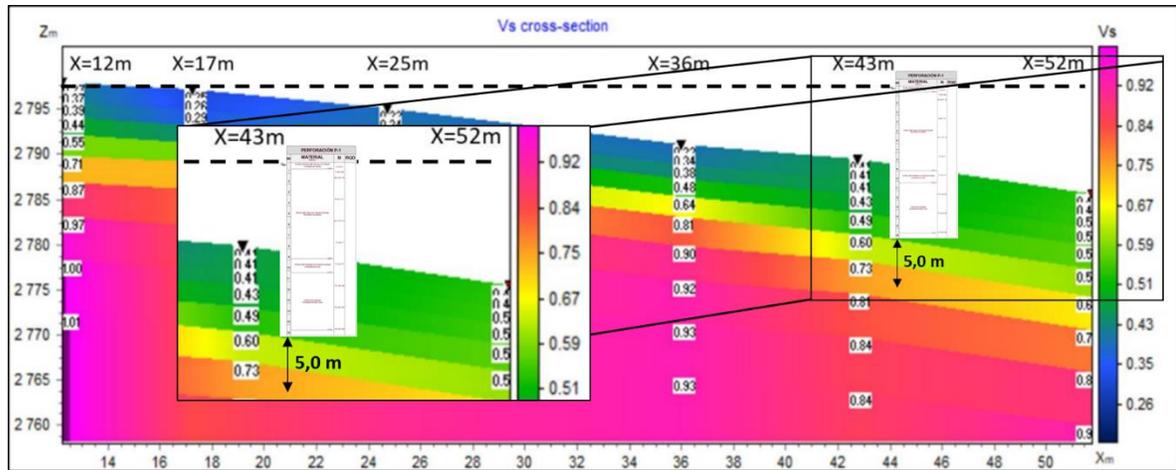


Figura 4-10. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L2.

Figura 4.18. Proyección de la perforación 1 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 2.

- **Perforación 2**

Según los ensayos de clasificación de la perforación 2 hasta una profundidad de 5 m se encontraron arcillas arenosas de baja plasticidad y a profundidades mayores se encuentran arcillas de baja y alta plasticidad. Como se muestra en la *Figura 4.19* hasta a una profundidad de 7.5 m la coloración de las muestras se conserva y los valores de SPT no superan valores de 50 golpes/pie, por lo cual se clasifica esta capa como Horizonte I-C o suelo residual. A partir de esta profundidad se encuentra la roca meteorizada clasificada como Horizonte II, lo anterior se muestra *Figura 4.19* y en el plano No 3 perfiles Estratigráficos.

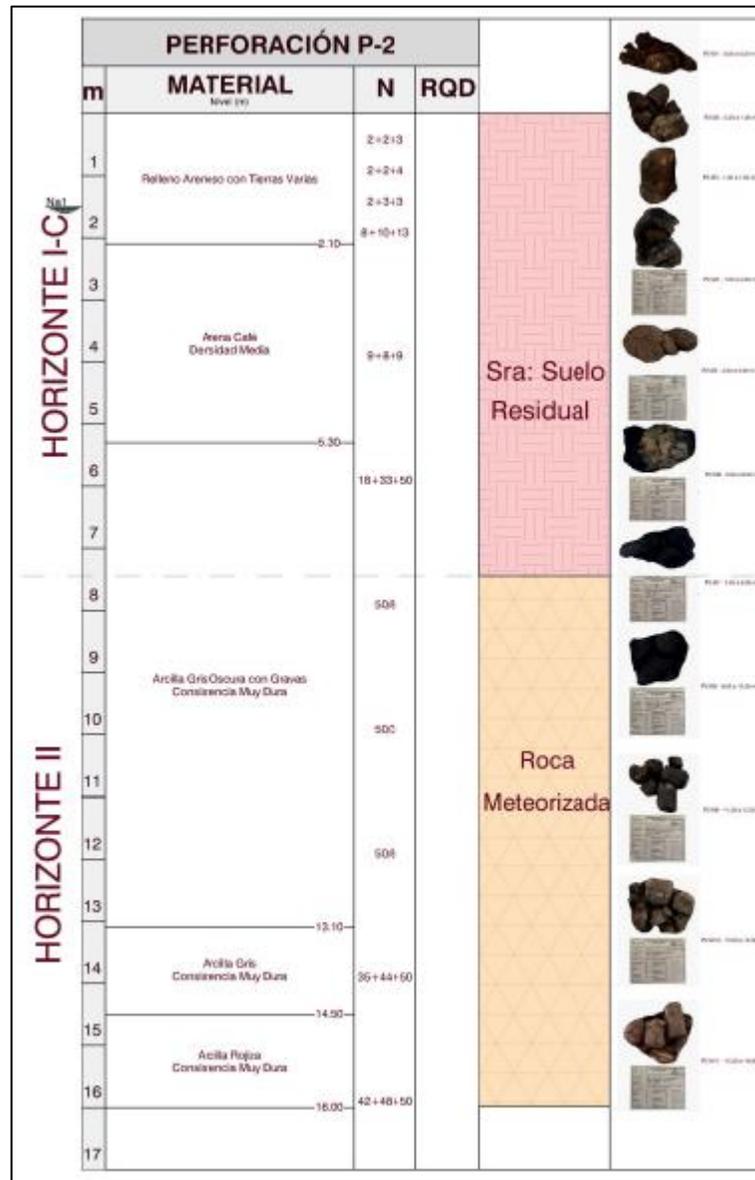


Figura 4.19. Esquema horizontes de meteorización perforación 2. Fuente Propia.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las líneas sísmicas efectuadas, hasta una profundidad de 7.5 m se encuentran suelos con V_s inferiores a 360 m/s y valores de N inferiores a 50 golpes/pie, posteriormente hasta una profundidad de 27 m se encuentra suelo o roca banda (en este caso meteorizada u Horizonte II) con valores de N mayores a 50 golpes/pie, con resistencia al corte no drenada igual o superior a 100 kPa (1 Kg/cm²) y velocidades de onda inferiores a 760 m/s. A partir de los 27 m de profundidad desde la superficie de la perforación 2 se

encuentra la roca sana u Horizonte III con velocidades de onda superiores a 760 m/s. Ver **Figura 4.20** y en el Anexo C.

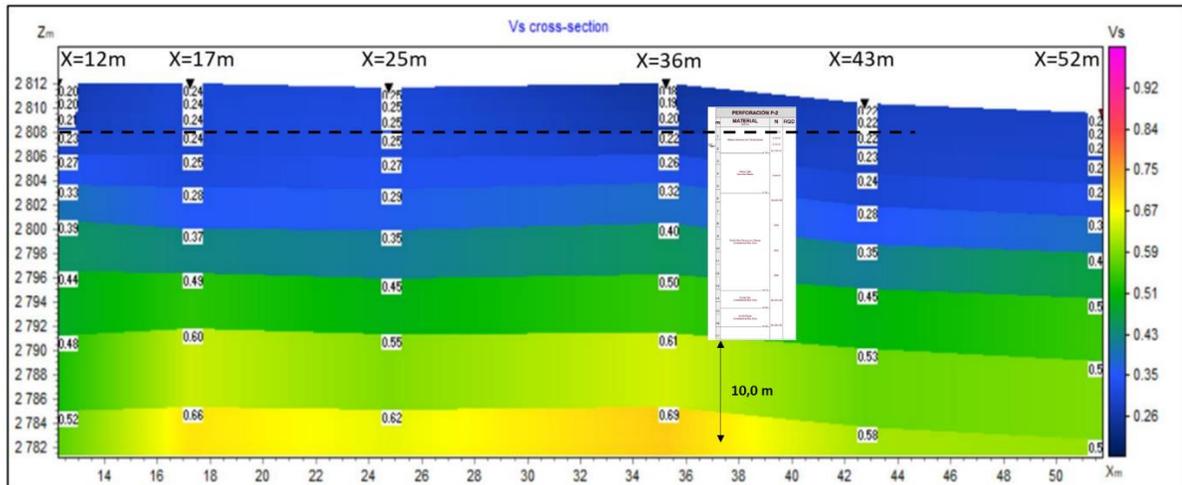


Figura 4-18. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L3.

Figura 4.20 Proyección de la perforación 2 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 3.

- **Perforación 3**

Según los ensayos de clasificación de la perforación 3, hasta una profundidad de 6.7 m se tienen arenas limosas con arcilla de baja plasticidad y a profundidades mayores se encuentran ya solamente arcillas de baja y alta plasticidad. Así mismo, según los ensayos de SPT realizados en esta perforación, a partir de los 2.0 m se obtienen valores superiores a 50 golpes/pie, por lo cual esta perforación se analiza de mejor manera proyectándola con la línea sísmica 4 siendo esta la más cercana, ver *Figura 4.21*.

Como se muestra en la *Figura 4.22* y en el Anexo C, hasta los 7.5 m se obtienen velocidades de onda de corte inferiores a 360 m/s, por lo cual hasta esta profundidad se clasifica como suelo residual u Horizonte I-C.

A partir de los 7.5 m hasta una profundidad igual a 19 m se obtienen velocidades de onda inferiores a 760 m/s y así mismo la coloración de las muestras recuperadas cambian tomando un color más oscuro, por lo cual esta capa de suelo se clasifica como roca meteorizada u Horizonte II. Finalmente, a partir de los 19 m bajo la superficie de la perforación 3 se encuentra la roca sana u Horizonte III con velocidades de onda superiores a 760m/s.

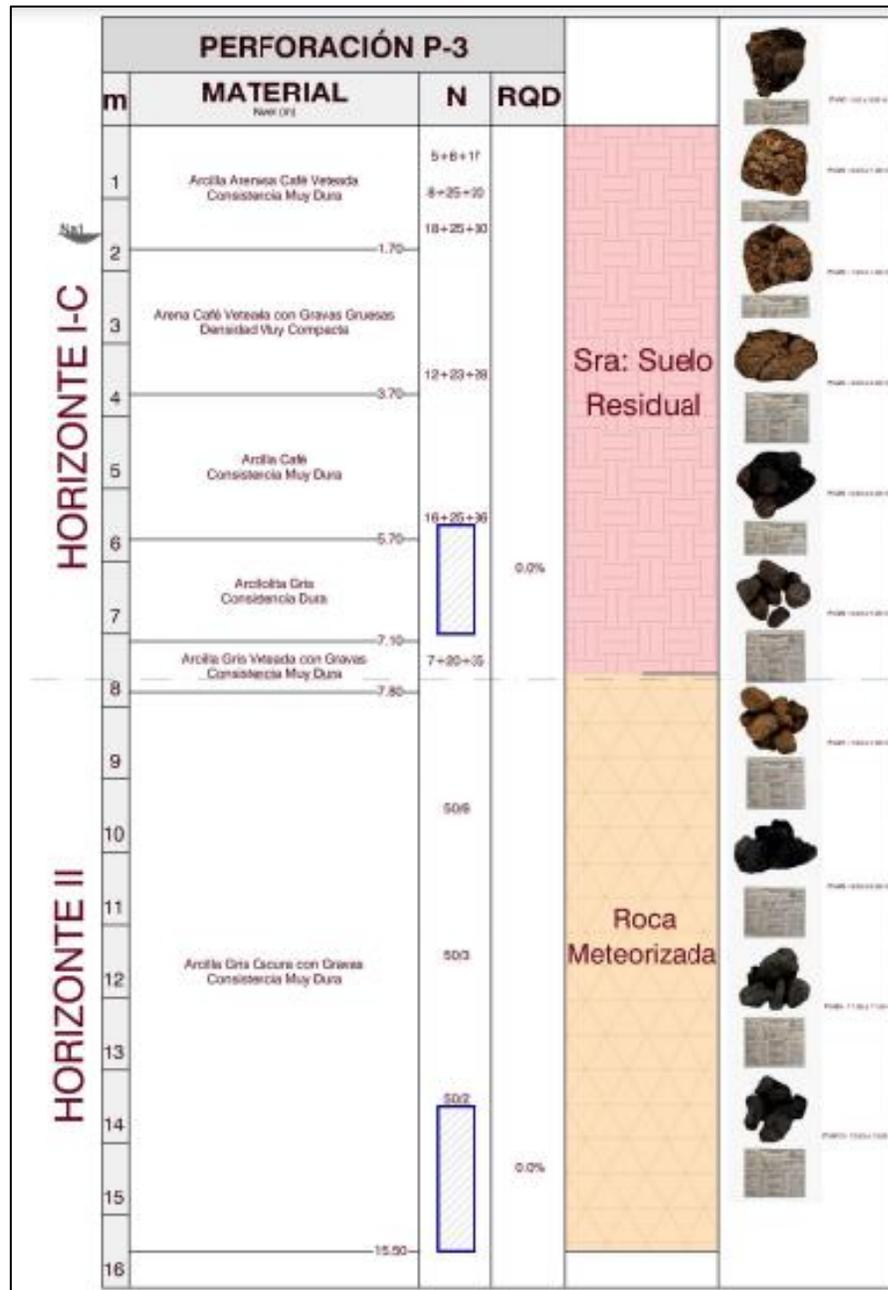


Figura 4.21. Esquema horizontes de meteorización perforación 3. Fuente Propia.

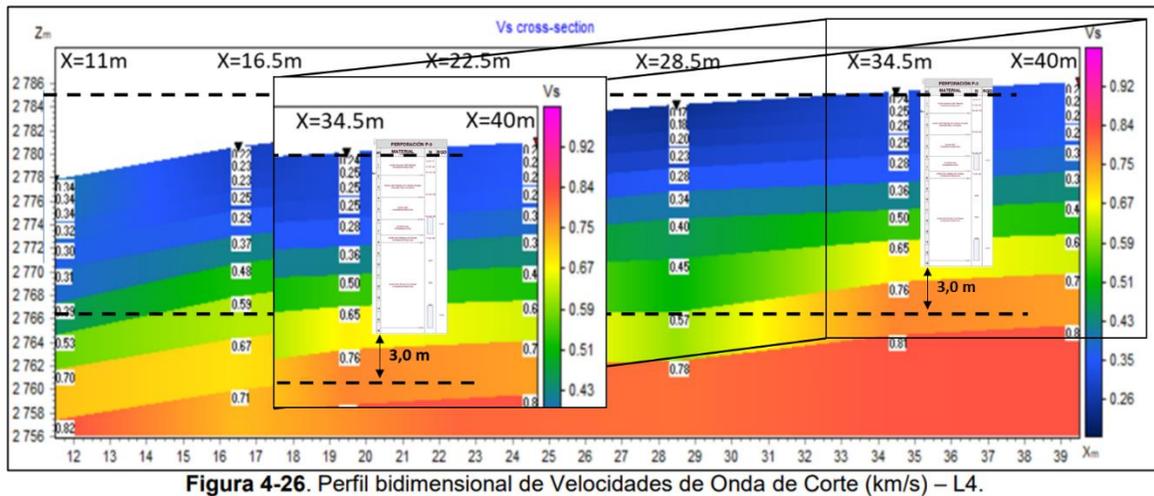


Figura 4.22. Proyección de la perforación 3 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 4.

- **Perforación 4**

Según los ensayos de clasificación efectuados sobre las muestras obtenidas en la perforación 4, hasta una profundidad de 1.6 m se encuentra una arena arcillosa color café y hasta el final de la perforación se encuentra una arcilla con intercalaciones de piedras de consistencia muy dura, ver Figura 4.23.

Debido a que esta perforación no se encuentra cercana a una línea sísmica, no es posible comparar lo encontrado en la perforación con las velocidades de onda de corte, sin embargo, los ensayos de clasificación permiten interpretar que hasta una profundidad de 3.5 m se obtienen muestras de arena limosa y arcilla de alta plasticidad, por lo cual hasta una profundidad de 3.5 m se clasifica como suelo residual u Horizonte I-C.

Teniendo en cuenta que entre los 3.5 - 13.5 m de profundidad se obtienen muestras de roca cuyos valores de RQD son iguales a cero, pero mantienen una continuidad a lo largo de la perforación, se clasificó el resto de la perforación como roca meteorizada u Horizonte II.

Al comparar los espesores de roca meteorizada de las demás perforaciones y la encontrada en esta perforación, se determinó que la profundidad de la roca sana se encuentra a una profundidad cercana a los 18 m.

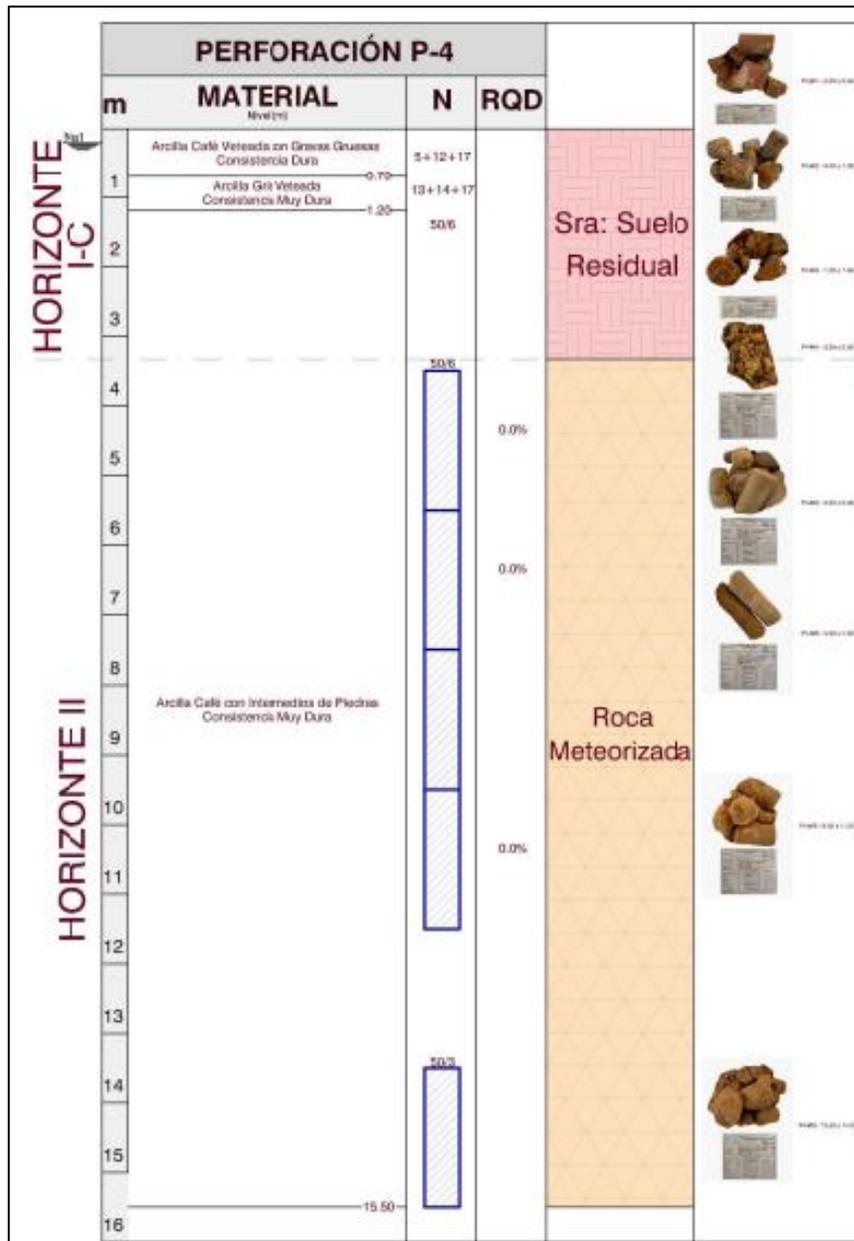


Figura 4.23. Esquema horizontes de meteorización perforación 4. Fuente Propia.

- **Perforación 5**

Según los ensayos de clasificación efectuados sobre las muestras obtenidas en la perforación 5, hasta una profundidad de 4.5 m se tienen arenosas limosas y posteriormente hasta los 10 m se obtuvieron muestras de roca con intercalaciones de arena. A profundidades mayores de los 10 m se encuentran arcillas de baja y alta plasticidad de diferentes coloraciones, ver *Figura 4.24*. Al

igual que en perforaciones anteriores, los ensayos de SPT realizados en la perforación 5 tienen valores superiores a 50 golpes/pie, por lo cual esta perforación se analiza de mejor manera proyectándola con la línea sísmica 5 siendo esta la más cercana.

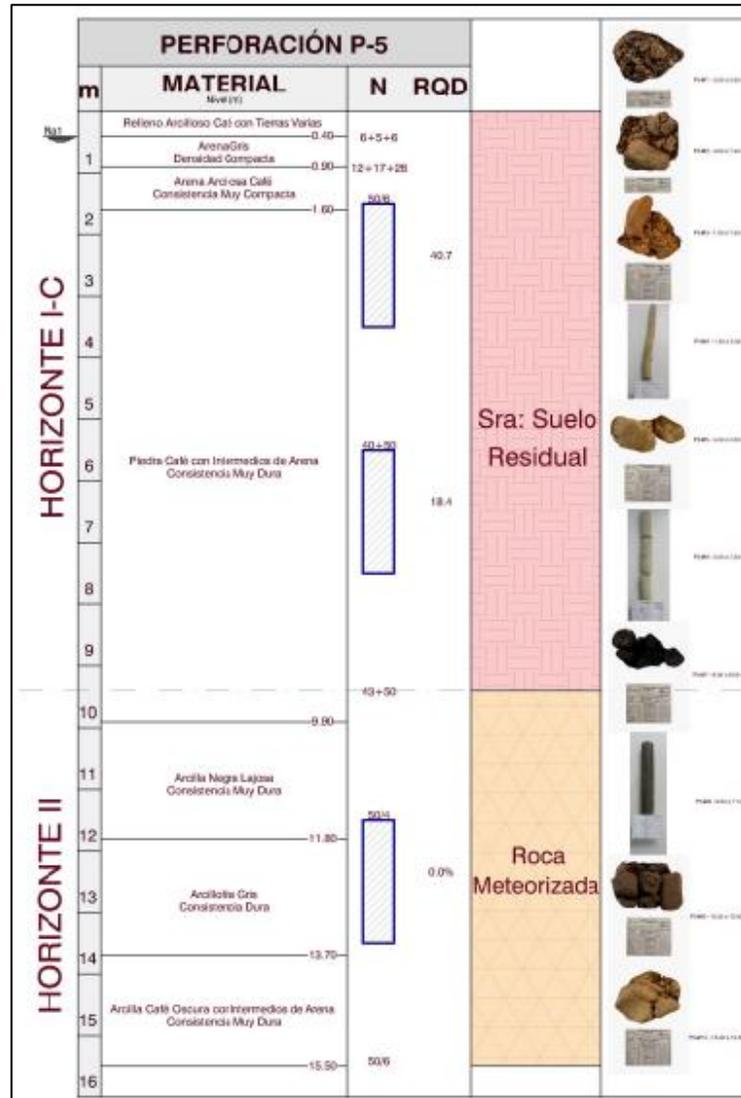


Figura 4.24. Esquema horizontes de meteorización perforación 5. Fuente Propia.

Como se muestra en la Figura 4.25 y en el Anexo C hasta los 9.5 m se obtuvieron velocidades de onda de corte inferiores a 360 m/s, por lo cual hasta esta profundidad se clasifica como suelo residual u Horizonte I-C. Cabe resaltar que en esta perforación a una profundidad de 5.0 a 7.5 m se recuperaron muestras de roca, posiblemente de bloques que es posible encontrar en el Horizonte I-C tal como Deere y Patton lo describieron.

A partir de los 9.5 m hasta una profundidad igual a 20 m se obtienen velocidades de onda inferiores a 760 m/s, por lo cual esta capa de suelo se clasifica como roca meteorizada u Horizonte II. Finalmente, a partir de los 19 m bajo la superficie de la perforación 3 se encuentra la roca sana u Horizonte III con velocidades de onda superiores a 760m/s.

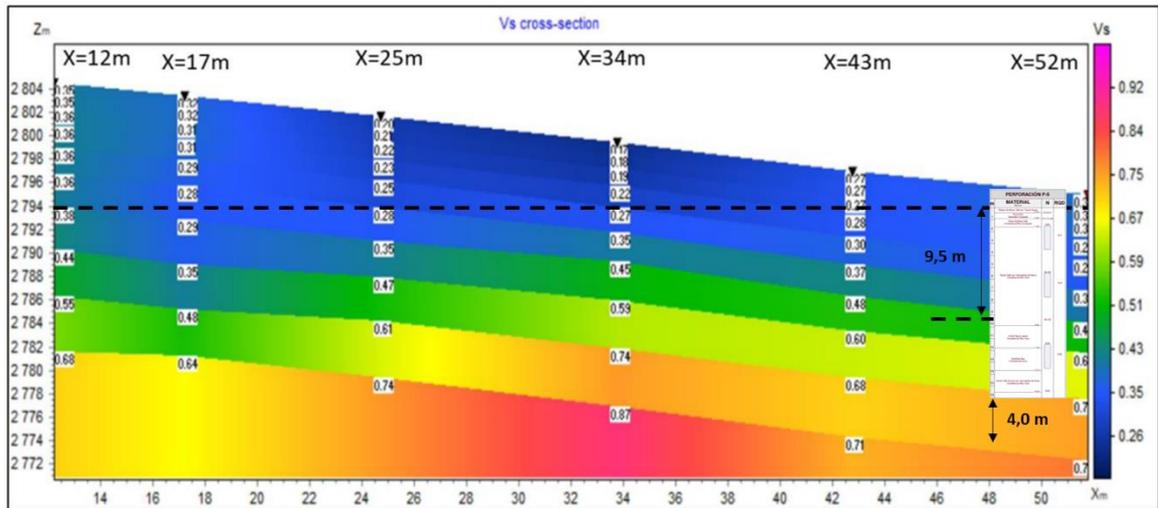


Figura 4-34. Perfil bidimensional de Velocidades de Onda de Corte (km/s) – L5.

Figura 4.25. Proyección de la perforación 5 sobre el perfil bidimensional de velocidades de onda de corte de la línea sísmica 5.

5 Análisis de Susceptibilidad

5.1 Susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento

La metodología descrita a continuación usada en el presente estudio se basó en la Guía Metodológica para zonificación de Amenaza por remoción en masa escala 1:25.000 (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

Para determinar la susceptibilidad por movimientos en masa se utiliza la metodología de Weight of Evidence (WolfE), la cual asocia factores condicionantes y áreas inestables mediante valores de pesos. El peso de cada factor se calcula aplicando un enfoque bayesiano que considera la probabilidad incondicional y condicional de que ocurra un movimiento en masa (Bonham Carter, 1994).

Van Westen (1993) plantea que en términos de píxeles el área que está compuesta por un número total de píxeles N , el cual se representa por la siguiente ecuación.

$$N = N_{pix1} + N_{pix2} + N_{pix3} + N_{pix4}$$

Donde:

N_{pix1} = hay presencia del factor condicionante (N_{pix3}) en el deslizamiento (N_{pix2}). Lo cual es indicativo de una muy alta significancia de ese factor en el deslizamiento.

N_{pix2} = no hay presencia del factor condicionante (N_{pix3}) en el deslizamiento (N_{pix2}). Lo cual es indicativo de una significancia alta por efecto de la presencia del deslizamiento.

N_{pix3} = factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia media por efecto del factor que alguna vez contribuyó al deslizamiento.

N_{pix4} = no hay deslizamiento ni factor condicionante. Lo cual es indicativo de una significancia baja.

		w. Factor condicionante con potencialidad de deslizamientos		
		Presente	Ausente	
L: Deslizamientos	Presente	N_{pix1}	N_{pix2}	Área total deslizada
	Ausente	N_{pix3}	N_{pix4}	Área total no deslizada
		Área total con unidad w	Área total sin unidad w	Área total del mapa

Figura 5.1. Relación deslizamientos L y factor condicionante w (Servicio Geológico Colombiano, 2017).

Para esta metodología se hace uso de dos pesos, uno positivo y uno negativo, el peso positivo indica la importancia del factor en el deslizamiento y el peso negativo indica la ausencia del factor en el deslizamiento, dichos pesos se expresan de la siguiente forma:

$$W_i^+ = \ln \frac{\frac{Npix1}{Npix1 + Npix2}}{\frac{Npix3}{Npix3 + Npix4}}$$

$$W_i^- = \ln \frac{\frac{Npix2}{Npix1 + Npix2}}{\frac{Npix4}{Npix3 + Npix4}}$$

Donde:

$W_i^+ > 0$: Positivo, indica que la presencia del factor contribuye a la presencia del deslizamiento, su magnitud indica el grado de correlación directa o el grado de contribución.

$W_i^+ < 0$: Negativo, indica que la presencia del factor contribuye a la ausencia del deslizamiento, su magnitud indica el grado de correlación inversa.

$W_i^+ = 0$: Indica que el factor no es relevante.

$W_i^- > 0$: Positivo, indica que la ausencia del factor contribuye a la presencia del deslizamiento.

$W_i^- < 0$: Negativo, indica que la ausencia del factor contribuye a la ausencia del deslizamiento.

$W_i^- = 0$: Indica que el factor no es relevante.

Estos pesos se calculan para cada factor a analizar. Finalmente para cada factor se analiza el peso final W_f el cual da una medida de correlación entre el factor condicionante y los movimientos en masa, este peso final será cero cuando la distribución espacial de los movimientos en masa sea independiente del factor considerado, es positivo cuando existe una asociación positiva (la presencia del factor contribuye a la ocurrencia del movimiento en masa) y negativo cuando existe una asociación negativa (la ausencia del factor contribuye a la ocurrencia del movimiento en masa). El peso final se calcula de la siguiente manera.

$$W_f = W_i^+ - W_i^-$$

Entendiendo que cada factor condicionante se divide en clases, al obtener el peso final para cada clase de cada factor se procede a calcular la función final de susceptibilidad o LSI la cual se expresa por medio de la siguiente expresión

$$LSI = W_{f_{Pendiente}} + W_{f_{Curvatura}} + W_{f_{UGS}} + \dots + W_{f_{Uso\ del\ suelo}}$$

El valor LSI de cada pixel corresponde a la suma de los pesos finales calculados para la clase a la que pertenece el pixel de cada uno de los factores seleccionados. Los factores analizados inicialmente para este proyecto fueron los siguientes:

- Según la metodología usada, la pendiente se divide en 7 clases, las cuales se muestran en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Clases del Factor condicionante Pendiente, (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

Clase	Pendiente (°)
1	0 - 2
2	2 - 4
3	4 - 8
4	8 - 16
5	16 - 35
6	35 – 55
7	> 55

- Curvatura, la cual la metodología usada lo divide en 3 clases de curvatura.

Tabla 5.2. Clases del Factor condicionante Curvatura, (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

Denominación	Valor	Clase de Curvatura Lateral
1	negativo	Lateralmente cóncava
2	cero	Lineal o plana
3	positiva	Convexa

- Las unidades geológicas superficiales, UGS.

Tabla 5.3. Clases del Factor condicionante de UGS (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

Clase de UGS	Denominación
Depósitos Coluviales activos.	1
Depósitos Coluviales inactivos.	2
Roca Meteorizada	3
Suelo Residual	4

- El uso del suelo.

Tabla 5.4. Clases del Factor condicionante de uso del suelo (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

Clase de Uso del suelo	Denominación
Áreas naturales	1
Residencial	2
Vía destapada	3

Para comprobar que la combinación de los factores condicionantes represente adecuadamente la susceptibilidad en la zona de estudio se debe realizar la construcción de la curva de éxito, la cual mide la bondad de ajuste de la función de susceptibilidad a los movimientos en masa inventariados (Dahal et al., 2008).

Para la correcta aplicación de esta metodología se hizo uso del Programa QGIS, el cual es un Sistema de Información Geográfico que permite la representación de información en variables Vectoriales o Raster.

A partir del Programa QGIS, fue posible determinar las pendientes y la curvatura de la zona de estudio, las cuales se muestran en la *Figura 5.2* y *Figura 5.3*. De igual manera se incluyó el mapa de unidades geológicas superficiales UGS y mapa del uso del suelo definidos en los capítulos anteriores.

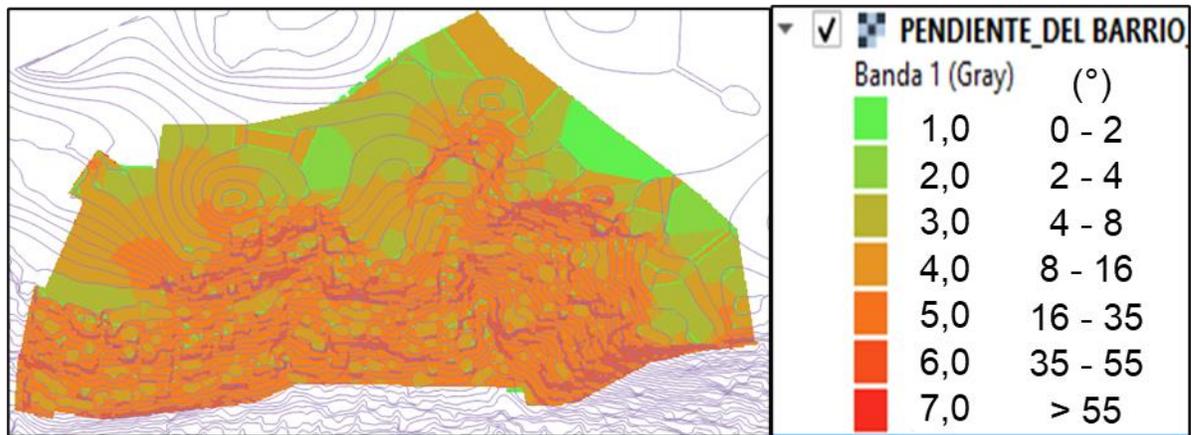


Figura 5.2. Mapa de Pendientes según la clasificación del SGC, 2017.

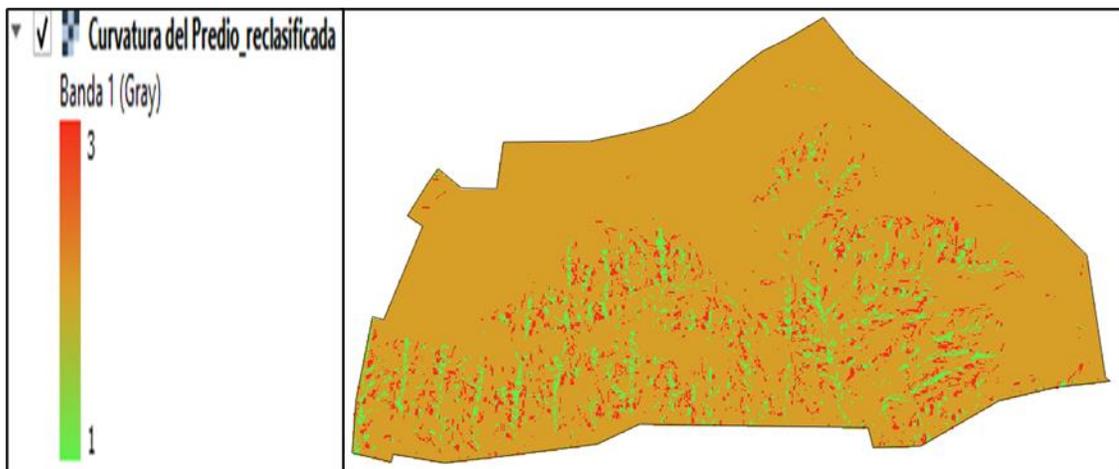


Figura 5.3. Mapa de Curvatura según la clasificación del SGC, 2017.

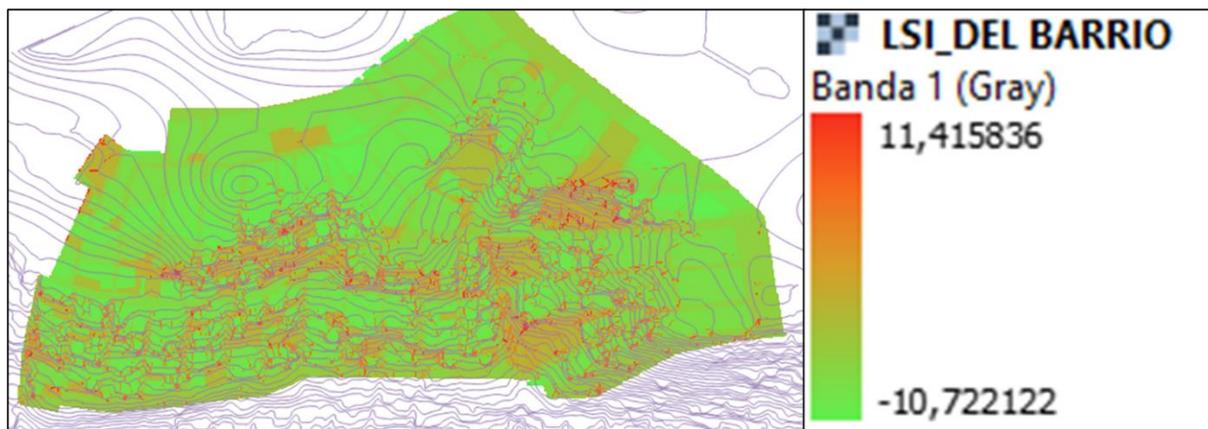


Figura 5.4. Mapa de LSI de Mirador de Corinto para la combinación 1 de factores condicionantes: Pendiente, Curvatura, UGS y Uso del suelo

A partir de estos mapas, se determinaron los pesos totales de las clases que conforman cada factor, cuyas memorias de cálculo se muestran en el Anexo C. Al determinar estos pesos se procedió a determinar el valor LSI de cada pixel generando así un mapa de LSI para la combinación 1 de factores condicionantes: Pendiente, Curvatura, UGS y Uso del suelo.

Según el Servicio Geológico Colombiano (2017), para establecer la calidad de ajuste de los datos, la curva de éxito en su parte inicial debe ser muy pronunciada y así mismo el área bajo la curva (ABC) para considerar aceptable la calidad de ajuste de los datos el ABC de la curva de éxito debe ser mayor al 70%. Como se observa en la *Figura 5.5* la curva de éxito para la combinación 1 de los factores condicionantes no cumple ninguna de estas condiciones.

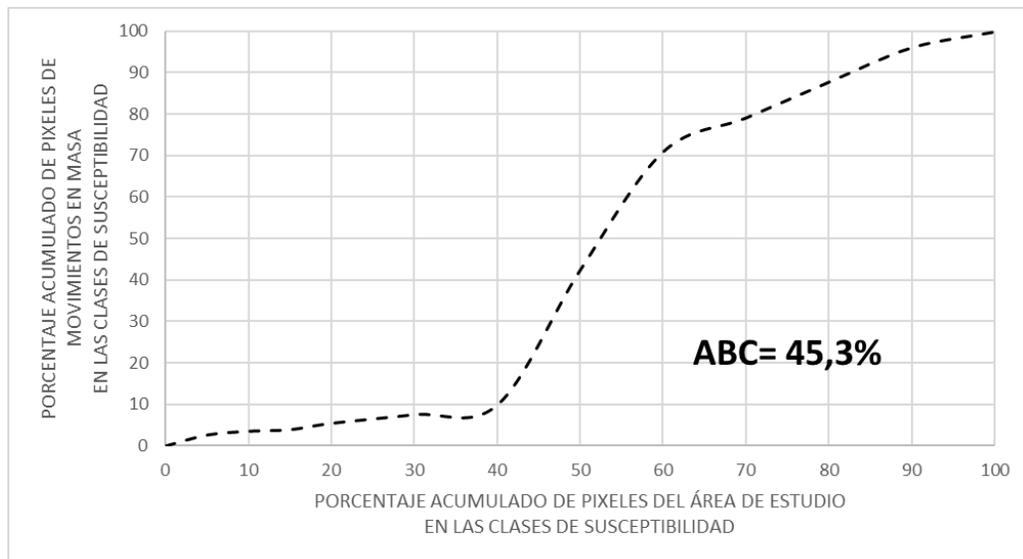


Figura 5.5. Curva de éxito para la combinación 1 de factores condicionantes.

Por lo tanto, se decidió nuevamente calcular el mapa de LSI para una segunda combinación de factores condicionantes excluyendo el factor de curvatura, ya que, según el mapa de curvatura, en el barrio no se presentan grandes curvaturas laterales. En *Figura 5.6* se muestra el plano de LSI para la combinación 2 y en la *Figura 5.7* la curva de éxito de esta combinación.

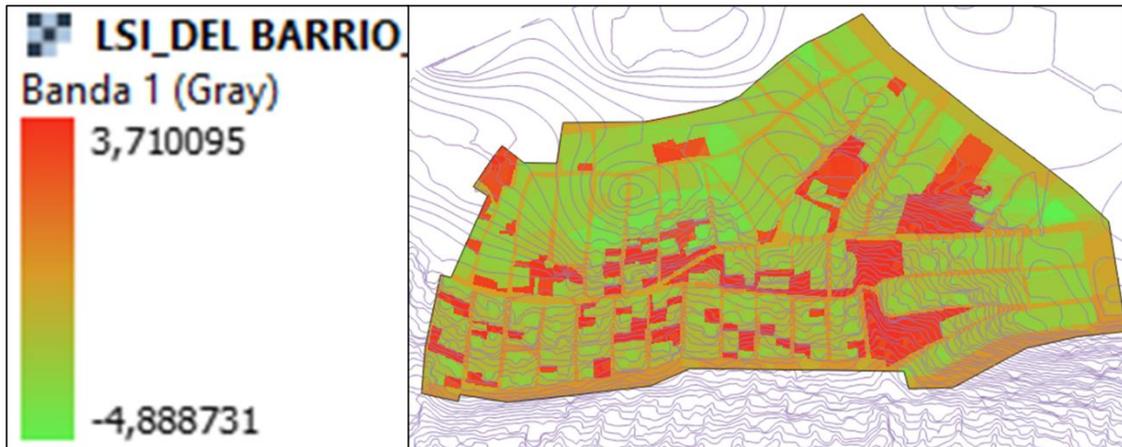


Figura 5.6. Mapa de LSI para la combinación 2 de factores condicionantes.

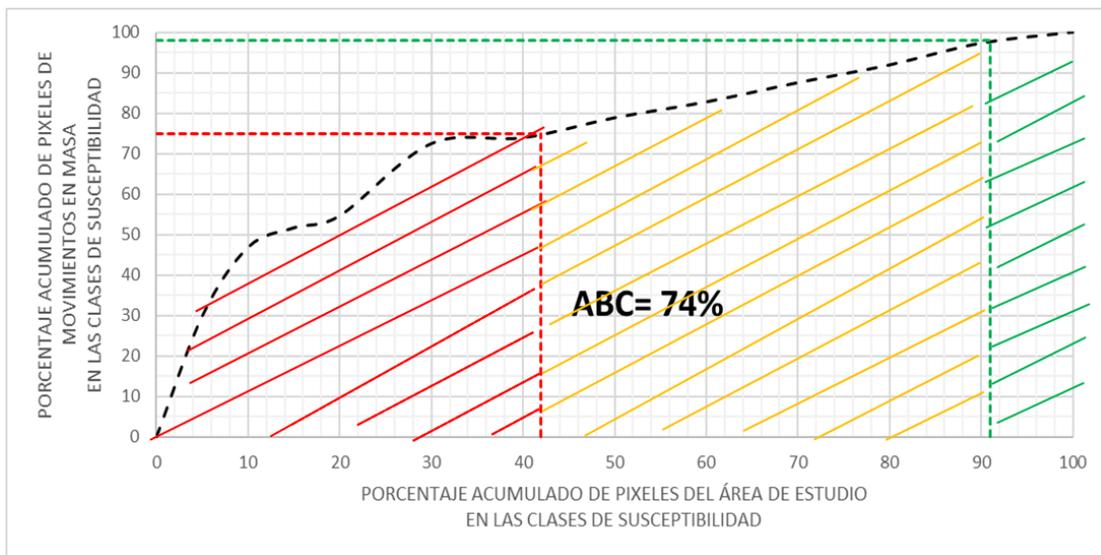


Figura 5.7. Curva de éxito para la combinación 2 de factores condicionantes.

Como se muestra en la *Figura 5.7*, la curva de éxito para la combinación 2 cumple con los requisitos de calidad de ajuste de los datos, por lo cual se determinó que esta combinación representa adecuadamente la susceptibilidad ante procesos de remoción en masa tipo deslizamiento. La categorización del mapa de susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento se realizó según la curva de éxito, donde se tomó como susceptibilidad Alta hasta el 42% de los píxeles del área de estudio que estuvieran en las clases de susceptibilidad, como susceptibilidad Media entre el 42% y el 91% de los píxeles del área de estudio que estuvieran en las clases de susceptibilidad y el mayor a 91% como susceptibilidad baja. Según la anterior categorización el mapa de susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento es el que se muestra en *Figura 5.8*.

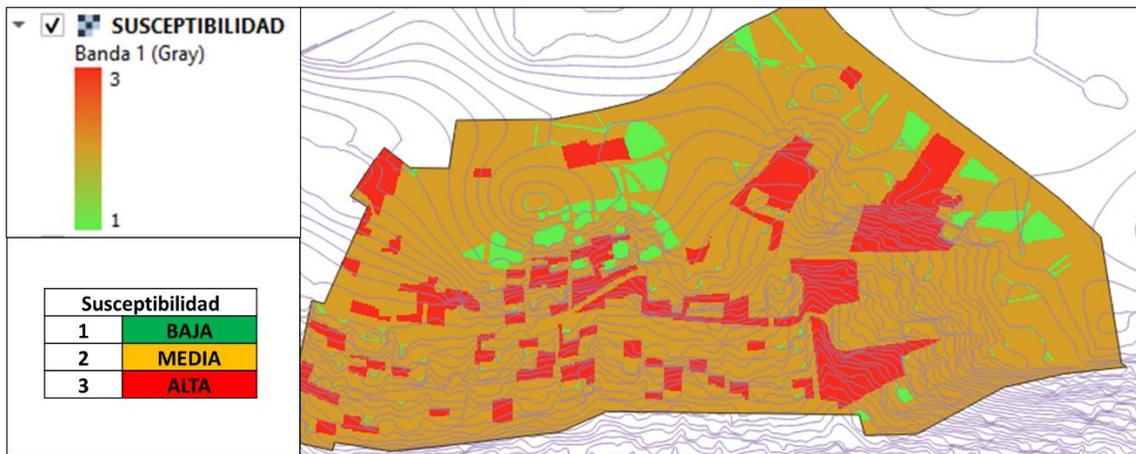


Figura 5.8. Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento para el barrio Mirador de Corinto.

5.2 Susceptibilidad por caída de rocas

Según la guía metodológica (Servicio Geológico Colombiano, 2017), para determinar la susceptibilidad por caída de rocas se deben identificar las posibles áreas de fuente o zonas de inicio y las posibles zonas de depósito de caída de rocas, lo cual se realizó con la visita a campo y la revisión de la ortofoto tomada en el 2020. Adicionalmente, la guía define algunas subunidades geomorfológicas indicativas de inestabilidad por movimientos tipo caída, de las cuales la unidad de escarpes de diaclasa se presenta alrededor de la zona de estudio.

Dado que los movimientos tipo caída se producen comúnmente en unidades morfológicas muy escarpadas (Michoud et al., 2012), se ha establecido como umbral mínimo para análisis de susceptibilidad la inclinación del terreno igual o superior a 45° . Según lo anterior el SGC propone la siguiente categorización de la susceptibilidad por zonas de inicio de movimientos en masa tipo caída (Tabla 5.5) y una categorización por zona de depósito de movimientos tipo caída (Tabla 5.6).

Tabla 5.5. Categorización de la susceptibilidad por zonas de inicio de movimientos en masa tipo Caída (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

CLASE O CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS
ALTA	Zonas con pendientes mayores a 45° Presencia de subunidades geomorfológicas indicativas Macizos rocosos de mala y muy mala calidad
MEDIA	Zonas con pendientes mayores a 45° Presencia de subunidades geomorfológicas indicativas Macizos rocosos de regular calidad
BAJA	Zonas con pendientes menores a 45° No se encuentran subunidades geomorfológicas indicativas Macizos rocosos de buena y muy buena calidad

Tabla 5.6. Categorización de la susceptibilidad por zonas de depósito de movimientos tipo caída (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

CLASE O CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO
ALTA	Evidencias de zonas de depósito de procesos recientes
MEDIA	Evidencias geomorfológicas de zonas de depósito antiguas
BAJA	No hay evidencias geomorfológicas o registros de inventario de zonas de depósito de rocas por movimientos tipo caída

Por lo tanto, el mapa de susceptibilidad por zonas de inicio de caída de rocas se muestra en la Figura 5.9 y el mapa de susceptibilidad por zonas de depósito de movimientos tipo caída es el que se muestra en la Figura 5.10.

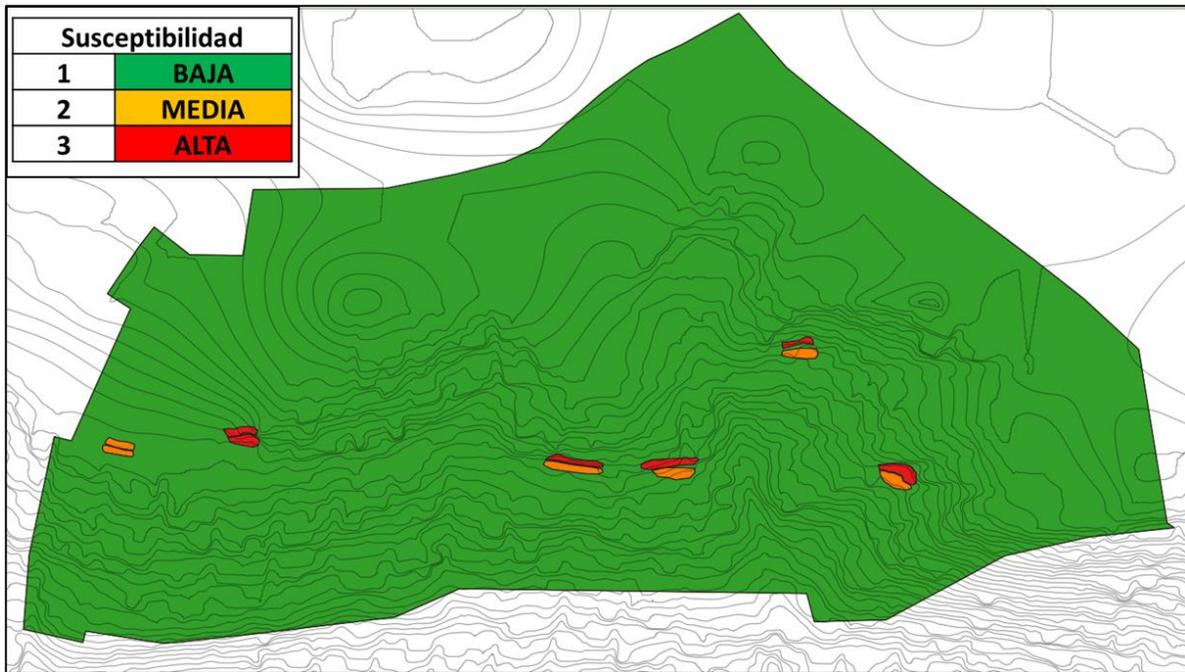


Figura 5.9. Mapa de Susceptibilidad por zonas de inicio de movimientos en masa tipo Caída.

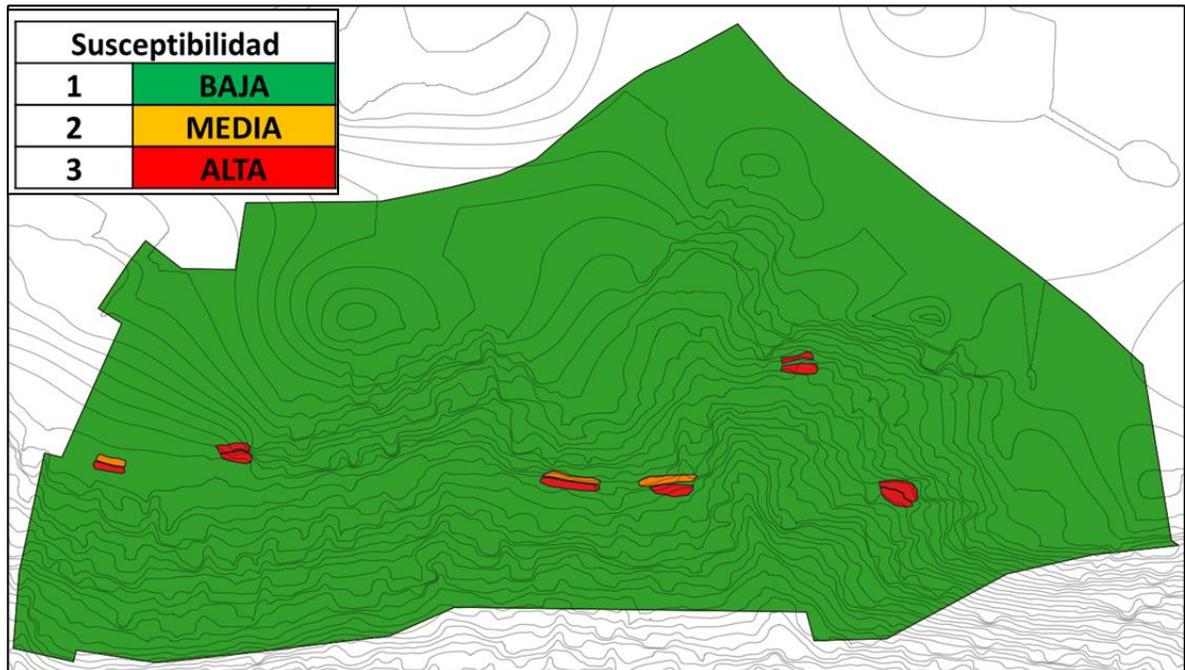


Figura 5.10. Mapa de Susceptibilidad por zonas de depósito de movimientos tipo caída.

Para Elaborar el mapa de susceptibilidad final por movimientos en masa tipo caída se genera a partir de la combinación de los mapas de susceptibilidad por zonas de inicio y de depósito, de acuerdo con la Tabla 5.7.

Tabla 5.7. Matriz para la categorización de la susceptibilidad por movimientos tipo caída (Servicio Geológico Colombiano, 2017).

		Susceptibilidad por zona de inicio o fuente		
		Baja	Media	Alta
Susceptibilidad por zona depósito	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Media	Media	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta

Por lo tanto, el mapa de susceptibilidad final para movimientos tipo caída es el que se muestra en la Figura 5.11.

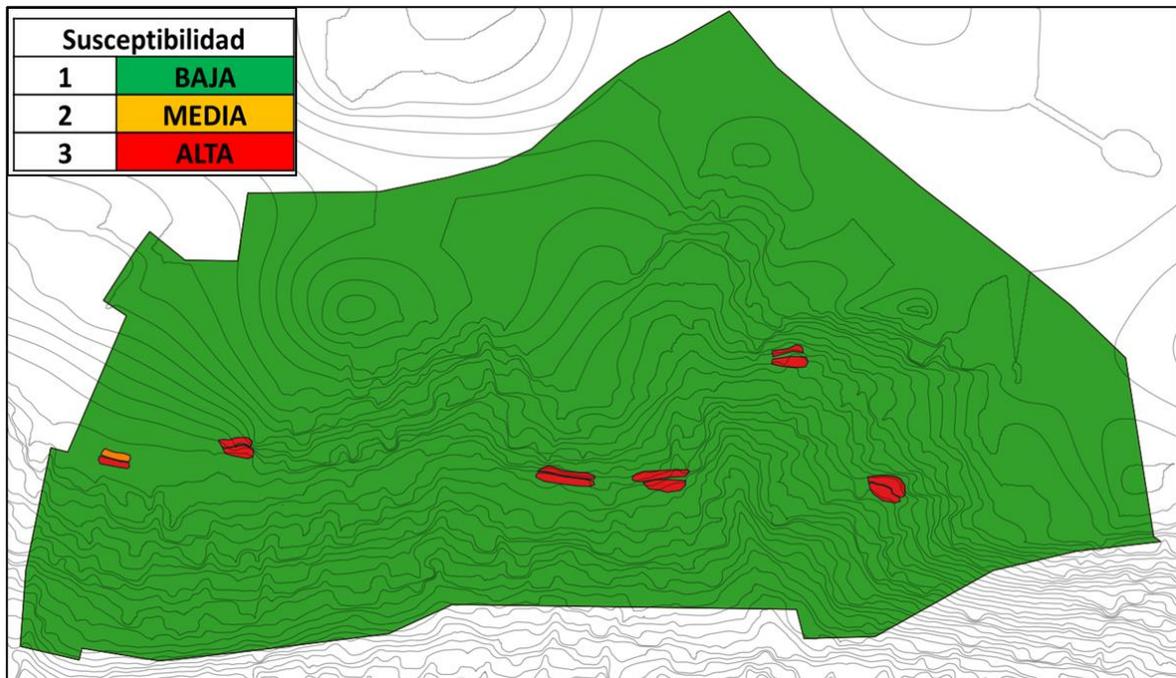


Figura 5.11. Mapa de Susceptibilidad por movimientos tipo caída.

5.3 Susceptibilidad por procesos de remoción en masa

Para elaborar el mapa de susceptibilidad final por procesos de remoción en masa, la guía propone el siguiente procedimiento utilizando herramientas SIG:

1. Superponer las zonas de susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamientos y caídas.
2. Aplicar la matriz presentada en la Tabla 5.8
3. Reclasificar de acuerdo con las categorías de la matriz.

Tabla 5.8. Matriz de comparación entre zonas de susceptibilidad por diferentes tipos de movimiento en masa (Servicio Geológico Colombiano , 2017).

		Susceptibilidad por movimientos en masa tipo deslizamiento		
		Baja	Media	Alta
Susceptibilidad por movimientos en masa tipo caída	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Media	Media	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta

Por lo tanto, el mapa de susceptibilidad por diferentes tipos de movimientos se muestra en la Figura 5.12 y en el plano No 7 Mapa de susceptibilidad. Como se observa en esta figura la distribución de deslizamientos y caída de bloques es coherente con el mapa de susceptibilidad ya que cae en zonas de amenaza alta y media.

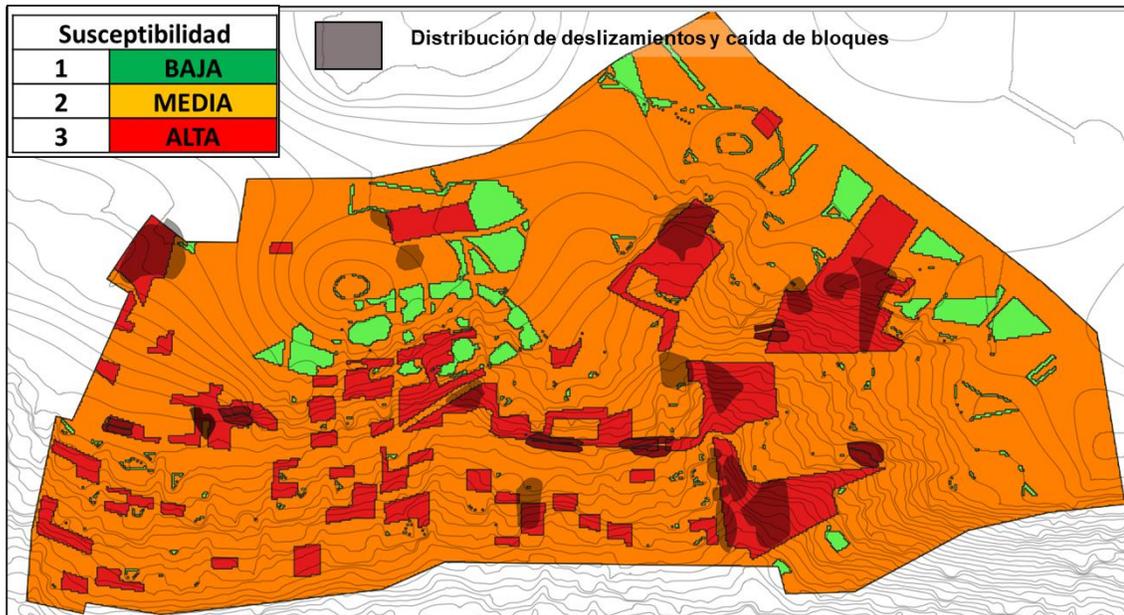


Figura 5.12. Mapa de susceptibilidad ante movimientos en masa tipo deslizamiento y caída de bloques de roca.

6 Definición del modelo geológico geotécnico.

A partir de la zonificación de susceptibilidad efectuada se definieron 17 secciones o perfiles de análisis en todas las direcciones (líneas de color rosado), cubriendo el área del barrio y cruzando preferiblemente de manera perpendicular las curvas de nivel en cada sitio tal como se muestra en la *Figura 6.1* y en los planos adjuntos. Así mismo, se realizaron 6 perfiles adicionales (líneas de color verde) para establecer las distancias máximas de recorrido de los bloques de roca presentes en la zona de estudio.

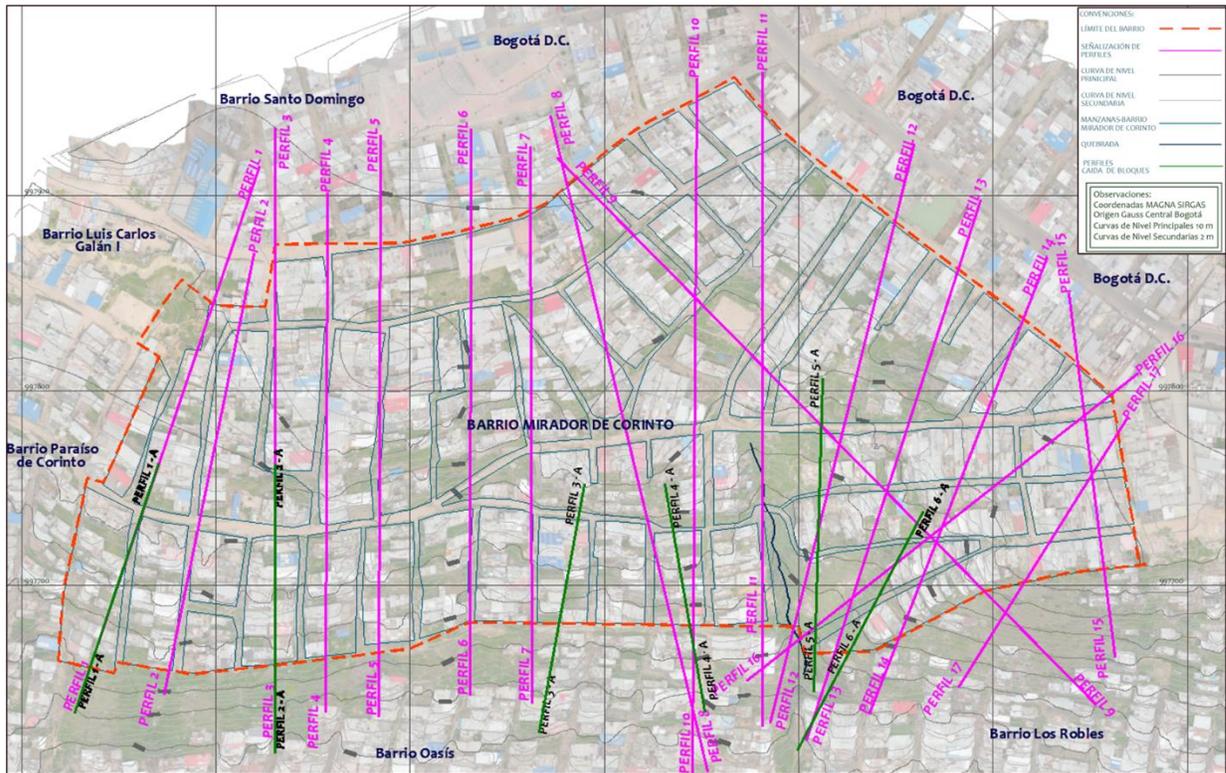


Figura 6.1. Esquema del Barrio Mirador de Corinto y de los perfiles de análisis. Elaboración propia.

A pesar de que en la exploración geotécnica realizada sobre el Barrio Mirador de Corinto no se encontró el macizo rocoso sano, durante las visitas a campo se encontraron zonas de escarpes de antiguas explotaciones en donde aflora el macizo rocoso tal como se muestra en la Figura 6.2. Teniendo en cuenta el perfil de meteorización definido en la sección anterior, a lo largo de los perfiles de análisis se definió un Horizonte de Roca Meteorizada que cubre en su totalidad la Roca sana de la Formación Arenisca Labor-Tierna.



Figura 6.2. Fotografía del registro tomado durante la exploración directa donde se evidencia la roca meteorizada.

Se definió superficialmente como roca meteorizada en las zonas que el Servicio Geológico Colombiano (2012) identificó la presencia de las Rocas intermedias de la Formación Arenisca Labor-Tierna. Las zonas identificadas como suelos residuales igualmente se definieron teniendo como base lo definido por SGC y a lo encontrado tanto en campo como en las exploraciones geotécnicas.

El horizonte de roca meteorizada se compone de bloques de roca con una matriz arcillosa de alta plasticidad con lentes de arena limosa con humedades entre 13% - 26% y límites líquidos entre 37% - 82%, se caracteriza por tener valores de N superiores a 50 golpes/pie, valores de RQD iguales a cero y velocidades de onda cercanos a 600 m/s, estos alcanzan a tener espesores entre los 5.0 m y los 25 m.

Tal como se mencionó en el capítulo de interpretación de resultados en la sección 4.2.1, para definir los espesores de la roca meteorizada HORIZONTE II, se utilizaron los resultados de las líneas de refracción sísmica, que al contrastarlos con los registros de las perforaciones se logró establecer que la roca meteorizada se encuentra hasta una profundidad comprendida entre los 12.0 y 27.0 m a partir de la cual se obtuvieron velocidades de onda V_s iguales o cercanas a 760 m/s.

Superficialmente también se encuentran los suelos residuales de la Formación Arenisca Labor-Tierna, los cuales están compuestos por arenas limosas y arcillas de alta y baja plasticidad, con valores de humedad entre 15% - 29% y límites líquidos entre 23% y 93%; este material se caracteriza por tener valores de N inferiores a 50 golpes/pie y velocidades de onda inferiores a 400 m/s.

El espesor del suelo residual se definió teniendo en cuenta los espesores encontrados en las perforaciones directas y los resultados obtenidos de las líneas sísmicas, en las cuales se obtuvo velocidades de onda V_s inferiores a 400 m/s a profundidades entre 7.5 y 12 m, con excepción del costado noroccidental en el cual la perforación 4 se encontró un espesor de suelo residual de 3.5 m.

El espesor de los depósitos coluviales tiene valores comprendidos entre 3.0 y 4.0 m, los cuales se caracterizan por poseer materiales sueltos y de composición heterogénea, conformados por fragmentos de roca de tamaño variable de unos pocos centímetros hasta de 2.0 m envueltos en una matriz fina de arcilla y limo de alta y baja plasticidad.

Finalmente se encuentra la roca sana de la Formación Arenisca Labor-Tierna en la cual se obtienen velocidades de onda V_s superiores a 760 m/s.

El macizo rocoso está conformado principalmente por estratos de arenisca cuarzosa que se encuentran inclinados en dirección contraria a la pendiente natural del terreno. Estos estratos a su vez se encuentran afectados por dos sistemas de discontinuidades, los cuales se caracterizan por presentar un espaciamiento calificado como próxima (0.2 – 0.6m), sus paredes son ligeramente rugosas a muy rugosas, moderadamente alterado a muy alterado, abiertas (0.1 – 0.5cm), poco continuas (2 -5m), onduladas y con relleno de arena. Como se destacó en la sección 3.4.1, existe la posibilidad de la caída de bloques de roca debido a la presencia de estas discontinuidades, la cual se corroboró en campo.

En la Figura 6.3 y en el Plano No 9 se muestra el plano en planta del modelo geológico geotécnico, y en la Figura 6.4 se muestran los perfiles de análisis de dicho modelo.

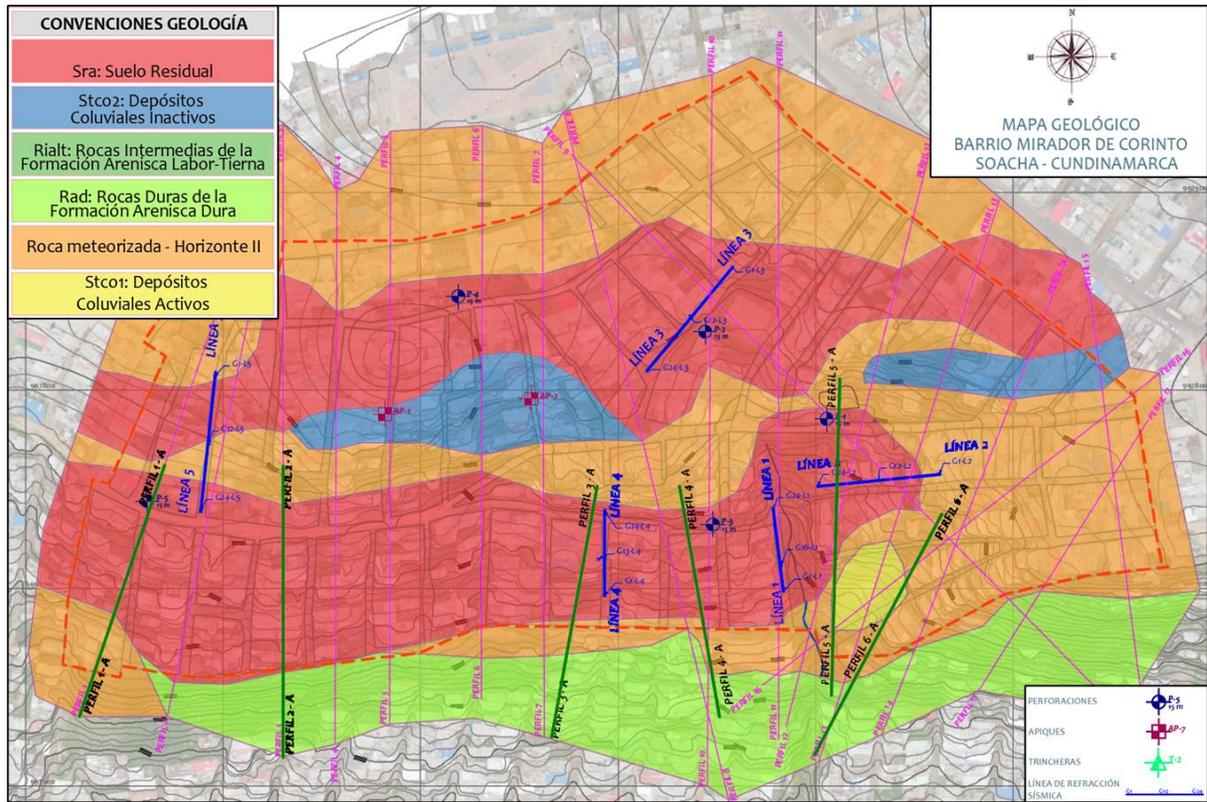
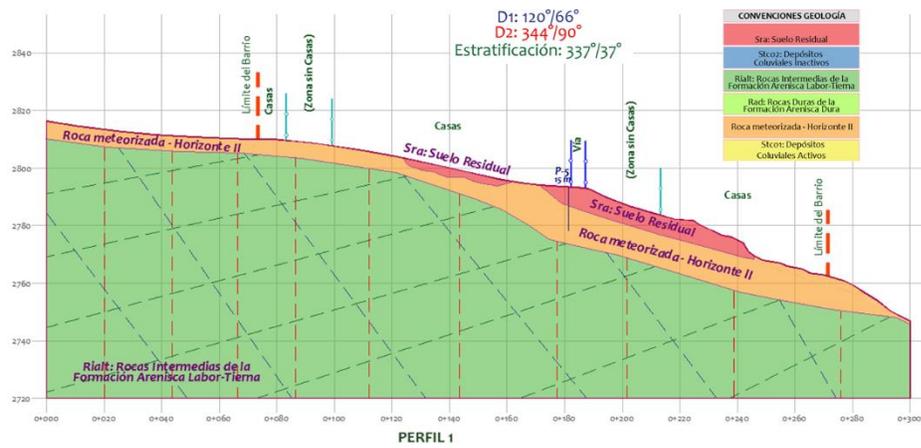
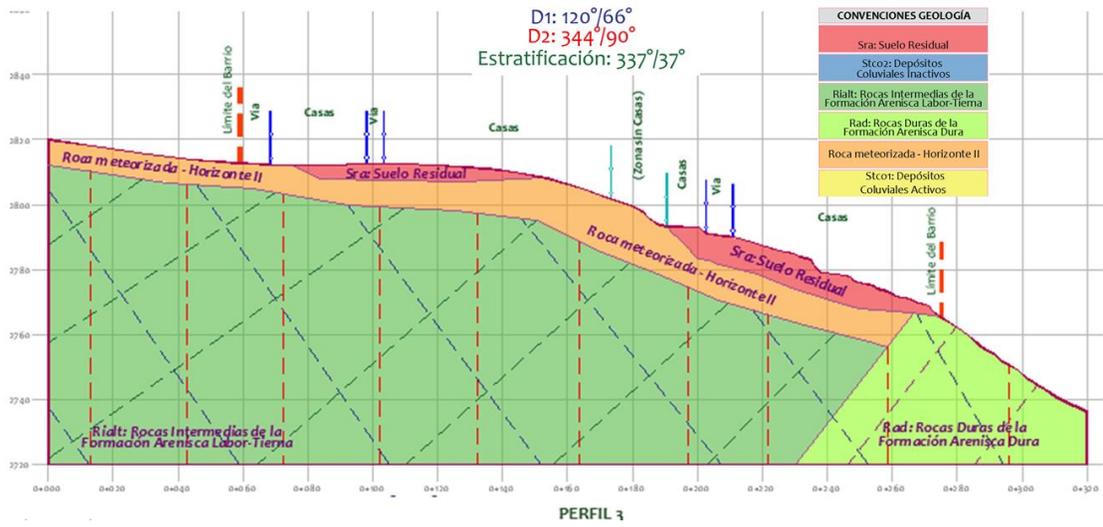
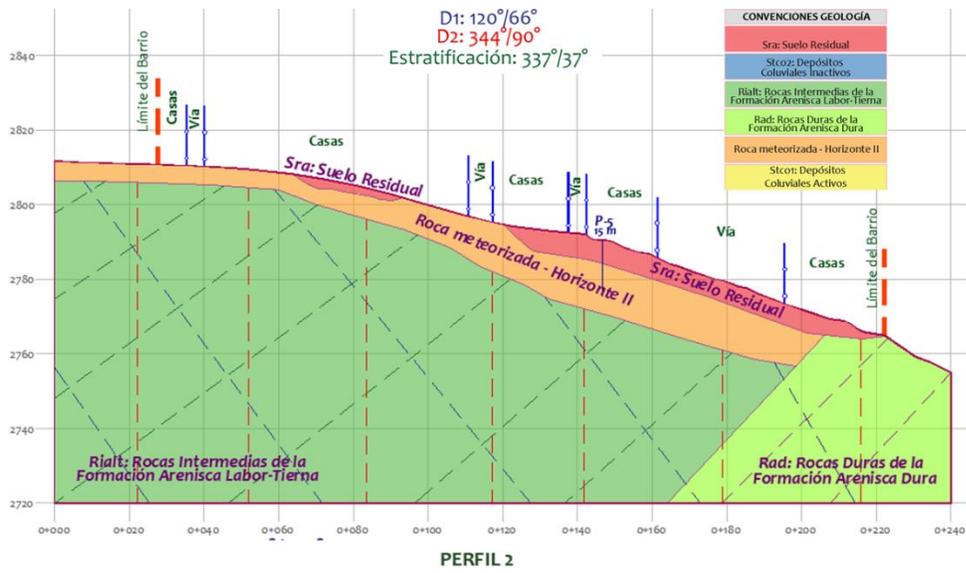
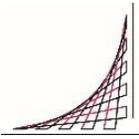
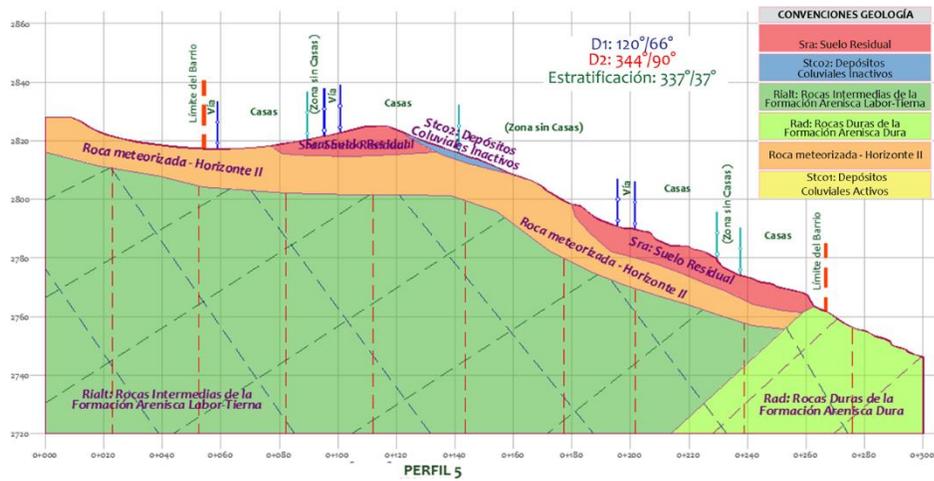
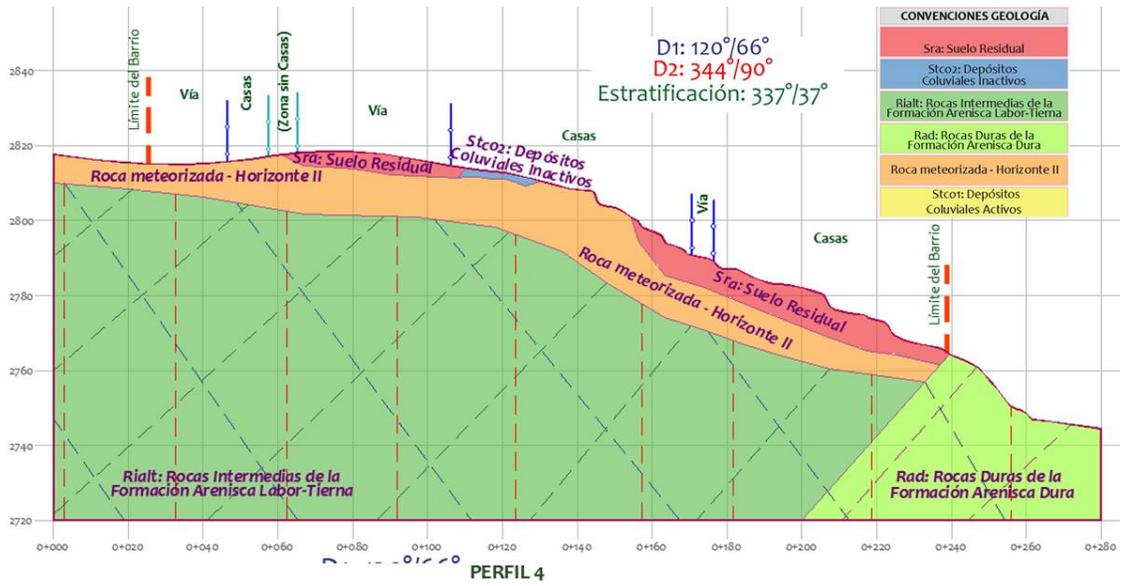
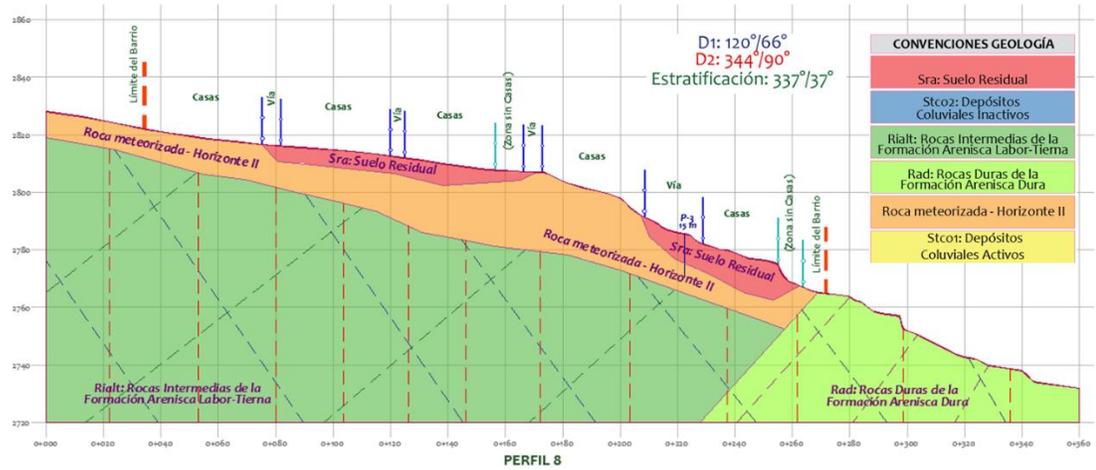
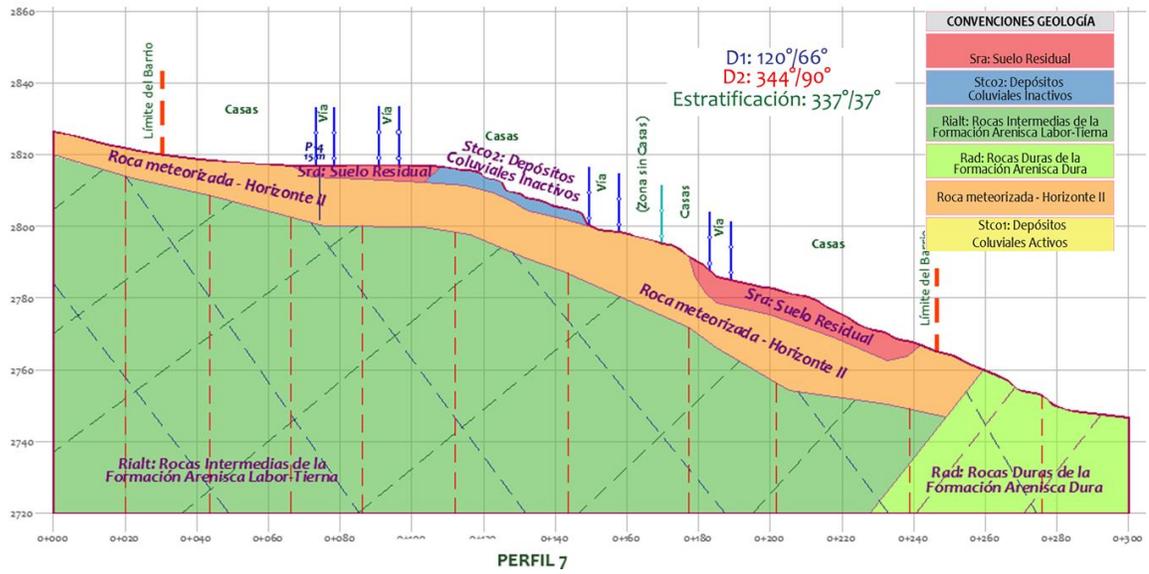
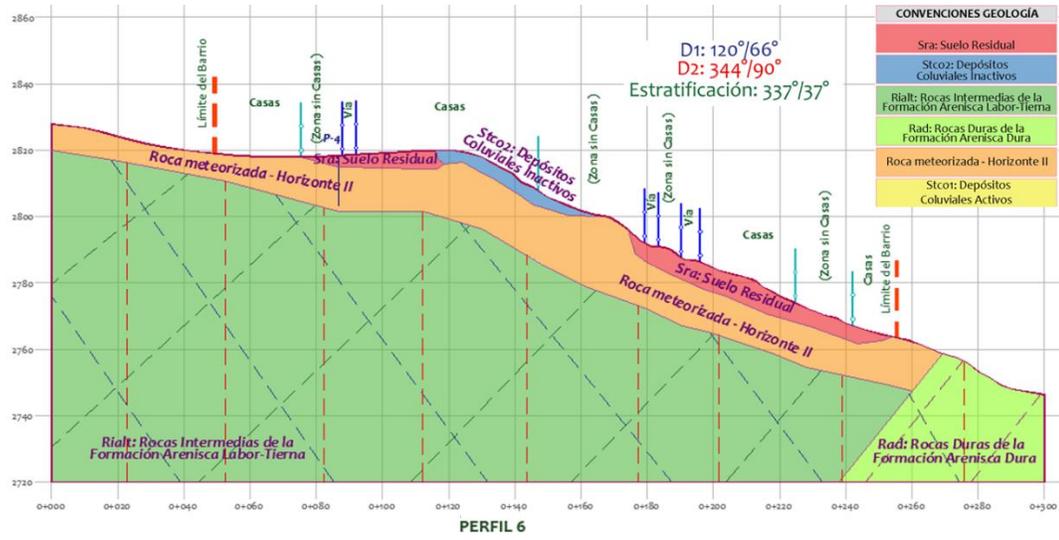
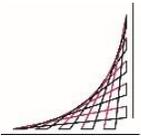


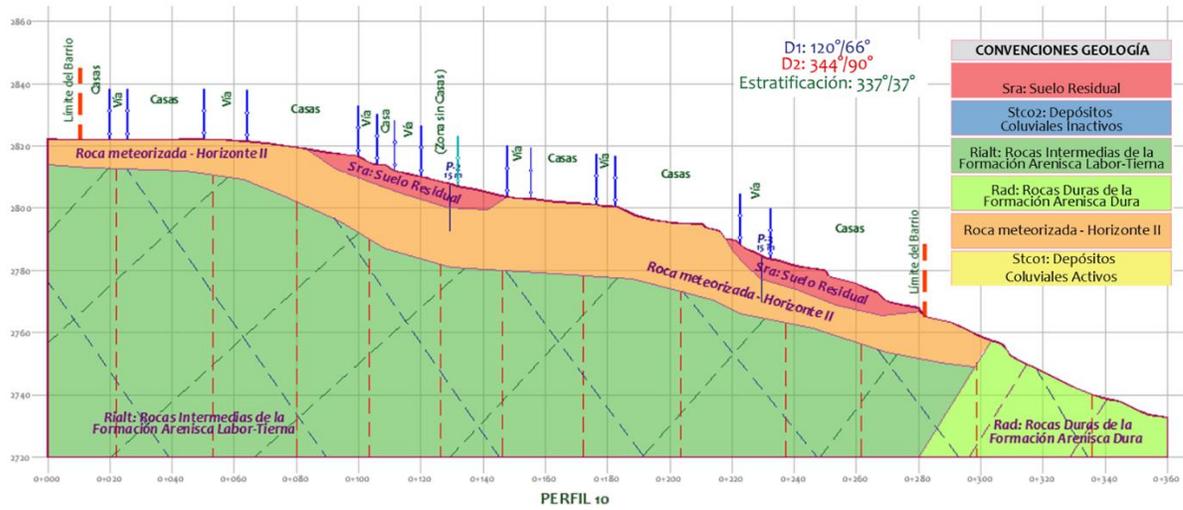
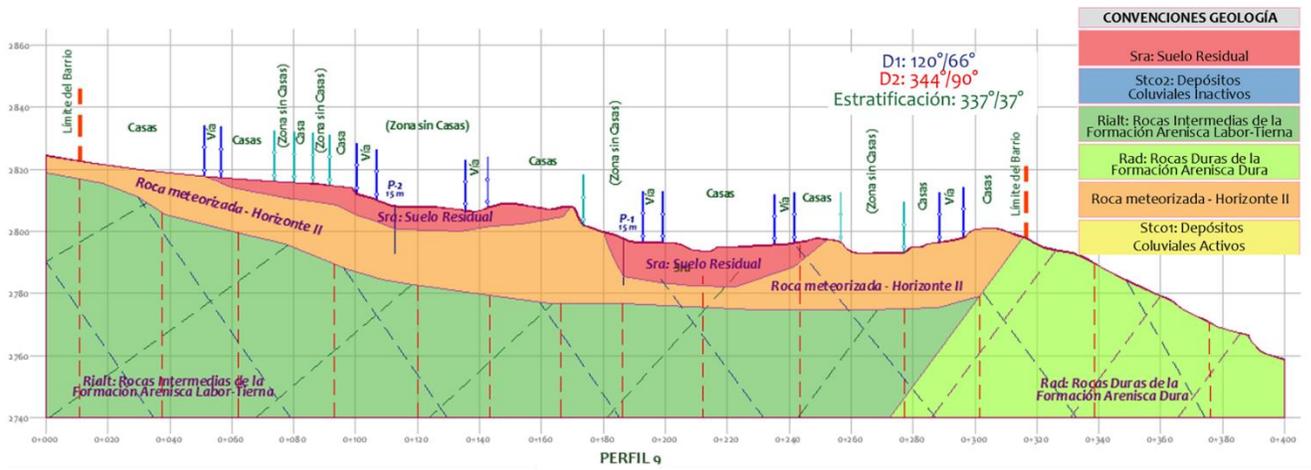
Figura 6.3. Plano en Planta del modelo Geológico Geotécnico. Elaboración propia.

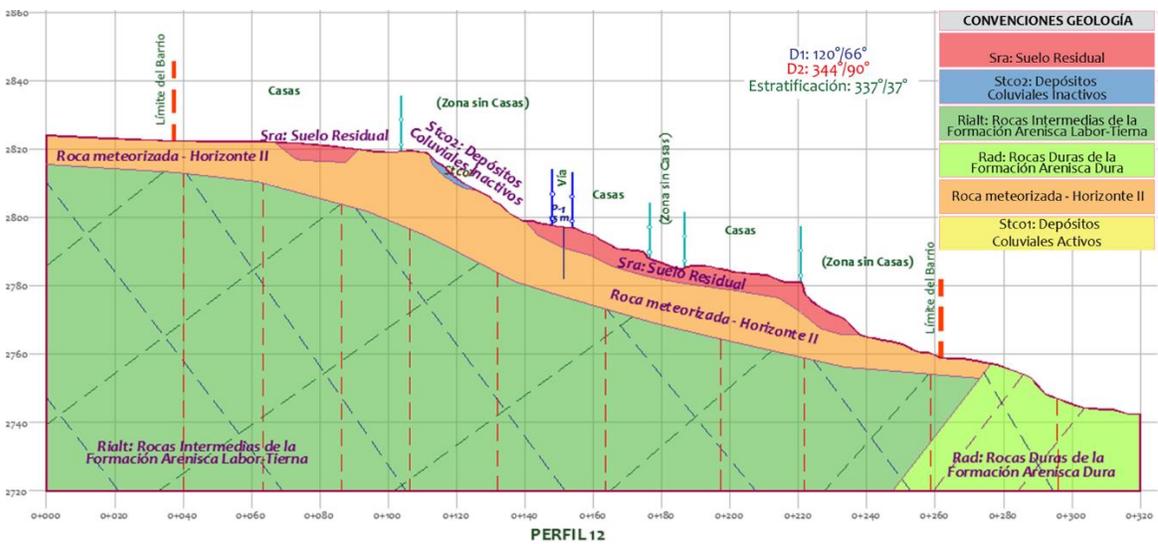
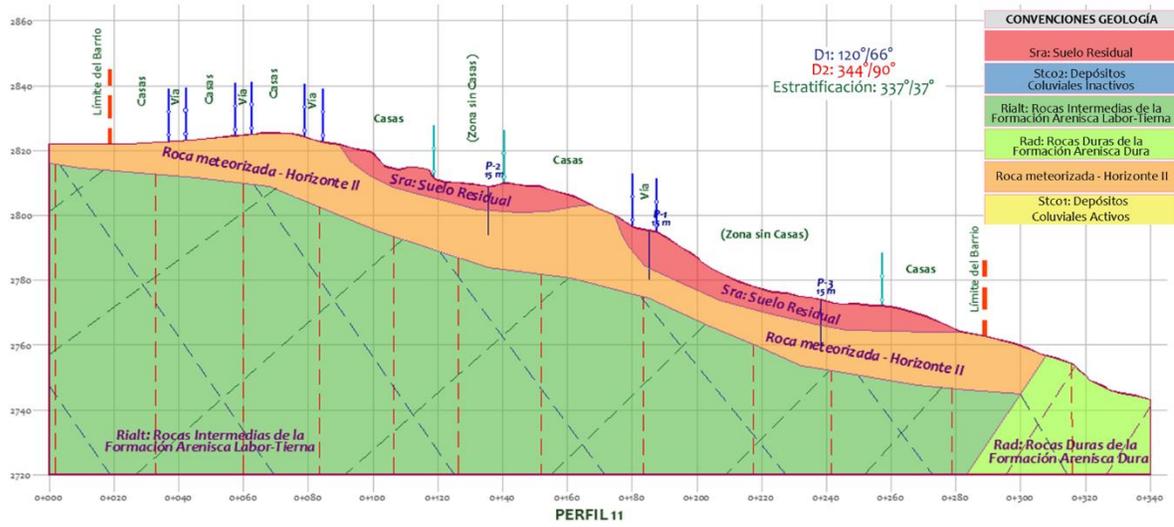


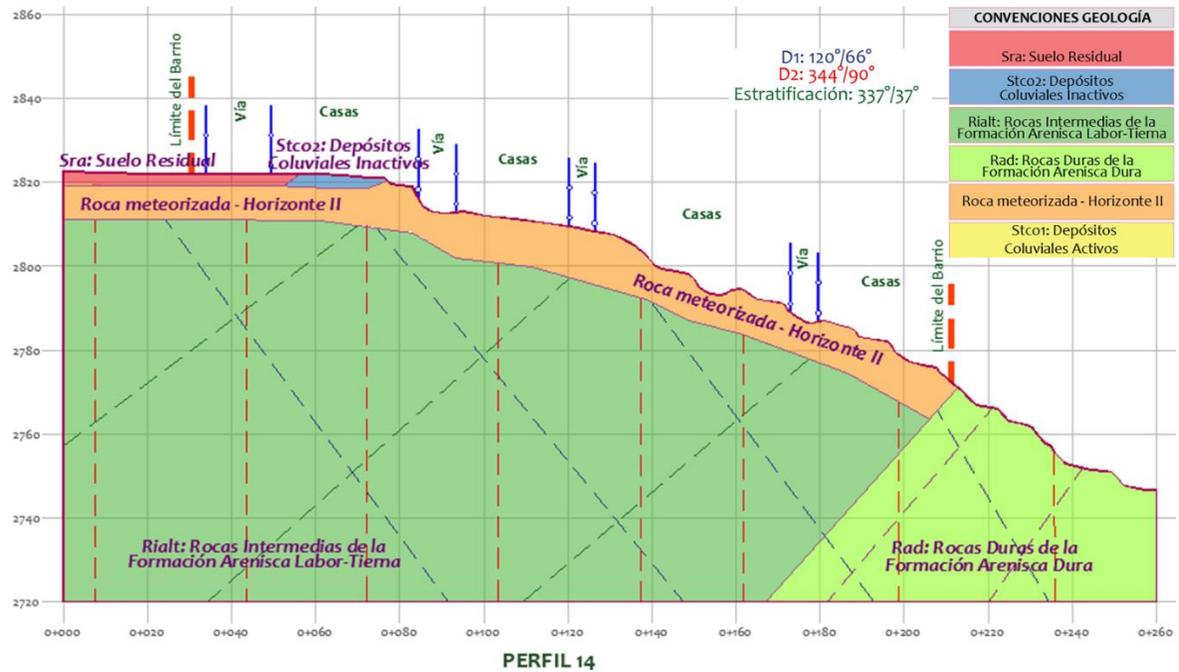
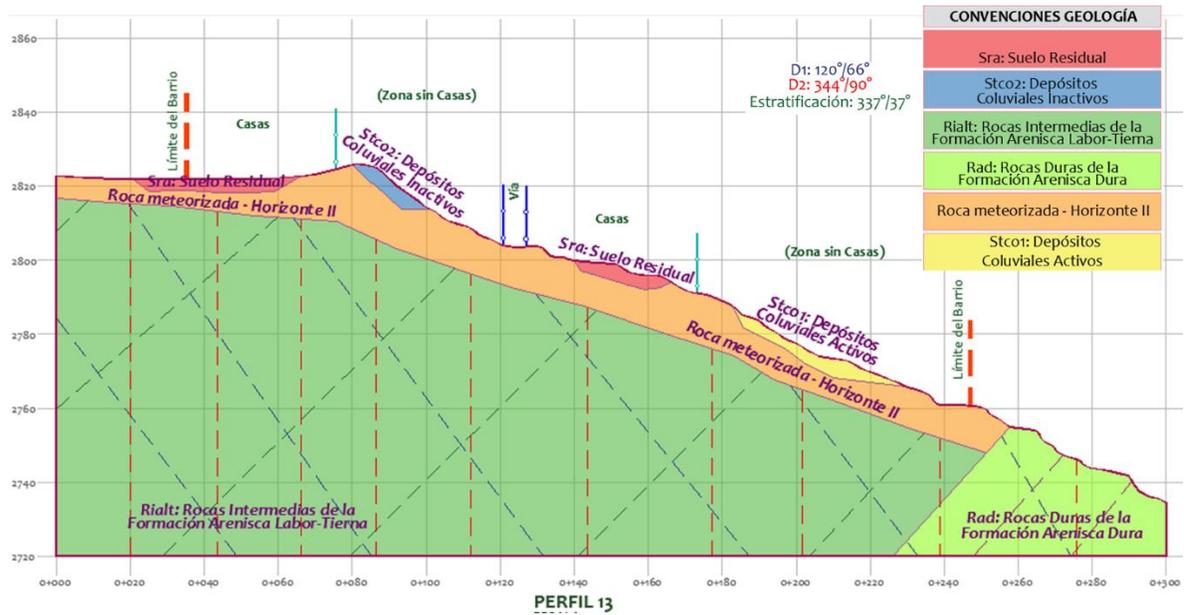
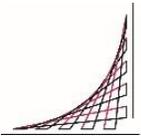


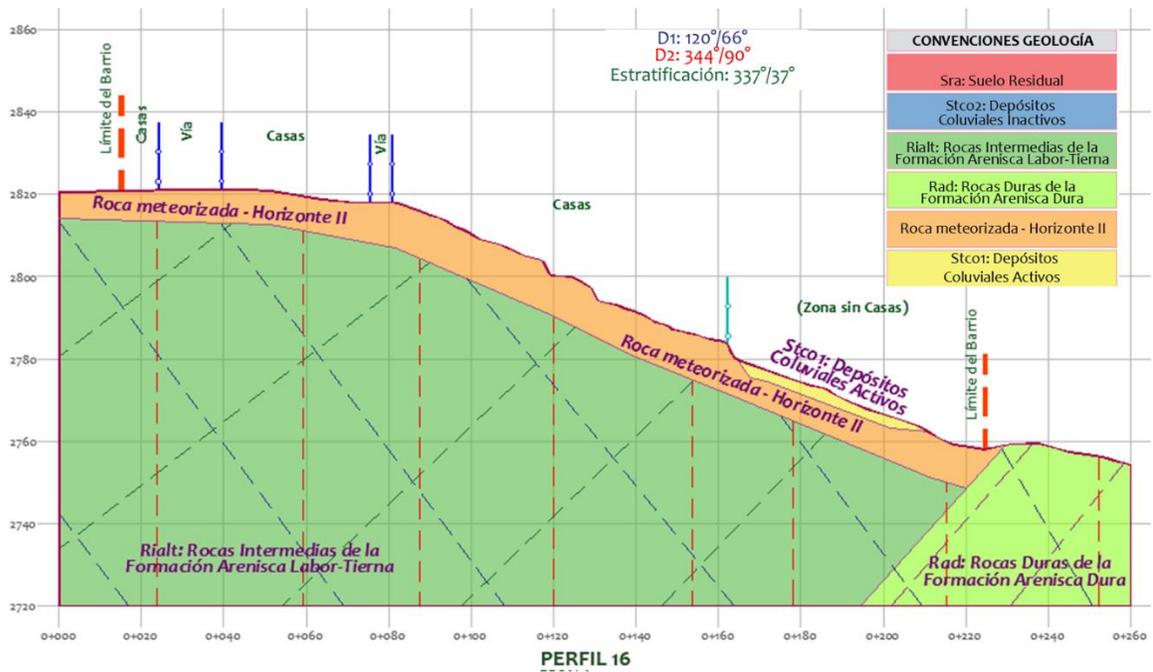
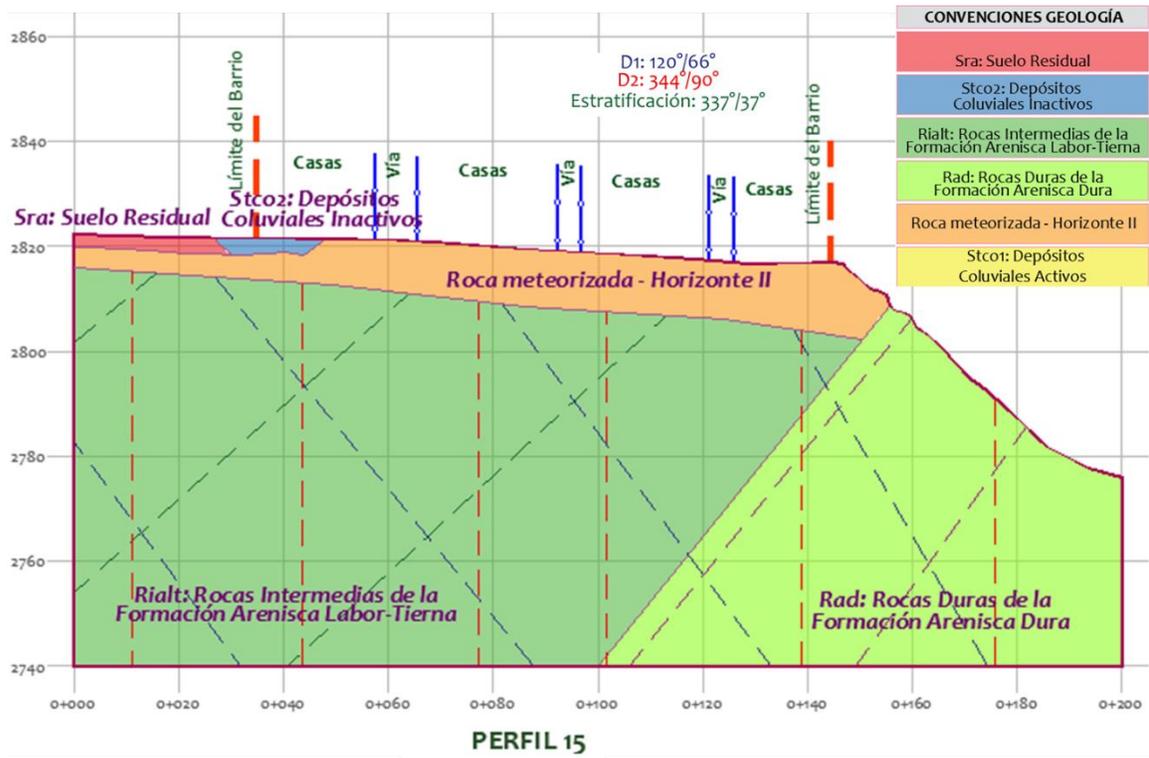












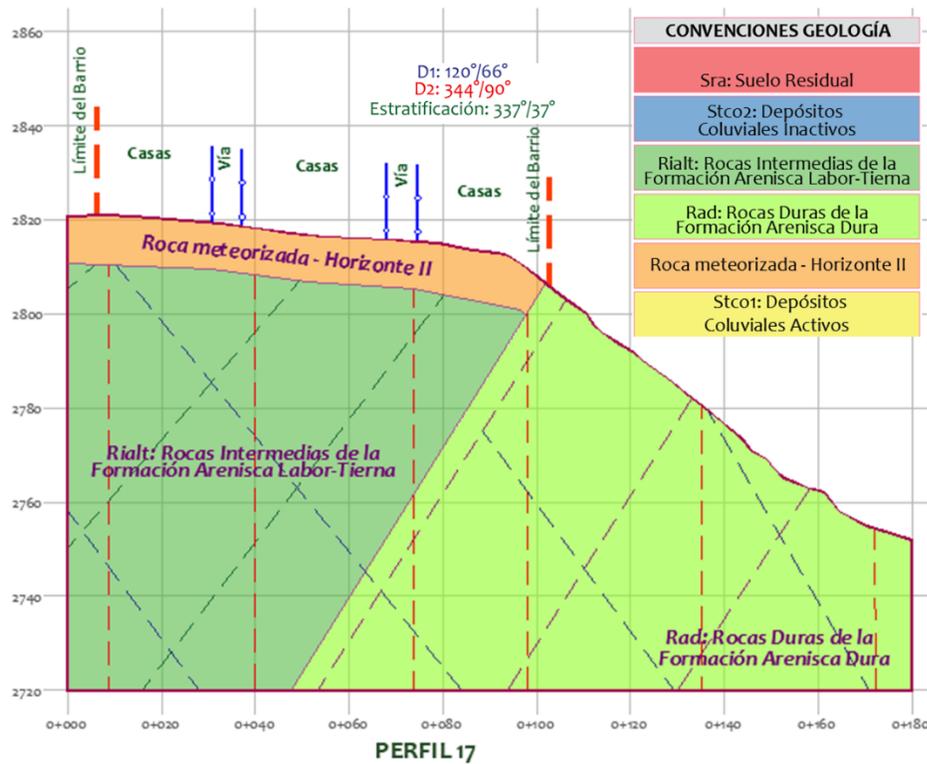


Figura 6.4. Perfiles de análisis del modelo Geológico Geotécnico.

6.1 Caracterización geomecánica de los estratos

Sobre las muestras obtenidas en la exploración directa fue posible realizar ensayos de clasificación, peso unitario, humedad y ensayos de resistencia los cuales fueron elaborados bajo las normas INVIAS 2013. Los ensayos de laboratorio fueron elaborados por el laboratorio GeoQuark Lab Laboratorio Especializado Suelos y Materiales SAS acreditado ante la ONAC.

De la Tabla 6.1 a la Tabla 6.5 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio realizados y los informes de los resultados de estos ensayos se encuentran en el Anexo D

Tabla 6.1. Ensayo de compresión simple en muestras suelo.

Ensayos en compresión simple en suelos (INV E -152-13)				
Perforación	Profundidad (m)	q _u (kPa)	Peso unitario (g/cm ³)	Su (kPa)
5	9,50 a 11,50	1193	1,95	596,5

Tabla 6.2. Ensayo de compresión simple en muestras de roca.

Ensayos en compresión simple en roca (Método ISRM-07)			
Perforación	Profundidad (m)	q_u (kPa)	Peso unitario (g/cm ³)
4	3,5 a 5,5	6581	2,13
4	5,5 a 7,50	11813	2,12
5	5,50 a 7,50	22192	2,3

Tabla 6.3. Ensayo de carga puntual en muestras en roca.

Ensayos de carga Puntual (Método ISRM-07)				
Perforación	Profundidad (m)	I_{50} MPa	q_u (kPa)	q_u (MPa)
4	9,50 a 11,50	0,78	15600	15,6
		1,24	24700	24,7
		2,31	46100	46,1
		0,32	6400	6,4

Tabla 6.4. Ensayos de corte directo en suelos.

Perforación	Profundidad	Cortes Directos (INV-154-13)		
		C (T/m ²)	ϕ (°)	γ (T/m ³)
1	0,00 a 0,50	0,9	14,31	1,97
1	5,0 a 5,50	2,7	34,19	1,97
1	11,00 a 11,50	3,5	15,76	2,1
2	0,50 a 1,00	2,5	23,6	1,974
2	3,50 a 4,00	0,9	31,75	2,2
2	7,50 a 8,00	0,9	20,07	1,83
2	11,50 a 12,00	5,1	20,8	2,07
2	15,50 a 16,00	0,6	21,65	2,1
3	0,5 a 1,00	1,2	35,89	1,73
3	5,50 a 7,00	9,7	15,55	1,96
4	0,50 a 1,00	16,3	44,78	2,1
5	0,50 a 1,00	0,3	49,68	2
5	13,0 a 13,50	5,5	27,55	2,1
AP-2	1,00 a 1,50	4,2	13,54	1,59
AP-2	0,50 a 1,50	2,6	20,33	1,61
AP - 1	0,5 a 1,50	1,6	23,12	1,58

Tabla 6.5. Ensayos de tracción indirecta.

Ensayo de Tracción indirecta (ASTM D3967 – 16)		
Perforación	Profundidad (m)	Resistencia Tracción (MPa)
4	3.5 a 5,5	2,52
4	5.50 a 7.5	2,19
5	5,50 a 7,5	4,43
Promedio		3,05

De los ensayos de carga puntual y compresión simple realizados en muestras de roca, se obtuvo un valor de resistencia a la compresión simple promedio igual a 19.1 MPa, cuyo valor según la clasificación RMR de Bieniawski (1989) corresponde a una resistencia baja. Así mismo, en el ensayo de tracción indirecta se obtiene un valor promedio de 3.05 MPa.

- **Correlación SPT**

Para las correlaciones con el ensayo de penetración estándar se utilizó la metodología propuesta por el Ingeniero Álvaro González¹, A continuación, se enuncian los pasos realizados para obtener los parámetros de resistencia de los materiales:

- El primer paso consiste en encontrar el N_{70} o número de golpes por pie corregido a una energía del 70% teniendo en cuenta el control ejercido durante el proceso de exploración y considerando que para una energía de 45% la corrección por el número de golpes es demasiado conservadora. A continuación, indica el proceso:

$$N'_i = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

N'_i : Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía i

C_N : Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático, σ'_v . Se evaluó con base en las propuestas de Peck, Seed, Meyerhoff-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Sedd-Isdriss, Schmertmann y González, cuidando siempre que este factor no resultara mayor que 2. Estos valores posteriormente se promediaron

1. Factor de corrección por eficiencia de energía transmitida del martillo al varillaje y

¹ González, A. (1999). **ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT.** X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia. SCI – SCG. Santafé de Bogotá D.C.

a la toma muestras.

2. Factor de corrección por longitud del varillaje
 3. Factor de corrección por presencia de revestimiento, debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1.0.
 4. Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 0,12 m, por lo cual el factor de corrección es 1.0
- Una vez obtenido N_{70} se calcula el valor del ángulo de fricción interna (ϕ) por la correlación de Kishida:

$$\phi = \sqrt{20 \times N_{70}} + 15$$

Aunque esta ecuación haya sido definida para suelos arenosos, se considera una buena aproximación para determinar el ángulo de fricción, sin embargo, se compara con los valores obtenidos con los ensayos de laboratorio.

- Siguiendo el criterio de falla de Mohr – Coulomb, se procede a calcular el valor correspondiente al esfuerzo cortante con una cohesión de cero (suponiendo que el ϕ hallando anteriormente es el ángulo de fricción efectivo).
- Se realiza una gráfica esfuerzo normal efectivo Vs esfuerzo cortante obteniendo de la correlación lineal los valores de c' y ϕ' .

Teniendo el total de los resultados (puntos de corte a diferentes esfuerzos normales) se puede determinar la línea de falla, obteniéndose así el ángulo de fricción efectivo y la cohesión efectiva del material.

A continuación, se describe los parámetros obtenidos para cada estrato teniendo en cuenta la metodología empleada en cada caso.

A partir de los ensayos de SPT realizados en campo y por medio de la metodología del Ingeniero Álvaro González se obtuvo parámetros de resistencia al corte de los materiales encontrados en campo, los cuales se muestran en la Figura 6.5 y en la Figura 6.6, así mismo el cálculo por la metodología del Ingeniero Álvaro González (1999) se encuentra en el Anexo C.

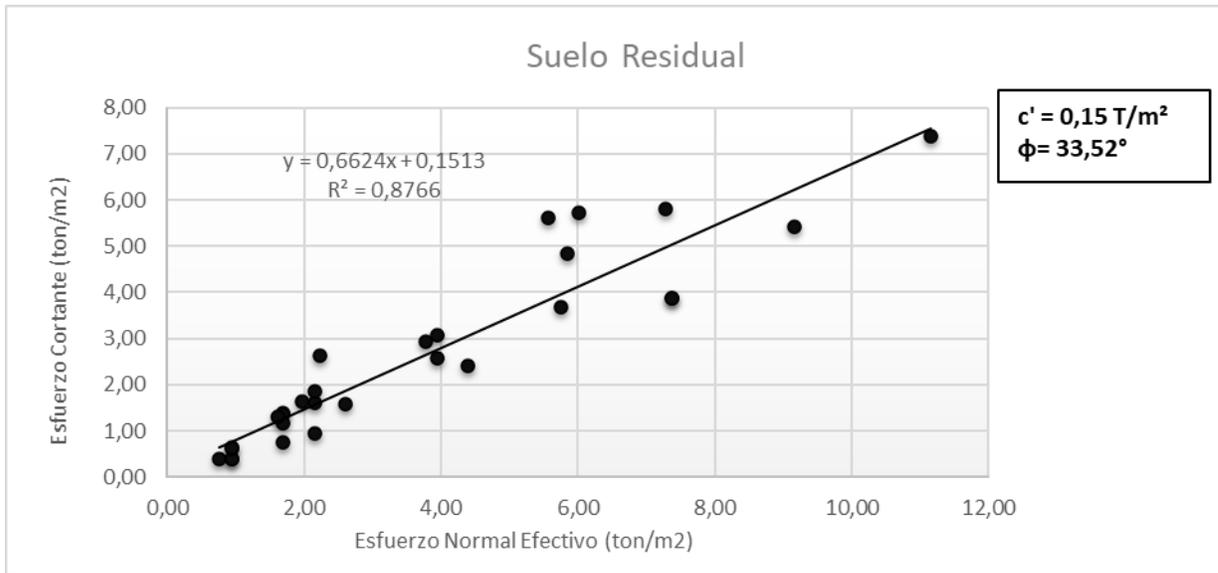


Figura 6.5. Parámetros de resistencia al corte obtenidos a partir de los ensayos SPT en campo en el Suelo residual.

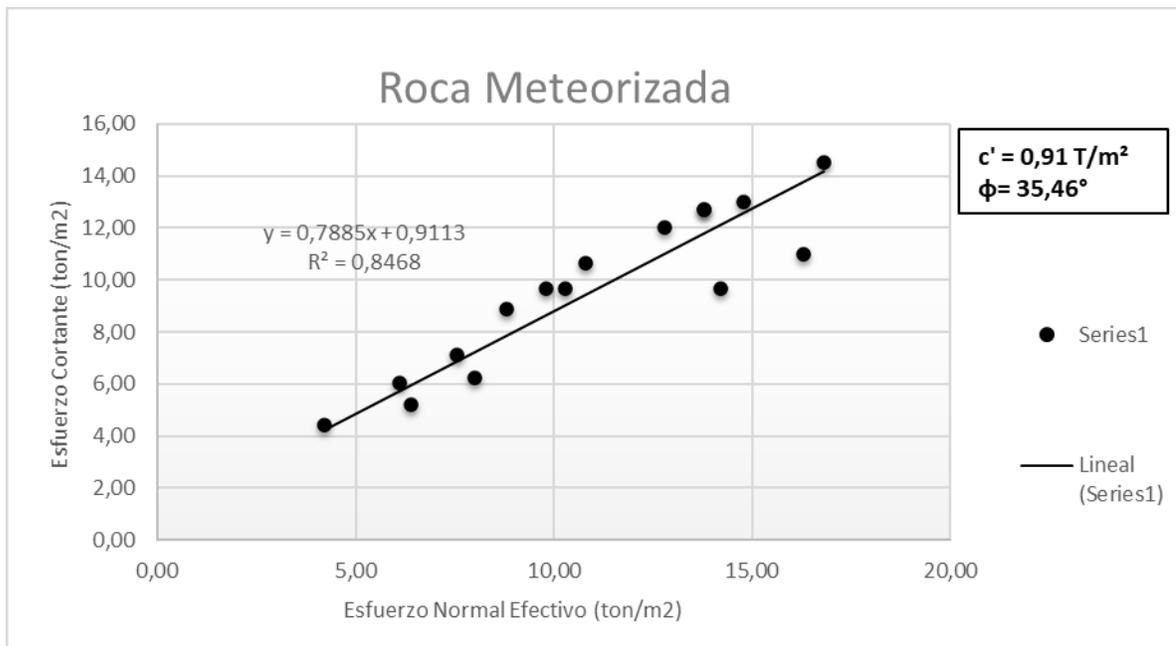


Figura 6.6. Parámetros de resistencia al corte obtenidos a partir de los ensayos SPT en campo en la Roca Meteorizada.

6.2 Parámetros geotécnicos utilizados en estudios anteriores

Según el estudio de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Soacha (Servicio Geológico Colombiano, 2012), se realizaron múltiples ensayos de clasificación, propiedades índice, cortes directos, compresión simple y análisis granulométrico de las diferentes unidades geológica encontradas, con los cuales se lograron determinar parámetros de resistencia para la realización de análisis de estabilidad.

Se decidió tomar los parámetros de resistencia determinados por el SGC e incluirlos como datos de entrada en el análisis estadístico. En la *Tabla 6.6* se muestran los parámetros geomecánicas utilizados en los análisis de estabilidad realizados por el Servicio Geológico Colombiano y que se tomarán como datos de referencia para este proyecto.

Tabla 6.6. Parámetros geomecánicas utilizados en los análisis de estabilidad del estudio de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Soacha (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

MATERIAL	C (T/m²)	φ (°)	γ (T/m³)
Stco i: Suelos coluviales	2,80	19,65	1,59
Qra: Relleno Antrópicos	9,14	10,20	1,97
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,05	21,80	1,70
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	1,20	31,20	2,50
Rdad: Fm Arenisca dura	2,20	34,60	2,20

De igual manera en el estudio de la evaluación de riesgo por movimientos en masa sector Altos de la Florida (Pontificia Universidad Javeriana -2019) se realiza una campaña exploratoria con la cual se recuperan muestras de suelo y se determinan los parámetros de resistencia de los estratos presentes en dicho sector. Debido a que este estudio fue realizado para el sector de Altos de la Florida, se tomaron los parámetros de resistencia adoptados para las unidades geológicas presentes en ambos sectores, es decir el suelo residual de la Formación Arenisca Labor Tierna (Sra) y para la Formación Arenisca Labor Tierna (Rialt). En la *Tabla 6.7* se muestran los parámetros geomecánicas utilizados en los análisis de estabilidad realizados por la Universidad Javeriana y que se tomarán como datos de referencia para este proyecto.

Tabla 6.7. *Parámetros geomecánicas tomados del estudio de la evaluación de riesgo por movimientos en masa sector Altos de la Florida (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).*

MATERIAL	C (T/m ²)	φ (°)	γ (T/m ³)
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,05	27,63	1,98
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	1,23	50,00	2,13

A pesar de que la Formación Arenisca dura no se encuentra dentro de la zona de estudio, sí está presente en el barrio el Oasis y los Robles al costado sur del barrio Mirador de Corinto, por lo cual para generar perfiles estratigráficos más completos también se toman en cuenta los valores adoptados para esta unidad del estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto de vivienda y obras de acueducto y alcantarillado del barrio el Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002).

Tabla 6.8. *Parámetros geomecánicas tomados del estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto de vivienda y obras de acueducto y alcantarillado del barrio el Oasis (Ingeniería y Geotecnia S.A.S, 2002)*

PARÁMETROS EN ESTUDIO DEL OASIS - SOACHA			
	C (T/m ²)	φ (°)	γ (T/m ³)
Rdad: Fm Arenisca dura	0,40	27,63	1,98

6.2.1 Caracterización del macizo rocoso

A partir de la caracterización de laboratorio realizada en cada una de las muestras extraídas se ha establecido el valor de propiedad índice, que nos permitirá establecer la susceptibilidad de la muestra a los cambios de humedad y su comportamiento desde el punto de vista geotécnico.

6.2.1.1 Arenisca Labor Tierna (Rialt)

Para la caracterización del macizo rocoso se hace uso de la metodología RMR de Bieniawski (1989), el cual clasifica el macizo rocoso utilizando 6 parámetros de análisis

- Resistencia a la compresión uniaxial de la roca
- Índice de calidad de la roca (RQD)
- Espaciado entre las discontinuidades
- Condición de las discontinuidades
- Condición de infiltraciones de agua
- Orientación de las discontinuidades

En la Tabla 6.9 se muestra la clasificación de la Arenisca Labor Tierna, los valores de RQD fueron los obtenidos en la exploración directa realizada sobre el barrio Mirador de Corinto; en cuanto al espaciamiento y las condiciones de las discontinuidades fueron obtenidos mediante mediciones efectuadas en campo y con la caracterización de la unidad geológica que realizó el Servicio Geológico Colombiano (2012).

Según la clasificación RMR con un valor de 31, la Formación Arenisca Labor Tierna corresponde a una roca de Clase IV o Roca Mala, siendo esta clasificación congruente con lo determinado por el estudio del Servicio Geológico Colombiano (2012).

Finalmente, para establecer la resistencia del macizo rocoso es necesario establecer los parámetros equivalentes del criterio Mohr – Coulomb y Hoek, sin embargo, la principal dificultad es que, al ser un criterio no lineal, los valores de ambos parámetros (c' y ϕ') no son constantes, sino que son función del valor del esfuerzo normal. Bieniawski propone las siguientes ecuaciones para el cálculo de los parámetros equivalentes.

A partir del RMR (Bieniawski, 1989):

$$c = 5RMR(KPa)$$

$$\phi = 5 + \frac{RMR}{2} (\text{deg})$$

Por lo tanto:

$$c = 5 RMR = 155 kPa$$

$$\phi = 5 + \frac{RMR}{2} = 20.5^\circ$$

Tabla 6.9. Clasificación Geomecánica para el Macizo Rocoso – RMR para la Arenisca Labor Tierna.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA PARA EL MACIZO ROCOSO - RMR					
ESTACIÓN No.	SECTOR:	LOCALIZACIÓN	NORTE:		
			ESTE:		
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN RMR		VALOR ESTUDIO	PUNTAJE REAL
		RANGO	VALOR		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		>200 Mpa	15		
		100 - 200 Mpa	12		
		50 - 100 Mpa	7		2
		25 - 50 Mpa	4		
		<25 Mpa	0 - 2	19	
2. RQD	Estimado en campo	90% - 100%	20		
		75% - 90%	17		
		50% - 75%	13		3
		25% - 50%	8		
		<25%	3	0	
3. ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES		>2m	20		
		0,6 - 2m	15		
		20 - 60cm	10	6-60	8
		0,6 - 20cm	8	6-61	
		<0,6cm	5		
4. CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES	Continuidad	<1m	6		
		1 - 3m	4		
		3 - 10m	2	4,5	2
		10 - 20m	1		
		>20m	0		
	Apertura	Cerrada	6		
		<0,1mm	5		
		0,1 - 1mm	4		0
		1 - 5mm	1		
	Rugosidad	>5mm	0		
		Muy Rugosa	6		
		Rugosa	5		
		Levemente Rugosa	3		3
		Suave	1		
	Relleno	Superficie de Fricción	0		
		Ninguno	6		
		Duro <5mm	4		
		Duro >5mm	2	5	2
		Blando <5mm	2		
		Blando >5mm	0		
Alteración de las Paredes	Fresca	6			
	Ligeramente	5			
	Moderada	3	1	1	
	Alta	1			
5. AGUA	Condiciones Generales	Descompuesta	0		
		Seca	15		
		Humeda	10		
		Mojada	7	10	10
		Goteo	4		
		Flujo (l/s)	0		
SUBTOTAL (1)					31
AJUSTE AL RANGO POR ORIENTACIÓN DE DISCONTINUIDADES PARA TALUDES	α d: rumbo diaclasa	$F1 = \alpha d - \alpha t$		0	0
	α t: rumbo talud	$F2 = \beta d$			
	β d: buzamiento diaclasa	$F3 = \beta d - \beta t$			
	β t: buzamiento talud	AJUSTE = $F1 \times F2 \times F3$	0		
SUBTOTAL (2)					0
PUNTAJE TOTAL (1)+(2)					31
CLASE DE MACIZO ROCOSO	Roca muy Buena	100 - 81	Clase I	IV	
	Roca Buena	80 - 61	Clase II		
	Roca Regular	60 - 41	Clase III		
	Roca Mala	40 - 21	Clase IV		
	Roca muy Mala	<21	Clase V		

Otra forma de clasificar el macizo rocoso es por la metodología de GSI en la cual se prevé el uso de la envolvente generalizada de Hoek como criterio de resistencia para ese material:

$$\sigma' = \sigma'_3 + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

Aquí, σ' es el esfuerzo principal mayor de confinamiento, σ'_3 es el esfuerzo principal menor de confinamiento, y σ_{ci} es la resistencia a la compresión del material rocoso obtenida en ensayos de compresión simple, ensayos de carga puntual, ensayos de velocidad de onda, pruebas con esclerómetro, entre otros; para el caso específico de este estudio, se realizaron pruebas de compresión simple. El coeficiente m_b es un valor reducido de la constante de material m_i la cual depende del origen y composición de la roca, se estima de la siguiente manera:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

El factor D se determina a partir del grado de perturbación o alteración del macizo rocoso al estar expuesto a excavaciones, o voladuras, lo que conduce a una relajación de esfuerzos en el macizo. Este valor varía entre 0 y 1. Por su parte, el parámetro S se estima como:

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

El parámetro a se estima mediante la expresión:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

Y para obtener los parámetros de resistencia en términos de ángulo de fricción y cohesión se utilizan las siguientes expresiones.

$$\phi' = \sin^{-1} \left[\frac{6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}} \right]$$

$$c' = \frac{\sigma_{ci} \left[(1+2a)s + (1-a)m_b \sigma'_{3n} \right] (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \left(6am_b (s + m_b \sigma'_{3n})^{a-1} \right) / ((1+a)(2+a))}}$$

Para el cálculo de los parámetros mediante el GSI se recurre al programa RocData V4.0 de Rocscience®, que dentro de su algoritmo permite ingresar datos de entrada como la resistencia a la compresión del material, GSI, entre otros. En la *Tabla 6.10* se presentan los datos de entrada que requiere el programa RocData para determinar los parámetros de resistencia del material y en la *Figura 6.8* se muestran los resultados obtenidos.

El GSI es el valor que se le asigna al macizo según las condiciones presentes en la superficie del macizo, el nivel de alteración, meteorización, fracturamiento y la disposición de las discontinuidades, para este caso se le asignó un valor de 20 según lo encontrado en los afloramientos rocosos como se observa en la *Figura 6.7*. En cuanto al valor de m_i se calculó teniendo en cuenta los ensayos de compresión simple y tracción indirecta con los cuales se obtuvo un valor de 6.17.

Tabla 6.10. Parámetros base Unidad de Roca Formación Arenisca Labor Tierna.

Material	Arenisca
Resistencia a la compresión σ_{ci} (Mpa)*	19
GSI	20
Mi	6.17
D	0,1

Rock Type: <input type="text" value="General"/>		SURFACE CONDITIONS				
		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection: <input type="text" value="20"/> <input type="button" value="OK"/>						
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90	80	70	N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70	60		
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets	70	60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity	60	50	40		20
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces	50	40	30	20	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

Figura 6.7. Clasificación de la Formación Arenisca Labor Tierna a partir de la metodología del GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002).

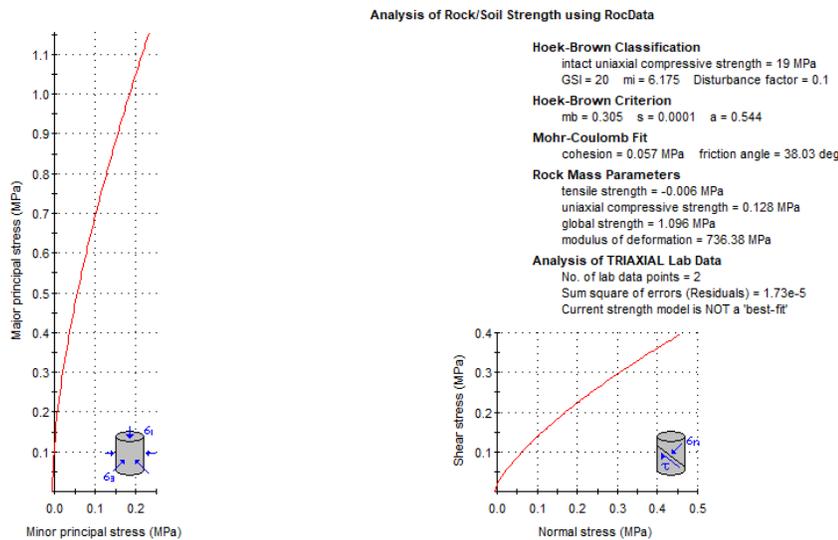


Figura 6.8. Parámetros de resistencia del macizo rocoso de la Formación arenisca labor tierna a partir del criterio GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002)

6.2.1.2 Arenisca Dura (Rad)

Para la caracterización de la Formación Arenisca Dura se realiza el mismo procedimiento que se mostró anteriormente, con la diferencia que los datos de entrada necesarios para la clasificación fueron obtenidos a partir del estudio de zonificación geomecánica y de amenaza por movimientos en masa del municipio de Soacha elaborado por el Servicio Geológico Colombiano (2012).

Este estudio caracteriza a la Arenisca Dura como rocas duras, de resistencia alta a muy alta (Resistencia a la compresión uniaxial ente 100 -250 MPa según la clasificación geomecánica RMR de Bieniawski (1972 y 1973)), de estratificación gruesa (Estratos mayores a 300-100 cm). Adicionalmente, se describe como una roca poco Fracturada a masiva (espaciamiento >200-250 cm) con un índice de fracturamiento bajo ($J_v < 4-5 \text{ fr/m}^3$) y un índice de resistencia geológico bueno a muy bueno ($GSI > 60$). La *Tabla 6.11* muestra la clasificación por la metodología RMR de Bieniawski para la Arenisca Dura.

Tabla 6.11. Clasificación Geomecánica para el Macizo Rocoso – RMR para la Arenisca Dura.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA PARA EL MACIZO ROCOSO - RMR					
ESTACIÓN No.	SECTOR:	LOCALIZACIÓN	NORTE:		
			ESTE:		
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN RMR		VALOR ESTUDIO	PUNTAJE REAL
		RANGO	VALOR		
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		>200 Mpa	15		
		100 - 200 Mpa	12		12
		50 - 100 Mpa	7		
		25 - 50 Mpa	4		
		<25 Mpa	0 - 2		
2. RQD	Estimado en campo	90% - 100%	20		
		75% - 90%	17		
		50% - 75%	13		13
		25% - 50%	8		
		<25%	3		
3. ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES		>2m	20		
		0,6 - 2m	15		
		20 - 60cm	10		15
		0,6 - 20cm	8		
		<0,6cm	5		
4. CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES	Continuidad	<1m	6		
		1 - 3m	4		
		3 - 10m	2		4
		10 - 20m	1		
		>20m	0		
	Apertura	Cerrada	6		
		<0,1mm	5		
		0,1 - 1mm	4		4
		1 - 5mm	1		
		>5mm	0		
	Rugosidad	Muy Rugosa	6		
		Rugosa	5		
		Levemente Rugosa	3		3
		Suave	1		
		Superficie de Fricción	0		
	Relleno	Ninguno	6		
		Duro <5mm	4		
		Duro >5mm	2		4
		Blando <5mm	2		
		Blando >5mm	0		
Alteración de las Paredes	Fresca	6			
	Ligeramente	5			
	Moderada	3		3	
	Alta	1			
	Descompuesta	0			
5. AGUA	Condiciones Generales	Seca	15		
		Humeda	10		
		Mojada	7	10	10
		Goteo	4		
		Flujo (l/s)	0		
SUBTOTAL (1)					68
AJUSTE AL RANGO POR ORIENTACIÓN DE DISCONTINUIDADES PARA TALUDES	αd : rumbo diaclasa	$F1 = \alpha d - \alpha t$		0	0
	αt : rumbo talud	$F2 = \beta d$			
	βd : buzamiento diaclasa	$F3 = \beta d - \beta t$			
	βt : buzamiento talud	AJUSTE = $F1 \times F2 \times F3$	0		
SUBTOTAL (2)					0
PUNTAJE TOTAL (1)+(2)					68
CLASE DE MACIZO ROCOSO	Roca muy Buena	100 - 81	Clase I	II	
	Roca Buena	80 - 61	Clase II		
	Roca Regular	60 - 41	Clase III		
	Roca Mala	40 - 21	Clase IV		
	Roca muy Mala	<21	Clase V		

Según la clasificación RMR, la Formación Arenisca Dura corresponde a una roca de Clase II o Roca Buena, siendo esta clasificación congruente con lo determinado por el estudio del Servicio Geológico Colombiano (2012).

Finalmente, para establecer la resistencia del macizo rocoso es necesario establecer los parámetros equivalentes del criterio Mohr – Coulomb y Hoek, sin embargo, la principal dificultad es que, al ser un criterio no lineal, los valores de ambos parámetros (C' y ϕ') no son constantes, sino que son función del valor del esfuerzo normal. Bieniawski (1989) propone las siguientes ecuaciones para el cálculo de los parámetros equivalentes.

Por lo tanto:

$$c = 5 RMR = 340 \text{ kPa}$$

$$\phi = 5 + \frac{RMR}{2} = 39^\circ$$

Para el cálculo de los parámetros mediante el GSI se recurre al programa RocData V4.0 de Rocscience®, que dentro de su algoritmo permite ingresar parámetros de entrada como la resistencia a la compresión del material, GSI, entre otros. En la Tabla 6.12 se presentan los parámetros de entrada que requiere el programa RocData para determinar los parámetros de resistencia del material, de los cuales el valor del GSI se tomó de la descripción litológica del estudio del Servicio Geológico Colombiano (2012) y el resto de los valores se tomó según los valores recomendados por Hoek en el programa, en la *Figura 6.9* se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 6.12. Parámetros base Unidad de Roca Formación Arenisca Dura.

Material	Arenisca
Resistencia a la compresión σ_{ci} (Mpa)*	175
RMR	68
GSI	60
Mi	17
D	0,1

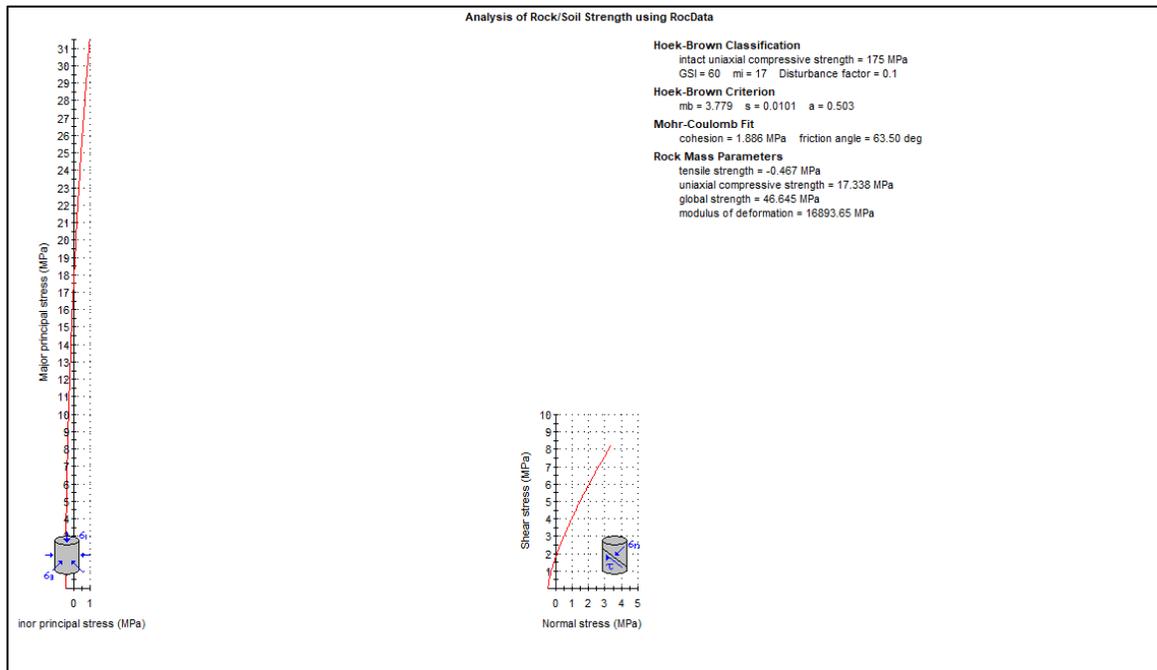


Figura 6.9. Parámetros de resistencia del macizo rocoso de la Formación Arenisca labor tierna a partir del criterio GSI (Hoek, Carranza Torres, & Corkum, 2002).

6.2.2 Parámetros de resistencia adoptados para el análisis

Tal como se mencionó en la metodología descrita, debido a que la determinación de la amenaza se realizará a partir de las probabilidades de falla calculadas por el programa Slide por el método de Montecarlo para los diferentes escenarios que combinan las diferentes condiciones de lluvia y sismo para varios periodos de retorno, los parámetros de resistencia que se introducen al programa Slide de cada material o unidad geológica tienen que estar expresados en valores medios con sus respectivos valores de desviación estándar y a partir de este se calcula el coeficiente de variación de cada variable aleatoria.

Debido a la gran variabilidad de los resultados en los ensayos de corte directo realizados en el suelo residual y a que se obtuvieron cohesiones muy diferentes, se identificaron los datos atípicos de los valores de Cohesión obtenidos de los ensayos de corte directo, en este análisis se incluyeron los valores de cohesión determinadas en los otros estudios con el fin de obtener un muestreo mayor.

Este análisis se realizó determinando la mediana (Mediana = 1.12), el cuantil uno ($Q_1=0.9$), el cuantil tres ($Q_3=3.1$), y el rango intercuartil que es igual a 2.2. Los valores atípicos se identifican al evaluar si se encuentran o no dentro de los límites internos y externos, los cuales se determinaron sumando y restando a la mediana 1.5 veces el rango intercuartil. Este análisis se resume con la gráfica de caja y bigotes que se muestra en la Figura 6.10, donde se observa que los valores de cohesión obtenidos de la perforación 3 y 4 a profundidades de 5.5 m a 7.0 m y 0.5 m a 1.0 m respectivamente (9.7 T/m^2 y 16.3 T/m^2), se encuentran por fuera de los límites, por lo tanto estos valores se descartaron del análisis y no se toman en cuenta.

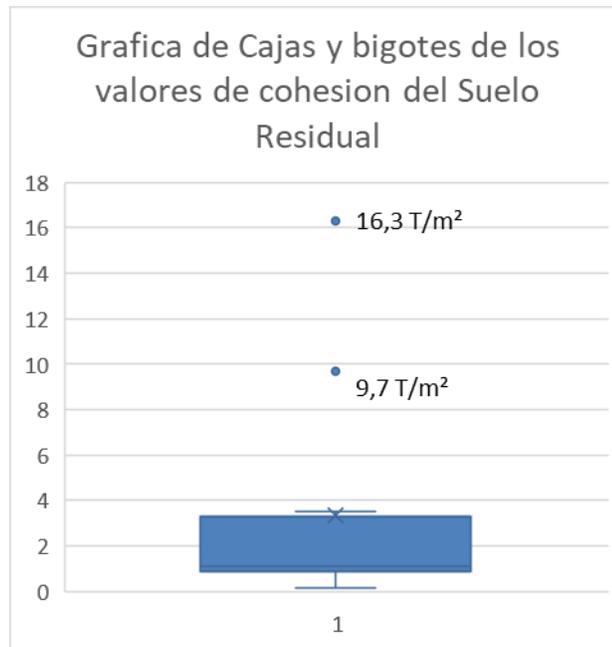


Figura 6.10. Grafica de caja y Bigotes de los valores de cohesión del suelo residual de la Formación Arenisca Labor Tierna.

Por lo cual, para la determinación de los valores medios y desviaciones estándar de cada unidad Geológica se utilizó toda la información de parámetros de resistencia recopilada con ensayos de corte directo, correlaciones de SPT y valores de resistencia al corte de estudios aledaños y cercanos. Los resultados de este análisis estadístico se resumen en la *Tabla 6.13*.

Tabla 6.13. Tabla resumen de parámetros medios y desviaciones estándar para cada uno de los estratos que se encuentran en el barrio Mirador de Corinto.

Promedios			
	C (T/m²)	φ (°)	γ (T/m³)
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,4	29,0	2,0
Stco i: Suelos coluviales	2,8	19,2	1,6
Roca Meteorizada	2,6	25,1	2,0
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	7,4	30,5	2,3
Rdad: Fm Arenisca dura	56,30	41,10	2,09
Desviación estándar			
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,0	11,5	0,1
Stco i: Suelos coluviales	0,93	3,52	0,01
Roca Meteorizada	2,2	5,8	0,1
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	5,9	12,9	0,2
Rdad: Fm Arenisca dura	77,5	13,4	0.1
Coefficiente de variación			
Sra - Rialt: Suelo Residual	73%	40%	6%
Stco i: Suelos coluviales	33%	18%	1%
Roca Meteorizada	85%	23%	5%
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	80%	42%	8%
Rdad: Fm Arenisca dura	138%	33%	5%

Debido a los procesos existentes activos identificados sobre la zona de la Quebrada, se realizó una calibración de los parámetros de los depósitos Coluviales Activos (Stco1) y de los Suelos Residuales (Sra-Rialt) sobre el perfil 11 y 13 mediante retrocálculo para obtener un F.S igual a 1,0 con agua extrema y sin sismo, ver *Figura 6.11* y *Figura 6.12*.

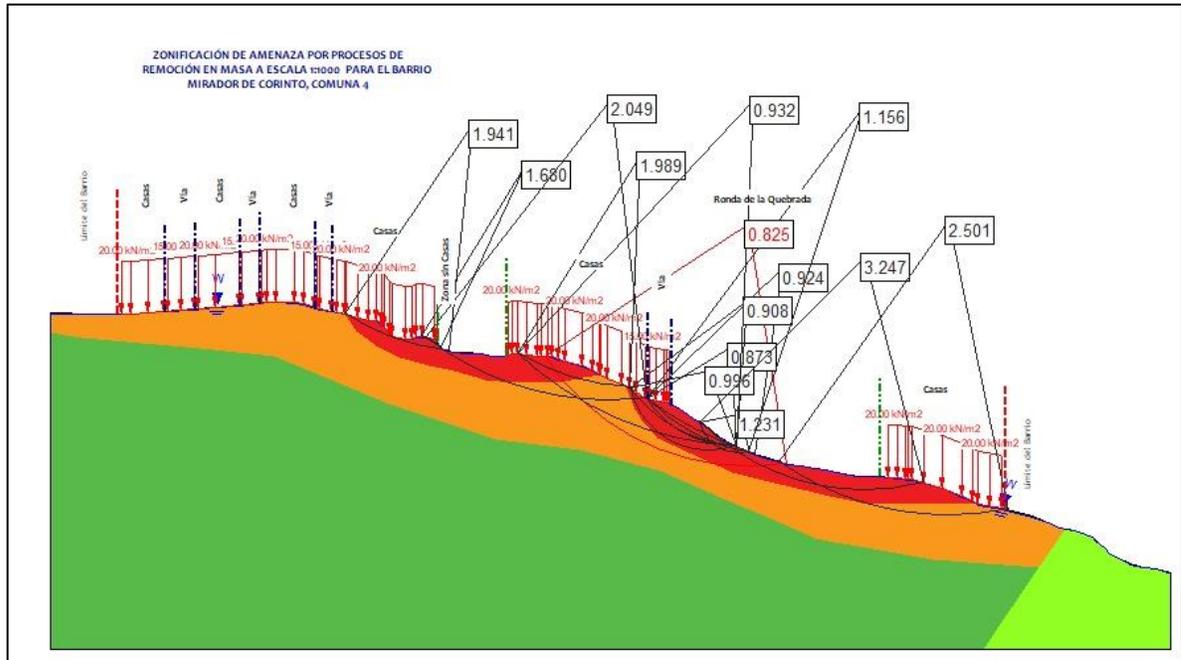


Figura 6.11. Análisis por retro cálculo para el suelo residual en el perfil 11.

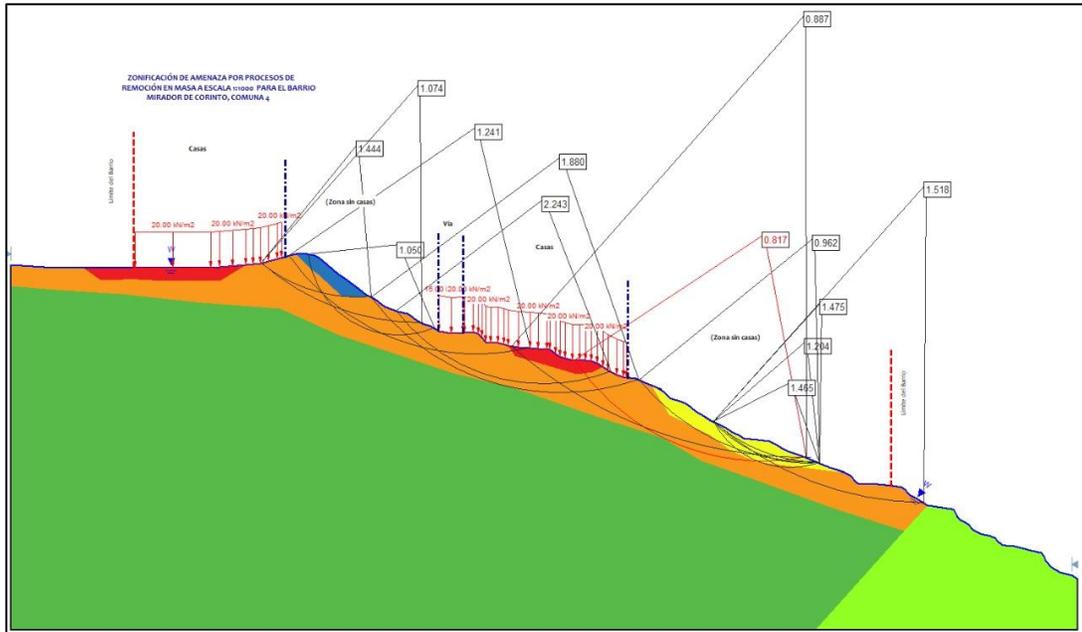


Figura 6.12. Análisis por retro cálculo para el suelo coluvial activo en el perfil 13.

El resultado del retrocálculo se muestra en la *Tabla 6.14*.

Tabla 6.14. Resumen de parámetros y valores estadísticos para cada uno de los estratos para los análisis sobre el barrio Mirador de Corinto.

Promedios			
	C (T/m²)	φ (°)	γ (T/m³)
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,2	32,0	2,0
Stco 1: Suelos coluviales activos	1.1	18.0	1.6
Stco 2: Suelos coluviales inactivos	2,8	19,2	1,6
Roca Meteorizada	2,6	25,1	2,0
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	7,4	30,5	2,3
Rdad: Fm Arenisca dura	56,30	41,10	2,09
Desviación estándar			
Sra - Rialt: Suelo Residual	1,0	11,5	0,1
Stco 1: Suelos coluviales activos	0,93	3,52	0,01
Stco 2: Suelos coluviales inactivos	0,93	3,52	0,01
Roca Meteorizada	2,2	5,8	0,1
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	5,9	12,9	0,2
Rdad: Fm Arenisca dura	77,5	13,4	0.1
Coefficiente de variación			
Sra - Rialt: Suelo Residual	73%	40%	6%
Stco 1: Suelos coluviales activos	33%	18%	1%
Stco 2: Suelos coluviales inactivos	33%	18%	1%
Roca Meteorizada	85%	23%	5%
Rialt: Fm Arenisca labor tierna	80%	42%	8%
Rdad: Fm Arenisca dura	138%	33%	5%

Según el análisis del cambio del nivel freático (sección 3.5.1) se determinó que los escenarios de la variación del nivel freático son los siguientes:

Tabla 6.15. Escenarios de variación de nivel freático evaluados.

Periodo de retorno lluvia	Probabilidad anual de ocurrencia	Profundidad Nivel Freático (m)
2,33	0,429	0,91
5	0,200	0,69
10	0,100	0,55
20	0,050	0,42
50	0,020	0,29
100	0,010	0,19

Adicionalmente, los coeficientes de aceleración sísmica presentes en la zona de estudio son los determinados por el SGC y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6.16. Escenarios sísmicos evaluados.

Periodo de retorno (años)	Probabilidad anual de excedencia	Aceleración de análisis (g)
0	1,0000	0,000
31	0,0317	0,032
225	0,0044	0,104
475	0,0021	0,152
975	0,0010	0,216

7 Análisis de estabilidad y clasificación de amenaza

La metodología de evaluación de amenaza a escala detallada, desarrollada por el SGC (2015), evalúa la amenaza a partir del índice de confiabilidad o de la probabilidad total de falla, para lo cual se hace el análisis de estabilidad en diferentes escenarios de lluvia y sismo. Para cada escenario de análisis se calcula la probabilidad de falla y posteriormente se multiplica por la probabilidad anual de la lluvia asociada con el nivel freático y por la probabilidad anual de sismo, para así obtener la probabilidad anual de falla dado el aumento del nivel freático y dado el sismo. Luego se calcula una probabilidad de falla total anual al combinar todas las probabilidades de falla de los diferentes escenarios utilizados.

Para los diferentes escenarios de lluvia, se calculó la profundidad del nivel freático, siguiendo los lineamientos de la guía metodológica (Servicio Geológico Colombiano, 2015), tal como se explicó en el numeral 3.5.1, en el cual se puede observar que para los diferentes periodos de retorno la diferencia en la posición del nivel freático varía muy poco. Para la generación del nivel freático a lo largo de todo el perfil, se graficó una línea paralela a la superficie del terreno con una profundidad igual a la del nivel freático crítico. Esta línea de nivel freático se suavizó para evitar condiciones de flujo irreales.

Los análisis se realizaron mediante el Software SLIDE 6.0 de Rocscience, el cual determina la superficie de falla crítica con menor factor de seguridad (F.S) y a esta se le determina la probabilidad de falla teniendo en cuenta los valores medios y desviaciones estándar de los parámetros de resistencia de los materiales por el método de Montecarlo (Ang & Tang, 1984).

Para cada modelación se efectuaron 1000 corridas en las cuales se calcula el factor de seguridad variando la cohesión y el ángulo de fricción. En total se efectuaron alrededor de 1800 modelaciones. Ya identificadas las superficies de falla críticas, se calcula la amenaza como la probabilidad de falla total cuando el factor de seguridad es igual o menor a uno dado el sismo y dado el nivel freático, lo anterior se representa con la siguiente ecuación.

$$P_{fTotal} = P(F.S \leq 1 | k | h_w) * P(k) * P(hw)$$

Donde:

$P(F.S \leq 1 | k | h_w)$: Probabilidad de que se obtenga un F.S menor a 1.0 dado el sismo y dado el nivel de agua, la cual se calcula con el software mediante la simulación de Montecarlo.

$P(hw)$: Probabilidad de que se genere ese nivel de agua.

$$P(hw) = \left[1 - \left(1 - \frac{1}{Tr_{N.F}} \right)^L \right]$$

L= 1 año

$$P(hw) = \frac{1}{Tr}$$

$P(k)$: Probabilidad de que se genere el sismo

$$P_{exc}(k) = 1 - e^{-\left(\frac{1}{Tr_{sismo}}\right)}$$

Y la probabilidad total anual será la productora de todas las probabilidades halladas.

$$P_{total} = 1 - \prod_{n=1}^{30} (1 - P_{f_i})$$

En total para cada sección de análisis se tienen 30 escenarios, producto de las combinaciones de lluvia y sismo; para cada escenario se tienen una probabilidad de falla para cada sector de la sección transversal.

Debido a que los parámetros de resistencia pueden tomar valores iguales o superiores a cero, se deben restringir los valores de resistencia que toma el programa, por lo cual al ingresar las desviaciones estándar, se ajustaron los valores de relativo mínimo con el fin que el programa tomara como menor valor de cohesión o de ángulo de fricción un valor igual a cero, este proceso solo se realizó en los casos que la desviación estándar fuera tan grande que al variar la media los valores de resistencia (C' y ϕ') dieran inferiores a cero.

Adicionalmente, para la cohesión se utilizó como función de distribución lognormal, debido a que como este parámetro no toma valores negativos la distribución estará sesgada hacia la izquierda tal como lo es una distribución lognormal.

#	Material Name	Property	Distribution	Mean	Std. Dev.	Rel. Min	Rel. Max
1	Sra: Suelo Residual	Cohesion	Lognormal	12	10	12	30
2	Sra: Suelo Residual	Phi	Normal	32	11.5	32	34.5
3	Stco2: Depósitos Coluviales Inactivos	Phi	Normal	19.2	3.52	10.56	10.56
4	Stco2: Depósitos Coluviales Inactivos	Cohesion	Lognormal	28	9.3	27.9	27.9
5	Roca Meteorizada - Horizonte II	Phi	Normal	25	5.8	17.4	17.4
6	Roca Meteorizada - Horizonte II	Cohesion	Lognormal	26	22	26	66
7	Rialt: Rocas Intermedias de la Formación Arenisca labor-Tiern.	Phi	Normal	31	12.9	31	38.7
8	Rialt: Rocas Intermedias de la Formación Arenisca labor-Tiern.	Cohesion	Lognormal	74	59	74	177
9	Rad: Rocas Duras de la Formación Arenisca Dura	Cohesion	Lognormal	563	775	563	2325
10	Rad: Rocas Duras de la Formación Arenisca Dura	Phi	Normal	41	13.4	40.2	40.2
11	Stoc1: Depósitos Coluviales Activos	Cohesion	Lognormal	11	9.3	11	27.9
12	Stoc1: Depósitos Coluviales Activos	Phi	Normal	18	3.52	10.56	10.56

Figura 7.1. Asignación de propiedades mecánicas a las diferentes unidades geotécnicas que componen los perfiles geotécnicos de análisis.

Con fines de zonificación, debido a que cada sección de análisis corta zonas con diferentes pendientes y unidades geotécnicas, en cada sección se realizaron tres análisis, uno para la parte alta de la sección, otro para la parte media y finalmente uno para la parte baja. Dadas las características de la zona de estudio y que según el análisis multitemporal, el análisis de antecedentes y los demás estudios básicos efectuados, los procesos que se presentan en la zona de estudio son superficiales, los análisis se concentraron en las zonas de depósitos coluviales (activos e inactivos) y en las zonas de suelo residual. Para hacer estas modelaciones en el software Slide ® se modificaron los límites de modelación como se muestra de ejemplo en la Figura 7.2 para la sección 1.

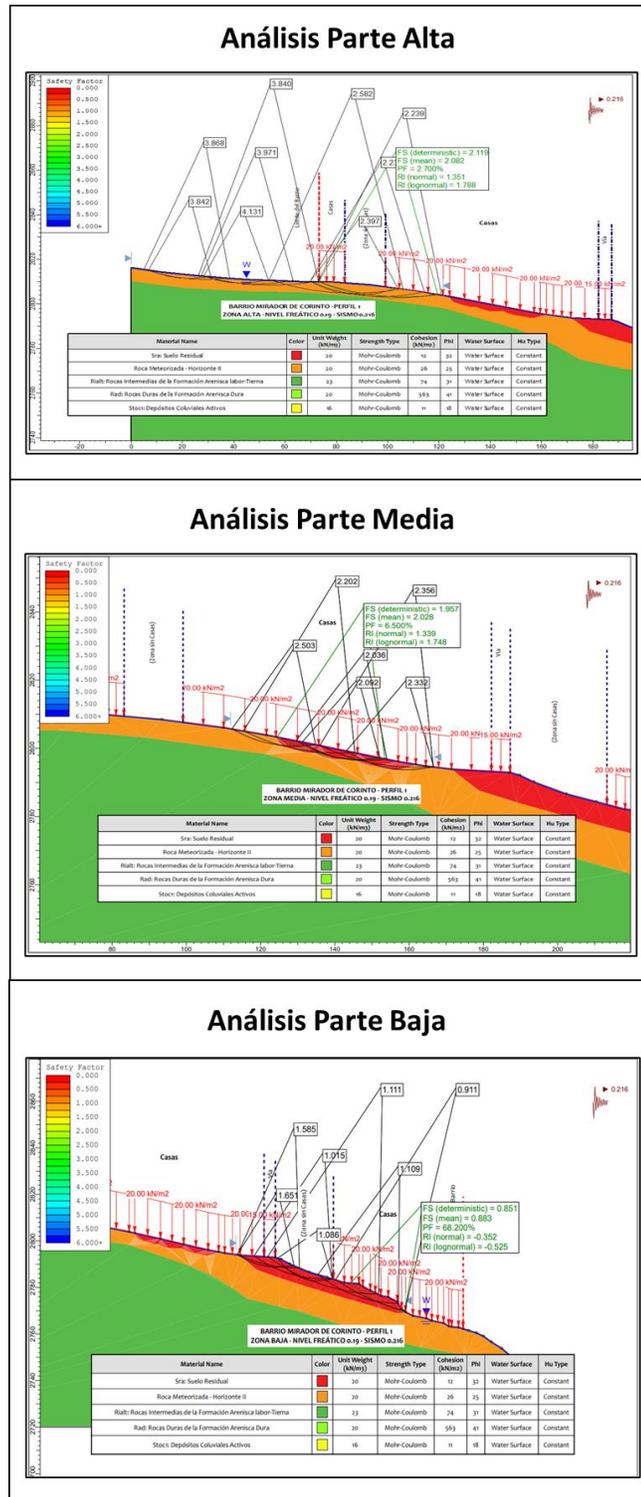


Figura 7.2. Esquema de ejemplo de los límites de análisis para condición parta alta, parte media y baja de la sección 1.

Según la guía metodológica (Servicio Geológico Colombiano , 2015), la amenaza se debe determinar combinando las condiciones de agua - sismo y determinar la probabilidad de falla total anual. Siguiendo la metodología del Servicio Geológico Colombiano, el criterio que se utiliza para la zonificación de amenaza es el que se muestra en la Tabla 7.1

Tabla 7.1. Zonificación detallada de amenaza según la probabilidad de falla anual (Servicio Geológico Colombiano , 2015).

Probabilidad de Falla Anual	Probabilidad de Falla Anual %	Amenaza
<0.001	<0.1%	BAJA
0.001 -0.16	0.1%-16%	MEDIA
>0.16	>16%	ALTA

Adicionalmente, con el fin de efectuar la zonificación de amenaza con los mismos criterios usados en el estudio de Altos de la Florida, se zonificó la amenaza según el criterio de dicho estudio el cual se muestra Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Criterios de zonificación de la amenaza según el estudio de Altos de la Florida, Soacha (Pontificia Universidad Javeriana, 2019).

Probabilidad de Falla Anual	Probabilidad de Falla Anual %	Índice de confiabilidad	Amenaza
<0.001	<0.1%	>3	BAJA
0.001 -0.01	0.1%-1%	2.3-3.0	MEDIA
>0.01	>1%	<2.3	ALTA

Adicionalmente, en las zonas en donde se encontraron afloramientos de bloques de roca del macizo, se realizó un análisis de caída de bloques para determinar las distancias máximas de viaje de los posibles bloques de rocas que se desprenderían de la ladera.

Se determinó que los bloques tienen tamaños máximos de 1.0 X1.0X1.0 m, con volúmenes cercanos a 1 m³ y un peso total de 2.2 T, con una velocidad inicial de 2.0 m/s en las condiciones con sismo extremo. En las condiciones estáticas se considerará para los cálculos una velocidad inicial de 0.1 m/s. Para estos análisis se usó las secciones perpendiculares a la topografía del terreno por donde se presentaban los afloramientos de bloques de roca.

7.1 Resultados de las modelaciones en condición actual y zonificación de amenaza según metodología del Servicio Geológico Colombiano

En este numeral se presenta un resumen de los resultados de las modelaciones y de las Probabilidades totales de Falla anual de cada perfil con las cuales se definieron los niveles de amenaza siguiendo la metodología y clasificación del Servicio Geológico Colombiano (Tabla 7.1). Así mismo, se muestra el resultado de los análisis de estabilidad obtenidos en cada zona de cada perfil en las diferentes condiciones de lluvia y sismo que se definieron en la sección 6.2.2.

Cabe resaltar que los valores que se presentan en las siguientes tablas, se obtuvieron de los análisis de estabilidad realizados en Slide cuyo resultado se encuentra en el Anexo E y el cálculo de las probabilidades se determinó según lo explicado en la sección 7. La definición de los términos de cada columna de la tabla son los siguientes.

P(hw): Probabilidad de que se genere ese nivel de agua.	F.S det: Factor de seguridad determinístico
P(k): Probabilidad de que se genere el sismo.	F.S mean: Factor de seguridad medio
P (F. S<1): Probabilidad de que se obtenga un F.S	Pf: Probabilidad de falla menor a 1.0 dado el sismo y dado el nivel de agua.
PTotal: Probabilidad Total de falla anual	

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,91	6,81	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,47	5,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,71	3,66	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,01	3,05	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,50%	2,47	2,43	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,79	6,69	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,37	5,29	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,65	3,59	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,00	2,95	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,43	2,39	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,71	6,60	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,31	5,22	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,60	3,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,97	2,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,90%	2,40	2,36	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	6,64	6,53	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,25	5,16	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,56	3,50	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,93	2,88	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,37	2,33	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	6,56	6,44	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	5,19	5,10	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	3,52	3,46	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,90	2,85	0,00%	100%			
		975	0,10%	1,20%	2,34	2,30	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	6,50	6,38	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	5,14	5,05	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	3,49	3,43	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,87	2,82	0,00%	100%			
		975	0,10%	1,40%	2,32	2,28	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	4,26	4,23	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,00%	3,51	3,48	0,00%	100%			
975	0,10%	0,10%	2,83	2,81	0,00%	100%					
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,30%	3,60	3,73	0,13%	100%	0,3%	MEDIA

PERFIL 1												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			31	3,17%	0,40%	3,29	3,41	0,01%	100%	37,2%	ALTA	
			225	0,44%	0,70%	2,74	2,84	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,1%	2,47	2,55	0,00%	100%			
			975	0,10%	2,9%	2,17	2,25	0,00%	100%			
	5	20%	Sin sismo	100%	0,4%	3,50	3,63	0,08%	100%			
			31	3,17%	0,4%	3,20	3,31	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,8%	2,67	2,76	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,3%	2,40	2,48	0,00%	100%			
	10	10%	Sin sismo	100%	0,4%	3,44	3,55	0,04%	100%			
			31	3,17%	0,5%	3,14	3,24	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,9%	2,62	2,70	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,5%	2,35	2,43	0,00%	100%			
	20	5%	Sin sismo	100%	0,40%	3,37	3,48	0,02%	100%			
			31	3,17%	0,50%	3,08	3,18	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,90%	2,57	2,65	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,60%	2,31	2,38	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,40%	3,31	3,41	0,01%	100%			
			31	3,17%	0,50%	3,02	3,11	0,00%	100%			
			225	0,44%	2,10%	2,52	2,61	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,80%	2,26	2,35	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,40%	3,26	3,36	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,90%	2,97	3,08	0,00%	100%			
			225	0,44%	2,20%	2,48	2,57	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,90%	2,23	2,31	0,00%	100%			
			975	0,10%	6,50%	1,957	2,03	0,00%	100%			
			975	0,10%	1,40%	2,47	2,57	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	51,00%	1,09	1,89	21,89%			78%
				31	3,17%	49,50%	1,08	1,09	0,67%			99%
225				0,44%	51,60%	1,06	1,07	0,10%	100%			
475				0,21%	52,80%	1,05	1,06	0,05%	100%			
975				0,10%	53,80%	0,97	1,01	0,02%	100%			

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	Sin sismo	100%	51,00%	1,09	1,09	10,20%	90%		
			31	3,17%	49,50%	1,08	1,09	0,31%	100%		
			225	0,44%	51,00%	1,05	1,07	0,05%	100%		
			475	0,21%	50,30%	1,01	1,05	0,02%	100%		
			975	0,10%	59,00%	0,92	0,96	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	49,40%	1,07	1,09	4,94%	95%		
			31	3,17%	50,40%	1,06	1,08	0,16%	100%		
			225	0,44%	52,80%	1,03	1,05	0,02%	100%		
			475	0,21%	52,80%	0,99	1,02	0,01%	100%		
			975	0,10%	61,60%	0,90	0,94	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	51,70%	1,05	1,06	2,59%	97%		
			31	3,17%	52,50%	1,04	1,05	0,08%	100%		
			225	0,44%	56,10%	1,01	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	55,30%	0,97	1,00	0,01%	100%		
			975	0,10%	63,70%	0,88	0,92	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	54,90%	1,02	1,03	1,10%	99%		
			31	3,17%	56,40%	1,01	1,02	0,04%	100%		
			225	0,44%	59,20%	0,99	0,99	0,01%	100%		
			475	0,21%	59,20%	0,95	0,97	0,00%	100%		
			975	0,10%	67,10%	0,87	0,90	0,00%	100%		
100	1%	Sin sismo	100%	58,00%	1,00	1,01	0,58%	99%			
		31	3,17%	58,90%	0,99	1,00	0,02%	100%			
		225	0,44%	62,50%	0,96	0,97	0,00%	100%			
		475	0,21%	61,30%	0,93	0,95	0,00%	100%			
		975	0,10%	68,20%	0,85	0,88	0,00%	100%			
		225	0,44%	51,60%	1,06	1,07	0,23%	100%			
		475	0,21%	52,80%	1,05	1,06	0,11%	100%			
		975	0,10%	54,20%	1,03	1,04	0,06%	100%			

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	10,38	10,22	0,00%	100%	0,0%	BAJA

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-Π(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	8,13	8,00	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			225	0,44%	0,00%	5,46	5,37	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,48	4,41	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,61	3,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	10,20	10,03	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,99	7,86	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,37	5,27	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,40	4,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,49	3,55	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	10,79	9,02	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,89	7,75	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,30	5,21	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,35	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,50	3,44	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	9,97	9,78	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,81	7,66	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,24	5,15	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,29	4,22	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,47	3,40	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	9,85	9,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,72	7,57	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,18	5,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,25	4,17	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,43	3,36	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	9,75	9,57	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,64	7,49	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,13	5,04	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,21	4,13	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,14	9,05	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,14	6,08	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,04	4,98	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	3,38	3,35	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	3,15	3,12	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	2,71	2,68	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,1%	2,45	2,48	0,00%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	975	0,10%	0,4%	2,20	2,19	0,00%	100%	11,3%	MEDIA
			Sin sismo	100%	0,0%	3,31	3,28	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,08	3,05	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	2,66	2,63	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,2%	2,43	2,40	0,00%	100%		
	975	0,10%	0,5%	2,17	2,14	0,00%	100%				
	10	10%	Sin sismo	100%	0,0%	3,26	3,23	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	2,62	2,59	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,3%	2,39	2,36	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,14	2,11	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	3,22	3,18	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	2,99	2,96	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	2,59	2,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,36	2,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,70%	2,11	2,07	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	3,17	3,13	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	2,95	2,91	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	2,55	2,51	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,33	2,29	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,08	2,04	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	3,13	3,09	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	2,87	2,91	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	2,52	2,48	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,30	2,26	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,05	2,02	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,70	2,68	0,00%	100%		
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	16,60%	1,61	1,62	7,12%		
31				3,17%	6,10%	1,52	1,55	0,08%	100%		
225				0,44%	18,60%	1,28	1,30	0,04%	100%		
475				0,21%	31,10%	1,15	1,17	0,03%	100%		
975				0,10%	49,50%	1,01	1,03	0,02%	100%		
5		20%	Sin sismo	100%	16,60%	1,60	1,62	3,32%	97%		
			31	3,17%	7,20%	1,48	1,51	0,05%	100%		
			225	0,44%	21,60%	1,25	1,27	0,02%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	34,60%	1,13	1,14	0,01%	100%		
			975	0,10%	52,80%	0,99	1,00	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	4,03%	1,59	1,62	0,40%	100%		
			31	3,17%	8,10%	1,46	1,49	0,03%	100%		
			225	0,44%	24,00%	1,23	1,25	0,01%	100%		
			475	0,21%	36,50%	1,11	1,12	0,01%	100%		
			975	0,10%	55,20%	0,98	0,99	0,01%	100%		
			Sin sismo	100%	4,90%	1,57	1,59	0,25%	100%		
	20	5%	31	3,17%	9,00%	1,44	1,46	0,01%	100%		
			225	0,44%	25,60%	1,21	1,23	0,01%	100%		
			475	0,21%	38,80%	1,09	1,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	57,70%	0,96	0,97	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	5,60%	1,54	1,57	0,11%	100%		
	50	2%	31	3,17%	9,80%	1,42	1,44	0,01%	100%		
			225	0,44%	28,20%	1,19	1,21	0,00%	100%		
			475	0,21%	40,80%	1,08	1,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	61,40%	0,95	0,96	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	5,90%	1,52	1,55	0,06%	100%		
	100	1%	31	3,17%	10,90%	1,40	1,42	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,92%	1,18	1,20	0,00%	100%		
475			0,21%	42,80%	1,06	1,08	0,00%	100%			
975			0,10%	62,90%	0,94	0,95	0,00%	100%			
475			0,21%	10,40%	1,37	1,39	0,02%	100%			
975			0,10%	23,30%	1,20	1,23	0,02%	100%			
Sin sismo			100%								

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	7,53	7,29	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	6,19	5,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,41	4,27	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,70	3,58	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,04	2,94	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	7,37	7,12	0,00%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	6,06	5,85	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			225	0,44%	0,10%	4,32	4,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,62	3,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,97	2,87	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	7,26	7,01	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,96	5,76	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,25	4,10	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	3,56	3,44	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,20%	2,93	2,82	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,15	6,90	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,88	5,67	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,19	4,04	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	3,51	3,38	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,40%	2,88	2,78	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	7,04	6,79	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,79	5,58	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,12	3,97	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,46	3,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,80%	2,84	2,74	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	6,96	6,70	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,72	5,51	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,07	3,92	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,41	3,29	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,10%	2,70	2,81	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,99	4,87	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,18	4,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,44	3,35	0,00%	100%		
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,13	6,26	0,00%		
31				3,17%	0,00%	5,30	5,33	0,00%	100%		
225				0,44%	0,00%	3,59	3,60	0,00%	100%		
475				0,21%	0,0%	2,95	2,96	0,00%	100%		
975				0,10%	0,0%	2,38	2,38	0,00%	100%		
5		20%	Sin sismo	100%	0,0%	5,99	6,10	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	5,21	5,23	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	3,52	3,53	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,0%	2,90	2,90	0,00%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	10	10%	975	0,10%	0,0%	2,34	2,34	0,00%	100%	22,1%	ALTA
			Sin sismo	100%	0,0%	5,89	5,99	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	5,15	5,16	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	3,48	3,49	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,0%	2,86	2,86	0,00%	100%		
	975	0,10%	0,00%	2,31	2,31	0,00%	100%				
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,79	5,89	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,08	5,10	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,44	3,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,83	2,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	2,28	2,28	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,68	5,77	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,02	5,03	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,40	3,40	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,79	2,79	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,25	2,25	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,60	5,68	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,97	4,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,36	3,37	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,76	2,76	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,23	2,23	0,00%	100%		
			975	0,21%	0,00%	3,40	3,43	0,00%	100%		
	2,33	43%	Sin sismo	100%	27,60%	1,32	1,34	11,85%	88%		
			31	3,17%	28,60%	1,31	1,33	0,39%	100%		
225			0,44%	39,30%	1,10	1,16	0,07%	100%			
475			0,21%	51,40%	0,98	1,04	0,05%	100%			
975			0,10%	64,20%	0,86	0,91	0,03%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	28,60%	1,31	1,33	5,72%	94%		
			31	3,17%	22,90%	1,28	1,34	0,15%	100%		
			225	0,44%	41,40%	1,07	1,13	0,04%	100%		
			475	0,21%	53,20%	0,96	1,01	0,02%	100%		
			975	0,10%	66,90%	0,84	0,89	0,01%	100%		
10		10%	Sin sismo	100%	29,30%	1,30	1,32	2,93%	97%		
			31	3,17%	24,30%	1,26	1,32	0,08%	100%		
			225	0,44%	42,60%	1,06	1,12	0,02%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	54,70%	0,95	1,00	0,01%	100%	0,0%	ALTA
			975	0,10%	68,60%	0,83	0,87	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	30,50%	1,28	1,30	1,53%	98%		
			31	3,17%	28,60%	1,25	1,31	0,05%	100%		
			225	0,44%	44,00%	1,04	1,10	0,01%	100%		
			475	0,21%	55,90%	0,93	0,99	0,01%	100%		
			975	0,10%	69,90%	0,82	0,86	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	31,90%	1,26	1,27	0,64%	99%		
	50	2%	31	3,17%	29,50%	1,23	1,29	0,02%	100%		
			225	0,44%	45,30%	1,03	1,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	56,70%	0,92	0,97	0,00%	100%		
			975	0,10%	71,40%	0,80	0,85	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	34,60%	1,24	1,25	0,35%	100%		
			31	3,17%	30,00%	1,22	1,28	0,01%	100%		
	100	1%	225	0,44%	46,70%	1,02	1,07	0,00%	100%		
			475	0,21%	58,10%	0,91	0,96	0,00%	100%		
			975	0,10%	72,60%	0,79	0,84	0,00%	100%		
			475	0,21%	33,90%	1,18	1,25	0,07%	100%		
975			0,10%	45,10%	1,03	1,09	0,05%	100%			
Sin sismo			100%	30,00%	1,22	1,28	0,01%	100%			

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	13,35	12,86	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	10,34	9,96	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,85	6,60	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,59	5,38	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	4,48	4,32	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	13,06	12,56	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	10,12	9,73	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,70	6,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,47	5,26	0,00%	100%		
	10	10%	975	0,10%	0,10%	4,39	4,22	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	12,87	12,36	0,00%	100%		

PERFIL 4												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			31	3,17%	0,00%	9,96	9,57	0,00%	100%	0,0%	BAJA	
			225	0,44%	0,00%	6,60	6,34	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,00%	5,38	5,17	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,10%	4,32	4,15	0,00%	100%			
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	12,68	12,16	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	9,82	9,42	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	6,50	6,24	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,00%	5,31	5,09	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	12,47	11,95	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	9,66	9,25	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	6,40	6,13	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,00%	5,22	5,00	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	12,29	11,76	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	9,52	9,10	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	6,30	6,03	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,10%	5,14	4,92	0,00%	100%			
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,34	4,27	0,00%			100%
				31	3,17%	0,00%	3,92	3,86	0,00%			100%
				225	0,44%	0,90%	3,04	3,18	0,00%			100%
				475	0,21%	2,3%	2,58	2,70	0,00%			100%
5		20%	Sin sismo	100%	0,0%	4,26	4,19	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,0%	3,85	3,79	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,9%	2,95	3,09	0,00%	100%			
			475	0,21%	2,4%	2,51	2,63	0,00%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	0,0%	4,21	4,14	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,0%	3,81	3,74	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,9%	2,90	3,03	0,00%	100%			
			475	0,21%	2,4%	2,46	2,58	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	0,00%	4,16	4,09	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,76	3,69	0,00%	100%			

PERFIL 4												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			225	0,44%	1,10%	2,85	2,98	0,00%	100%	20,8%	ALTA	
			475	0,21%	2,70%	2,42	2,53	0,00%	100%			
			975	0,10%	5,90%	2,01	2,10	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,11	4,03	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,72	3,65	0,00%	100%			
			225	0,44%	1,30%	2,80	2,92	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,00%	2,38	2,48	0,00%	100%			
			975	0,10%	6,20%	1,98	2,06	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	4,07	3,99	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,68	3,61	0,00%	100%			
			225	0,44%	1,40%	2,76	2,88	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,10%	2,34	2,44	0,00%	100%			
			975	0,10%	6,30%	1,95	2,03	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,20%	3,12	3,29	0,00%	100%			
			975	0,10%	2,30%	2,60	2,74	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	25,00%	1,34	1,37	10,73%			89%
				31	3,17%	26,40%	1,32	1,35	0,36%			100%
				225	0,44%	28,30%	1,26	1,31	0,05%			100%
475				0,21%	33,40%	1,18	1,23	0,03%	100%			
975				0,10%	41,20%	1,10	1,14	0,02%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	26,70%	1,31	1,34	5,34%	95%			
			31	3,17%	28,40%	1,29	1,31	0,18%	100%			
			225	0,44%	30,80%	1,22	1,27	0,03%	100%			
			475	0,21%	36,80%	1,15	1,19	0,02%	100%			
			975	0,10%	44,80%	1,06	1,11	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	28,90%	1,28	1,31	2,89%	97%			
			31	3,17%	30,50%	1,26	1,29	0,10%	100%			
			225	0,44%	33,00%	1,19	1,24	0,01%	100%			
			475	0,21%	39,30%	1,12	1,17	0,01%	100%			
			975	0,10%	46,00%	1,04	1,08	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	31,40%	1,26	1,28	1,57%	98%			
			31	3,17%	33,00%	1,24	1,26	0,05%	100%			
			225	0,44%	35,40%	1,17	1,21	0,01%	100%			
			475	0,21%	41,50%	1,10	1,14	0,00%	100%			
			975	0,10%	48,90%	1,02	1,06	0,00%	100%			
50		2%	Sin sismo	100%	34,10%	1,23	1,25	0,68%	99%			

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	36,10%	1,21	1,23	0,02%	100%		
			225	0,44%	37,20%	1,14	1,19	0,00%	100%		
			475	0,21%	44,20%	1,08	1,12	0,00%	100%		
			975	0,10%	51,10%	1,00	1,03	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	36,80%	1,20	1,22	0,37%	100%		
			31	3,17%	38,80%	1,18	1,20	0,01%	100%		
			225	0,44%	39,70%	1,12	1,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	45,50%	1,06	1,10	0,00%	100%		
			975	0,10%	52,90%	0,98	1,02	0,00%	100%		
			31	3,17%	26,40%	1,33	1,35	0,84%	99%		
			225	0,44%	28,40%	1,28	1,31	0,13%	100%		
			475	0,21%	30,70%	1,25	1,28	0,06%	100%		
			975	0,10%	34,60%	1,21	1,24	0,04%	100%		

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	2,30%	2,41	2,34	0,99%	99%	2,7%	MEDIA
			31	3,17%	4,00%	2,23	2,17	0,05%	100%		
			225	0,44%	8,50%	1,91	1,86	0,02%	100%		
			475	0,21%	14,60%	1,72	1,67	0,01%	100%		
			975	0,10%	25,20%	1,51	1,46	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	3,30%	2,34	2,27	0,66%	99%		
			31	3,17%	5,90%	2,17	2,10	0,04%	100%		
			225	0,44%	11,00%	1,86	1,80	0,01%	100%		
			475	0,21%	18,40%	1,67	1,62	0,01%	100%		
			975	0,10%	29,10%	1,46	1,42	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	4,00%	2,30	2,23	0,40%	100%		
			31	3,17%	6,50%	2,14	2,07	0,02%	100%		
			225	0,44%	14,00%	1,83	1,77	0,01%	100%		
			475	0,21%	20,20%	1,64	1,59	0,00%	100%		
			975	0,10%	31,30%	1,44	1,40	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	5,00%	2,27	2,20	0,25%	100%		
31			3,17%	7,50%	2,10	2,03	0,01%	100%			
225			0,44%	16,00%	1,80	1,74	0,00%	100%			
475			0,21%	22,10%	1,62	1,57	0,00%	100%			

PERFIL 5												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
	50	2%	975	0,10%	32,30%	1,42	1,38	0,00%	100%	0,5%	MEDIA	
			Sin sismo	100%	6,00%	2,24	2,16	0,12%	100%			
			31	3,17%	8,20%	2,07	2,00	0,01%	100%			
			225	0,44%	18,20%	1,77	1,71	0,00%	100%			
			475	0,21%	23,90%	1,60	1,54	0,00%	100%			
			975	0,10%	33,70%	1,40	1,35	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	6,50%	2,21	2,13	0,07%	100%			
			31	3,17%	9,40%	2,05	1,98	0,00%	100%			
			225	0,44%	19,80%	1,75	1,69	0,00%	100%			
			475	0,21%	25,40%	1,58	1,53	0,00%	100%			
			975	0,10%	35,30%	1,38	1,34	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,70%	2,58	2,53	0,00%	100%			
			225	0,44%	2,20%	2,20	2,16	0,00%	100%			
			475	0,21%	4,60%	1,98	1,94	0,00%	100%			
	975	0,10%	9,90%	1,74	1,70	0,00%	100%					
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,40%	1,87	1,87	0,17%			100%
				31	3,17%	1,10%	1,75	1,75	0,01%			100%
				225	0,44%	5,20%	1,51	1,50	0,01%			100%
475				0,21%	11,3%	1,38	1,37	0,01%	100%			
975				0,10%	22,7%	1,23	1,23	0,01%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	0,5%	1,83	1,82	0,10%	100%			
			31	3,17%	1,2%	1,70	1,70	0,01%	100%			
			225	0,44%	6,8%	1,41	1,47	0,01%	100%			
			475	0,21%	14,7%	1,34	1,34	0,01%	100%			
			975	0,10%	26,2%	1,20	1,20	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	0,6%	1,80	1,79	0,06%	100%			
			31	3,17%	1,5%	1,68	1,67	0,00%	100%			
			225	0,44%	7,9%	1,45	1,44	0,00%	100%			
			475	0,21%	15,7%	1,32	1,32	0,00%	100%			
			975	0,10%	28,20%	1,18	1,18	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	1,00%	1,77	1,76	0,05%	100%			
			31	3,17%	1,60%	1,65	1,65	0,00%	100%			
			225	0,44%	9,40%	1,42	1,42	0,00%	100%			
			475	0,21%	17,30%	1,30	1,29	0,00%	100%			
			975	0,10%	33,70%	1,16	1,15	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	1,00%	1,74	1,74	0,02%	100%				

PERFIL 5												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
	100	1%	31	3,17%	2,40%	1,63	1,62	0,00%	100%	37,3%	ALTA	
			225	0,44%	10,90%	1,40	1,40	0,00%	100%			
			475	0,21%	19,60%	1,28	1,27	0,00%	100%			
			975	0,10%	36,20%	1,14	1,13	0,00%	100%			
		Sin sismo	100%	1,40%	1,72	1,71	0,01%	100%				
		31	3,17%	2,80%	1,61	1,60	0,00%	100%				
		225	0,44%	12,20%	1,38	1,38	0,00%	100%				
		475	0,21%	20,90%	1,26	1,26	0,00%	100%				
	975	0,10%	38,80%	1,13	1,12	0,00%	100%					
	31	3,17%	0,00%	2,09	2,11	0,00%	100%					
	225	0,44%	0,50%	1,81	1,82	0,00%	100%					
	475	0,21%	1,30%	1,65	1,67	0,00%	100%					
	975	0,10%	5,30%	1,48	1,49	0,01%	100%					
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	48,90%	1,06	1,08	20,99%			79%
				31	3,17%	50,40%	1,04	1,06	0,69%			99%
				225	0,44%	54,10%	1,00	1,02	0,10%			100%
475				0,21%	59,20%	0,94	0,97	0,05%	100%			
975				0,10%	67,60%	0,86	0,89	0,03%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	51,80%	1,03	1,05	10,36%	90%			
			31	3,17%	53,00%	1,01	1,03	0,34%	100%			
			225	0,44%	54,90%	0,97	1,00	0,05%	100%			
			475	0,21%	63,80%	0,91	0,93	0,03%	100%			
			975	0,10%	73,20%	0,83	0,85	0,02%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	54,20%	1,00	1,02	5,42%	95%			
			31	3,17%	57,40%	0,99	1,00	0,18%	100%			
			225	0,44%	59,10%	0,95	0,97	0,03%	100%			
			475	0,21%	66,60%	0,88	0,90	0,01%	100%			
			975	0,10%	75,50%	0,81	0,82	0,01%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	58,80%	0,98	0,99	2,94%	97%			
			31	3,17%	60,30%	0,96	0,98	0,10%	100%			
			225	0,44%	61,90%	0,92	0,94	0,01%	100%			
			475	0,21%	70,00%	0,86	0,88	0,01%	100%			
			975	0,10%	77,20%	0,79	0,80	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	62,00%	0,95	0,96	1,24%	99%				
		31	3,17%	64,00%	0,93	0,95	0,04%	100%				
		225	0,44%	65,20%	0,90	0,92	0,01%	100%				

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	72,70%	0,84	0,85	0,00%	100%		
			975	0,10%	79,60%	0,76	0,78	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	64,80%	0,93	0,94	0,65%	99%		
			31	3,17%	66,60%	0,91	0,92	0,02%	100%		
			225	0,44%	68,40%	0,88	0,90	0,00%	100%		
			475	0,21%	74,90%	0,82	0,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	81,50%	0,75	0,76	0,00%	100%		
			31	3,17%	45,10%	1,09	1,12	1,43%	99%		
			225	0,44%	48,70%	1,06	1,08	0,22%	100%		
			475	0,21%	50,60%	1,03	1,05	0,11%	100%		
			975	0,10%	54,20%	1,00	1,02	0,06%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,10%	3,87	3,76	0,04%	100%	0,1%	MEDIA
			31	3,17%	0,10%	3,42	3,32	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,10%	2,70	2,63	0,00%	100%		
			475	0,21%	2,50%	2,37	2,30	0,00%	100%		
			975	0,10%	6,70%	2,03	1,97	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,10%	3,79	3,68	0,02%	100%		
			31	3,17%	0,10%	3,35	3,25	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,50%	2,65	2,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	3,00%	2,32	2,25	0,00%	100%		
			975	0,10%	8,80%	1,99	1,92	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,10%	3,73	3,62	0,01%	100%		
			31	3,17%	0,20%	3,30	3,20	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,70%	2,61	2,53	0,00%	100%		
			475	0,21%	3,80%	2,28	2,21	0,00%	100%		
			975	0,10%	10,10%	1,96	1,89	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,10%	3,68	3,57	0,01%	100%		
			31	3,17%	0,20%	3,25	3,15	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,80%	2,57	2,49	0,00%	100%		
			475	0,21%	4,60%	2,25	2,18	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,40%	1,93	1,86	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,10%	3,63	3,51	0,00%	100%			

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,30%	3,20	3,10	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,30%	2,53	2,45	0,00%	100%		
			475	0,21%	5,80%	2,22	2,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	12,70%	1,90	1,83	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,10%	3,58	3,47	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,40%	3,17	3,06	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,50%	2,50	2,42	0,00%	100%		
			475	0,21%	6,20%	2,19	2,12	0,00%	100%		
			975	0,10%	14,20%	1,88	1,81	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,50%	2,36	2,31	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	6,50%	1,42	1,40	2,79%	97%	6,4%	MEDIA
			31	3,17%	9,60%	1,35	1,34	0,13%	100%		
			225	0,44%	21,00%	1,23	1,21	0,04%	100%		
			475	0,21%	31,5%	1,15	1,14	0,03%	100%		
			975	0,10%	49,5%	1,06	1,04	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	7,5%	1,39	1,37	1,50%	99%		
			31	3,17%	12,8%	1,33	1,31	0,08%	100%		
			225	0,44%	24,6%	1,20	1,19	0,02%	100%		
			475	0,21%	35,3%	1,13	1,12	0,01%	100%		
			975	0,10%	53,3%	1,04	1,02	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	8,9%	1,37	1,36	0,89%	99%		
			31	3,17%	13,5%	1,31	1,30	0,04%	100%		
			225	0,44%	27,4%	1,19	1,17	0,01%	100%		
			475	0,21%	37,4%	1,12	1,10	0,01%	100%		
			975	0,10%	55,30%	1,02	1,01	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	10,20%	1,36	1,34	0,51%	99%		
			31	3,17%	15,20%	1,30	1,28	0,02%	100%		
			225	0,44%	30,10%	1,17	1,16	0,01%	100%		
			475	0,21%	39,70%	1,10	1,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	57,30%	1,01	1,00	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	12,50%	1,34	1,33	0,25%	100%		
			31	3,17%	17,20%	1,28	1,27	0,01%	100%		
			225	0,44%	32,00%	1,16	1,15	0,00%	100%		
			475	0,21%	41,50%	1,09	1,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	59,60%	1,00	0,98	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	13,10%	1,33	1,31	0,13%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	18,20%	1,27	1,25	0,01%	100%		
			225	0,44%	33,00%	1,15	1,13	0,00%	100%		
			475	0,21%	45,30%	1,08	1,06	0,00%	100%		
			975	0,10%	60,70%	0,99	0,97	0,00%	100%		
			975	0,10%	20,70%	1,23	1,22	0,02%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	19,70%	1,42	1,47	8,45%	92%	17,1%	ALTA
			31	3,17%	23,40%	1,34	1,39	0,32%	100%		
			225	0,44%	34,80%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			475	0,21%	42,60%	1,09	1,13	0,04%	100%		
			975	0,10%	52,30%	0,99	1,02	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	22,20%	1,37	1,42	4,44%	96%		
			31	3,17%	26,00%	1,29	1,34	0,17%	100%		
			225	0,44%	38,60%	1,14	1,18	0,03%	100%		
			475	0,21%	46,30%	1,05	1,09	0,02%	100%		
			975	0,10%	56,60%	0,95	0,98	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	22,90%	1,34	1,39	2,29%	98%		
			31	3,17%	28,50%	1,27	1,31	0,09%	100%		
			225	0,44%	40,80%	1,11	1,15	0,02%	100%		
			475	0,21%	48,50%	1,03	1,06	0,01%	100%		
			975	0,10%	59,80%	0,93	0,96	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	25,00%	1,32	1,36	1,25%	99%		
			31	3,17%	30,20%	1,24	1,28	0,05%	100%		
			225	0,44%	43,50%	1,09	1,12	0,01%	100%		
			475	0,21%	51,00%	1,00	1,04	0,01%	100%		
			975	0,10%	63,00%	0,91	0,94	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	27,10%	1,29	1,33	0,54%	99%		
			31	3,17%	32,60%	1,21	1,25	0,02%	100%		
			225	0,44%	45,90%	1,06	1,10	0,00%	100%		
			475	0,21%	53,20%	0,98	1,01	0,00%	100%		
			975	0,10%	65,40%	0,89	0,91	0,00%	100%		
100	1%	Sin sismo	100%	28,80%	1,26	1,30	0,29%	100%			
		31	3,17%	35,60%	1,19	1,22	0,01%	100%			
		225	0,44%	47,80%	1,04	1,07	0,00%	100%			
		475	0,21%	55,90%	0,96	0,99	0,00%	100%			
		975	0,10%	68,10%	0,87	0,89	0,00%	100%			
		31	3,17%	12,20%	1,67	1,74	0,39%	100%			

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	18,30%	1,47	1,54	0,08%	100%		
			475	0,21%	22,10%	1,37	1,43	0,05%	100%		
			975	0,10%	29,30%	1,24	1,29	0,03%	100%		

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,60	4,50	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,19	4,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,45	3,39	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,59	2,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	4,51	4,42	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,99	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,54	2,51	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	4,46	4,36	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,07	3,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,95	2,91	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,52	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	4,40	4,30	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,02	3,93	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,31	3,25	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,92	2,87	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,49	2,45	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,35	4,25	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	3,97	3,88	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,10%	3,27	3,20	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,89	2,84	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,60%	2,46	2,42	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	4,30	4,20	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	3,93	3,84	0,00%	100%			

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	0,10%	3,24	3,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,86	2,81	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,44	2,40	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	7,30%	1,58	1,57	3,13%	97%	5,8%	MEDIA
			31	3,17%	7,40%	1,58	1,57	0,10%	100%		
			225	0,44%	6,77%	1,57	1,55	0,01%	100%		
			475	0,21%	3,1%	1,61	1,65	0,00%	100%		
			975	0,10%	12,4%	1,40	1,39	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	6,7%	1,59	1,55	1,34%	99%		
			31	3,17%	3,5%	1,68	1,66	0,02%	100%		
			225	0,44%	6,4%	1,49	1,47	0,01%	100%		
			475	0,21%	16,2%	1,33	1,33	0,01%	100%		
			975	0,10%	31,7%	13,17	1,17	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	6,9%	1,59	1,55	0,69%	99%		
			31	3,17%	3,7%	1,66	1,66	0,01%	100%		
			225	0,44%	7,9%	1,47	1,45	0,00%	100%		
			475	0,21%	16,8%	1,32	1,31	0,00%	100%		
			975	0,10%	33,70%	1,16	1,15	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	7,05%	1,59	1,55	0,35%	100%		
			31	3,17%	3,80%	1,66	1,64	0,01%	100%		
			225	0,44%	8,40%	1,45	1,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	17,80%	1,31	1,30	0,00%	100%		
			975	0,10%	35,30%	1,15	1,14	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	4,00%	1,65	1,64	0,08%	100%		
			31	3,17%	4,30%	1,64	1,63	0,00%	100%		
			225	0,44%	9,60%	1,44	1,43	0,00%	100%		
			475	0,21%	19,20%	1,29	1,28	0,00%	100%		
			975	0,10%	37,50%	1,14	1,13	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	8,40%	1,16	1,55	0,08%	100%		
			31	3,17%	8,50%	1,55	1,55	0,00%	100%		
			225	0,44%	4,30%	1,63	1,62	0,00%	100%		
475			0,21%	6,00%	1,52	1,50	0,00%	100%			
975			0,10%	17,50%	1,13	1,31	0,00%	100%			
31			3,17%	4,90%	1,64	1,63	0,16%	100%			
225			0,44%	6,00%	1,53	1,50	0,03%	100%			
475	0,21%	13,40%	1,37	1,38	0,03%	100%					

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			975	0,10%	6,80%	1,48	1,48	0,01%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	6,70%	1,44	1,47	2,88%	97%	8,5%	MEDIA
			31	3,17%	11,50%	1,34	1,36	0,16%	100%		
			225	0,44%	25,20%	1,17	1,19	0,05%	100%		
			475	0,21%	31,20%	1,13	1,15	0,03%	100%		
			975	0,10%	50,30%	0,99	1,01	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	16,70%	1,51	1,58	3,34%	97%		
			31	3,17%	20,00%	1,42	1,49	0,13%	100%		
			225	0,44%	29,20%	1,23	1,29	0,03%	100%		
			475	0,21%	33,50%	1,11	1,13	0,01%	100%		
			975	0,10%	54,20%	0,98	1,00	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	9,00%	1,40	1,43	0,90%	99%		
			31	3,17%	15,20%	1,29	1,32	0,05%	100%		
			225	0,44%	34,60%	1,09	1,11	0,02%	100%		
			475	0,21%	51,80%	0,99	1,01	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,80%	0,87	0,89	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	10,90%	1,38	1,42	0,55%	99%		
			31	3,17%	16,70%	1,28	1,31	0,03%	100%		
			225	0,44%	36,10%	1,01	1,10	0,01%	100%		
			475	0,21%	53,10%	0,98	0,99	0,01%	100%		
			975	0,10%	75,40%	0,86	0,88	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	13,30%	1,36	1,40	0,27%	100%		
			31	3,17%	17,70%	1,26	1,29	0,01%	100%		
			225	0,44%	38,90%	1,07	1,08	0,00%	100%		
			475	0,21%	57,00%	0,96	0,98	0,00%	100%		
			975	0,10%	77,70%	0,85	0,86	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	22,60%	1,35	1,42	0,23%	100%		
			31	3,17%	18,80%	1,25	1,28	0,01%	100%		
			225	0,44%	40,80%	1,06	1,07	0,00%	100%		
475			0,21%	58,60%	0,96	0,97	0,00%	100%			
975			0,10%	79,20%	0,84	0,86	0,00%	100%			
31			3,17%	2,90%	1,61	1,66	0,09%	100%			
225			0,44%	4,60%	1,53	1,58	0,02%	100%			
475			0,21%	8,70%	1,38	1,42	0,02%	100%			
975	0,10%	16,50%	1,31	1,36	0,02%	100%					

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,04	5,86	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,10	4,94	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,77	3,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	3,21	3,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,70%	2,67	2,59	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,91	5,72	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,99	4,83	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,69	3,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,14	3,03	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,90%	2,61	2,53	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,82	5,63	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,92	4,75	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,63	3,51	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,09	2,98	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,30%	2,57	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,74	5,54	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,85	4,68	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,20%	3,58	3,46	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,00%	3,04	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,90%	2,53	2,45	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,66	5,46	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,77	4,61	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	3,53	3,40	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,10%	3,00	2,89	0,00%	100%		
			975	0,10%	3,60%	2,50	2,41	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,59	5,39	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,72	4,55	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	3,48	3,36	0,00%	100%		
475			0,21%	1,30%	2,96	2,85	0,00%	100%			
975			0,10%	4,10%	2,47	2,38	0,00%	100%			
31			3,17%	0,00%	5,78	5,64	0,00%	100%			
225			0,44%	0,00%	4,27	4,17	0,00%	100%			
475			0,21%	0,10%	3,63	3,55	0,00%	100%			
975	0,10%	0,10%	3,03	2,96	0,00%	100%					
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,20%	2,94	2,88	0,09%	100%	0,2%	MEDIA
			31	3,17%	0,30%	2,78	2,72	0,00%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	0,80%	2,45	2,40	0,00%	100%	22,7%	ALTA
			475	0,21%	0,3%	2,20	2,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,8%	1,84	1,83	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,2%	2,89	2,82	0,04%	100%		
			31	3,17%	0,5%	2,73	2,67	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,0%	2,41	2,36	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,4%	2,15	2,14	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,0%	1,80	1,79	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,3%	2,85	2,78	0,03%	100%		
			31	3,17%	0,7%	2,69	2,63	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,1%	2,38	2,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,4%	2,13	2,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	9,50%	1,77	1,86	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,40%	2,82	2,75	0,02%	100%		
			31	3,17%	0,80%	2,66	2,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,30%	2,35	2,30	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,10	2,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	10,30%	1,74	1,83	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,40%	2,71	2,78	0,01%	100%		
			31	3,17%	1,10%	2,63	2,56	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,70%	2,32	2,26	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,07	2,06	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,20%	1,72	1,80	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,80%	2,75	2,68	0,01%	100%		
			31	3,17%	1,10%	2,60	2,53	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,80%	2,29	2,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	5,70%	2,05	2,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,60%	1,69	1,77	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,10%	3,02	2,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	2,69	2,64	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	2,49	2,46	0,00%	100%		
975			0,10%	0,30%	2,12	2,12	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	26,70%	1,27	1,32	11,46%	89%	22,7%	ALTA
			31	3,17%	32,40%	1,20	1,25	0,44%	100%		
			225	0,44%	44,90%	1,05	1,10	0,09%	100%		
			475	0,21%	53,80%	0,97	1,01	0,05%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			975	0,10%	65,30%	0,87	0,91	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	30,00%	1,23	1,28	6,00%	94%		
			31	3,17%	35,40%	1,16	1,21	0,22%	100%		
			225	0,44%	48,00%	1,02	1,06	0,04%	100%		
			475	0,21%	57,20%	0,94	0,98	0,02%	100%		
			975	0,10%	68,90%	0,84	0,88	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	32,50%	1,21	1,25	3,25%	97%		
			31	3,17%	37,60%	1,14	1,18	0,12%	100%		
			225	0,44%	50,80%	1,00	1,04	0,02%	100%		
			475	0,21%	59,10%	0,92	0,96	0,01%	100%		
			975	0,10%	70,60%	0,83	0,86	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	34,10%	1,18	1,22	1,71%	98%		
			31	3,17%	40,30%	1,11	1,15	0,06%	100%		
			225	0,44%	53,10%	0,98	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	61,70%	0,90	0,94	0,01%	100%		
			975	0,10%	72,20%	0,81	0,84	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	36,20%	1,16	1,20	0,72%	99%		
			31	3,17%	42,30%	1,09	1,13	0,03%	100%		
			225	0,44%	54,86%	0,96	0,99	0,00%	100%		
			475	0,21%	63,70%	0,88	0,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	74,60%	0,79	0,82	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	38,40%	1,14	1,18	0,38%	100%		
			31	3,17%	45,10%	1,07	1,11	0,01%	100%		
			225	0,44%	57,76%	0,94	0,98	0,00%	100%		
			475	0,21%	66,80%	0,87	0,90	0,00%	100%		
			975	0,10%	76,20%	0,78	0,81	0,00%	100%		
			31	3,17%	16,30%	1,49	1,56	0,52%	99%		
			225	0,44%	25,10%	1,31	1,38	0,11%	100%		
			475	0,21%	30,90%	1,21	1,27	0,06%	100%		
			975	0,10%	39,80%	1,09	1,15	0,04%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,10	6,01	0,00%	100%	0,0%	BAJA

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	5,15	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,79	3,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,64	2,60	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,10	6,01	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,15	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,79	3,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,64	2,60	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,03	5,93	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,09	5,01	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,75	3,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,16	3,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,61	2,57	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,87	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,03	4,95	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,71	3,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,13	3,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,58	2,54	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,90	5,80	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,97	4,89	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,66	3,60	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,09	3,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,56	2,51	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,84	5,74	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,93	4,84	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,63	3,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,06	3,01	0,00%	100%		
975			0,10%	0,50%	2,53	2,49	0,00%	100%			
475			0,21%	0,00%	3,65	3,62	0,00%	100%			
975			0,10%	0,10%	3,02	3,00	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	18,41%	82%	31,9%	ALTA
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,59%	99%		
			225	0,44%	43,50%	1,17	1,16	0,08%	100%		
			475	0,21%	20,4%	1,41	1,47	0,02%	100%		
			975	0,10%	17,9%	1,24	1,27	0,01%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	Sin sismo	100%	42,9%	1,17	1,17	8,58%	91%	2,5%	MEDIA
			31	3,17%	43,0%	1,17	1,17	0,27%	100%		
			225	0,44%	43,5%	1,17	1,16	0,04%	100%		
			475	0,21%	22,4%	1,37	1,42	0,01%	100%		
			975	0,10%	30,9%	1,22	1,27	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	42,9%	1,17	1,17	4,29%	96%		
			31	3,17%	43,0%	1,17	1,17	0,14%	100%		
			225	0,44%	43,5%	1,17	1,16	0,02%	100%		
			475	0,21%	23,5%	1,34	1,40	0,00%	100%		
			975	0,10%	32,80%	1,19	1,24	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	2,15%	98%		
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,07%	100%		
			225	0,44%	43,50%	1,17	1,16	0,01%	100%		
			475	0,21%	24,40%	1,31	1,37	0,00%	100%		
			975	0,10%	34,70%	1,17	1,22	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	0,86%	99%		
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,03%	100%		
			225	0,44%	20,90%	1,39	1,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	26,60%	1,29	1,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	37,60%	1,15	1,19	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	0,43%	100%		
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,01%	100%		
			225	0,44%	43,00%	1,16	1,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	28,50%	1,27	1,31	0,00%	100%		
			975	0,10%	39,50%	1,13	1,17	0,00%	100%		
			225	0,44%	43,20%	1,17	1,17	0,19%	100%		
			475	0,21%	43,80%	1,16	1,16	0,09%	100%		
			975	0,10%	8,91%	1,38	1,41	0,01%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	2,40%	2,20	2,14	1,03%	99%		
			31	3,17%	3,30%	2,08	2,03	0,04%	100%		
			225	0,44%	5,20%	1,85	1,81	0,01%	100%		
			475	0,21%	8,70%	1,71	1,67	0,01%	100%		
			975	0,10%	15,20%	1,55	1,51	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	2,90%	2,15	2,09	0,58%	99%		
			31	3,17%	4,40%	2,04	1,98	0,03%	100%		
			225	0,44%	6,00%	1,82	1,77	0,01%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	10,30%	1,68	1,63	0,00%	100%	0,00%	BAJA
			975	0,10%	18,40%	1,52	1,48	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	3,50%	2,12	2,06	0,35%	100%		
			31	3,17%	5,50%	2,01	1,96	0,02%	100%		
			225	0,44%	7,70%	1,79	1,75	0,00%	100%		
			475	0,21%	11,90%	1,65	1,61	0,00%	100%		
			975	0,10%	19,50%	1,50	1,46	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	4,20%	2,10	2,03	0,21%	100%		
	20	5%	31	3,17%	5,60%	1,99	1,93	0,01%	100%		
			225	0,44%	8,40%	1,77	1,72	0,00%	100%		
			475	0,21%	13,00%	1,63	1,59	0,00%	100%		
			975	0,10%	21,40%	1,48	1,44	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	5,20%	2,07	2,00	0,10%	100%		
	50	2%	31	3,17%	3,90%	1,99	1,94	0,00%	100%		
			225	0,44%	9,20%	1,74	1,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	14,60%	1,61	1,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	22,80%	1,46	1,41	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	5,60%	2,04	1,98	0,06%	100%		
	100	1%	31	3,17%	4,30%	1,97	1,91	0,00%	100%		
			225	0,44%	9,60%	1,72	1,68	0,00%	100%		
			475	0,21%	15,50%	1,59	1,54	0,00%	100%		
			975	0,10%	23,60%	1,40	1,44	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,80%	2,36	2,32	0,03%	100%		
			225	0,44%	1,60%	2,10	2,07	0,01%	100%		
			475	0,21%	2,50%	1,96	1,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	5,00%	1,78	1,75	0,01%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	8,25	8,09	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	7,08	6,94	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,18	5,08	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,35	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,50	3,44	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	8,10	7,94	0,00%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	6,95	6,81	0,00%	100%	3,5%	MEDIA
			225	0,44%	0,00%	5,09	4,99	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,27	4,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,44	3,37	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	8,01	7,84	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,87	6,72	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,03	4,92	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,22	4,13	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,91	7,74	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,79	6,64	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,97	4,86	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,17	4,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	7,82	7,64	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,71	6,56	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,90	4,80	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,32	3,25	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	7,74	7,56	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,64	6,49	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,86	4,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,08	3,98	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,28	3,21	0,00%	100%		
475			0,21%	0,00%	4,79	4,72	0,00%	100%			
975			0,10%	0,00%	3,94	3,89	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	4,10%	2,20	2,23	1,76%	98%		
			31	3,17%	4,80%	2,14	2,22	0,07%	100%		
			225	0,44%	8,80%	1,81	1,88	0,02%	100%		
			475	0,21%	12,8%	1,63	1,69	0,01%	100%		
			975	0,10%	19,4%	1,44	1,49	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	4,1%	2,20	2,23	0,82%	99%		
			31	3,17%	5,4%	2,07	2,15	0,03%	100%		
			225	0,44%	10,3%	1,75	1,82	0,01%	100%		
			475	0,21%	14,9%	1,58	1,64	0,01%	100%		
			975	0,10%	20,9%	1,39	1,44	0,00%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	10	10%	Sin sismo	100%	4,1%	2,20	2,23	0,41%	100%	40,3%	ALTA
			31	3,17%	5,7%	2,03	2,10	0,02%	100%		
			225	0,44%	10,4%	1,71	1,77	0,00%	100%		
			475	0,21%	16,3%	1,54	1,60	0,00%	100%		
			975	0,10%	22,30%	1,36	1,41	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	4,60%	2,16	2,24	0,23%	100%		
			31	3,17%	6,10%	1,99	2,06	0,01%	100%		
			225	0,44%	11,50%	1,68	1,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	17,30%	1,51	1,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	23,90%	1,33	1,38	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	4,90%	2,11	2,19	0,10%	100%		
			31	3,17%	6,70%	1,94	2,01	0,00%	100%		
			225	0,44%	12,90%	1,64	1,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	18,20%	1,48	1,53	0,00%	100%		
			975	0,10%	26,20%	1,30	1,34	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	5,10%	2,08	2,15	0,05%	100%		
			31	3,17%	7,20%	1,91	1,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	13,40%	1,61	1,66	0,00%	100%		
			475	0,21%	19,20%	1,45	1,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	28,00%	1,28	1,32	0,00%	100%		
			31	3,17%	4,30%	2,19	2,22	0,14%	100%		
			225	0,44%	4,40%	2,16	2,19	0,02%	100%		
			475	0,21%	6,20%	2,00	2,10	0,01%	100%		
	975	0,10%	9,80%	1,77	1,85	0,01%	100%				
	2,33	43%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	24,08%	76%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,78%	99%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,11%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,05%	100%		
975			0,10%	51,40%	0,99	1,01	0,02%	100%			
20%		Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	11,22%	89%			
		31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,36%	100%			
		225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,05%	100%			
		475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,02%	100%			
		975	0,10%	55,70%	0,96	0,99	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	5,61%	94%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,18%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,03%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,01%	100%		
			975	0,10%	57,80%	0,95	0,97	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	2,81%	97%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,09%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,01%	100%		
			975	0,10%	59,70%	0,93	0,96	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	1,12%	99%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,04%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,00%	100%		
			975	0,10%	60,80%	0,92	0,94	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	56,20%	1,04	1,04	0,56%	99%		
			31	3,17%	57,20%	1,03	1,03	0,02%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,00%	100%		
			475	0,21%	58,70%	1,01	1,02	0,00%	100%		
			975	0,10%	62,50%	0,91	0,93	0,00%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,12%	100%		
			975	0,10%	59,10%	1,00	1,01	0,06%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,60	4,50	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,19	4,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,45	3,39	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,59	2,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	4,51	4,42	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,99	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,54	2,51	0,00%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	4,46	4,36	0,00%	100%	23,7%	ALTA
			31	3,17%	0,00%	4,07	3,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,95	2,91	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,52	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	4,40	4,30	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,02	3,93	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,31	3,25	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,92	2,87	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,49	2,45	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,35	4,25	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	3,97	3,88	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,27	3,20	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,89	2,84	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,46	2,42	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	4,30	4,20	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	3,93	3,84	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,24	3,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,86	2,81	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,44	2,40	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	28,20%	1,28	1,31	12,10%	88%		
			31	3,17%	29,90%	1,25	1,28	0,41%	100%		
			225	0,44%	36,00%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			475	0,21%	39,80%	1,14	1,17	0,04%	100%		
			975	0,10%	39,14%	1,08	1,10	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	31,50%	1,24	1,27	6,30%	94%		
			31	3,17%	34,20%	1,21	1,24	0,22%	100%		
			225	0,44%	39,70%	1,15	1,18	0,04%	100%		
			475	0,21%	43,10%	1,10	1,13	0,02%	100%		
			975	0,10%	42,34%	1,06	1,08	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	34,30%	1,21	1,24	3,43%	97%		
			31	3,17%	37,30%	1,18	1,21	0,12%	100%		
			225	0,44%	42,00%	1,12	1,15	0,02%	100%		
			475	0,21%	45,50%	1,08	1,11	0,01%	100%		
			975	0,10%	43,74%	1,05	1,07	0,00%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	20	5%	Sin sismo	100%	37,40%	1,18	1,21	1,87%	98%	41,1%	ALTA
			31	3,17%	39,70%	1,15	1,18	0,06%	100%		
			225	0,44%	44,80%	1,09	1,12	0,01%	100%		
			475	0,21%	48,00%	1,05	1,08	0,01%	100%		
			975	0,10%	45,85%	1,03	1,05	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	39,70%	1,15	1,18	0,79%	99%		
			31	3,17%	42,90%	1,12	1,15	0,03%	100%		
			225	0,44%	47,30%	1,07	1,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	51,10%	1,03	1,05	0,00%	100%		
			975	0,10%	52,60%	1,02	1,04	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	43,30%	1,13	1,15	0,43%	100%		
			31	3,17%	45,00%	1,10	1,12	0,01%	100%		
			225	0,44%	49,60%	1,04	1,07	0,00%	100%		
			475	0,21%	53,20%	1,00	1,03	0,00%	100%		
			975	0,10%	55,30%	0,99	1,02	0,00%	100%		
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	54,40%	0,96	1,00	23,35%		
31				3,17%	61,00%	0,89	0,94	0,83%	99%		
225				0,44%	75,70%	0,77	0,81	0,14%	100%		
475				0,21%	83,10%	0,71	0,74	0,08%	100%		
975				0,10%	90,80%	0,63	0,65	0,04%	100%		
5		20%	Sin sismo	100%	58,60%	0,93	0,96	11,72%	88%		
			31	3,17%	65,00%	0,87	0,91	0,41%	100%		
			225	0,44%	79,50%	0,75	0,78	0,07%	100%		
			475	0,21%	86,40%	0,69	0,71	0,04%	100%		
			975	0,10%	92,50%	0,61	0,63	0,02%	100%		
10		10%	Sin sismo	100%	61,80%	0,91	0,94	6,18%	94%		
			31	3,17%	68,90%	0,85	0,79	0,22%	100%		
			225	0,44%	81,80%	0,73	0,76	0,04%	100%		
			475	0,21%	88,20%	0,67	0,69	0,02%	100%		
			975	0,10%	93,70%	0,59	0,61	0,01%	100%		
20		5%	Sin sismo	100%	65,00%	0,89	0,92	3,25%	97%		
			31	3,17%	71,80%	0,83	0,86	0,11%	100%		
			225	0,44%	82,80%	0,72	0,74	0,02%	100%		
			475	0,21%	89,50%	0,65	0,68	0,01%	100%		
			975	0,10%	94,80%	0,58	0,60	0,00%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	50	2%	Sin sismo	100%	67,60%	0,87	0,89	1,35%	99%		
			31	3,17%	74,20%	0,81	0,83	0,05%	100%		
			225	0,44%	85,00%	0,70	0,72	0,01%	100%		
			475	0,21%	90,50%	0,64	0,66	0,00%	100%		
			975	0,10%	95,40%	0,57	0,58	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	70,30%	0,85	0,87	0,70%	99%		
			31	3,17%	76,20%	0,79	0,82	0,02%	100%		
			225	0,44%	86,40%	0,69	0,70	0,00%	100%		
			475	0,21%	91,00%	0,63	0,64	0,00%	100%		
			975	0,10%	95,80%	0,56	0,57	0,00%	100%		

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	7,58	7,80	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	6,08	6,26	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,20	4,31	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,46	3,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,81	2,88	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	7,47	7,68	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,99	6,16	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,13	4,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,41	3,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,76	2,84	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	7,36	7,56	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,90	6,06	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,07	4,18	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,36	3,45	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,72	2,79	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,25	7,44	0,00%	100%		
31			3,17%	0,00%	5,81	5,97	0,00%	100%			
225			0,44%	0,00%	4,01	4,11	0,00%	100%			
475			0,21%	0,00%	3,31	3,39	0,00%	100%			

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	50	2%	975	0,10%	0,00%	2,68	2,75	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	7,16	7,35	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,74	5,89	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,96	4,06	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,27	3,35	0,00%	100%		
	975	0,10%	0,00%	2,65	2,71	0,00%	100%				
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	9,00	9,09	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,33	7,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,05	5,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,17	4,32	0,00%	100%		
975			0,10%	0,00%	3,38	3,50	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	39,70%	1,31	1,27	17,04%	83%	31,5%	ALTA
			31	3,17%	46,10%	1,24	1,20	0,63%	99%		
			225	0,44%	57,90%	1,10	1,06	0,11%	100%		
			475	0,21%	65,30%	1,01	0,98	0,06%	100%		
			975	0,10%	70,80%	0,92	0,88	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	42,70%	1,28	1,23	8,54%	91%		
			31	3,17%	49,70%	1,21	1,16	0,32%	100%		
			225	0,44%	60,00%	1,07	1,03	0,05%	100%		
			475	0,21%	66,90%	0,99	0,95	0,03%	100%		
			975	0,10%	72,20%	0,89	0,86	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	45,80%	1,26	1,21	4,58%	95%		
			31	3,17%	51,70%	1,19	1,14	0,16%	100%		
			225	0,44%	62,10%	1,05	1,01	0,03%	100%		
			475	0,21%	68,00%	0,97	0,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,00%	0,88	0,84	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	47,50%	1,24	1,19	2,38%	98%		
			31	3,17%	53,30%	1,17	1,12	0,08%	100%		
			225	0,44%	64,30%	1,03	0,989	0,01%	100%		
			475	0,21%	68,80%	0,95	0,91	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,90%	0,86	0,83	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	49,60%	1,22	1,17	0,99%	99%			
		31	3,17%	55,60%	1,15	1,10	0,04%	100%			
		225	0,44%	65,70%	1,01	0,97	0,01%	100%			
		475	0,21%	69,70%	0,94	0,90	0,00%	100%			
		975	0,10%	75,20%	0,85	0,81	0,00%	100%			

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	100	1%	Sin sismo	100%	51,30%	1,20	1,15	0,51%	99%		
			31	3,17%	56,40%	1,13	1,09	0,02%	100%		
			225	0,44%	66,30%	1,00	0,96	0,00%	100%		
			475	0,21%	70,70%	0,92	0,88	0,00%	100%		
			975	0,10%	75,40%	0,83	0,80	0,00%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	60,30%	0,92	0,95	25,88%	74%	44,7%	ALTA
			31	3,17%	76,00%	0,87	0,87	1,04%	99%		
			225	0,44%	89,20%	0,76	0,76	0,17%	100%		
			475	0,21%	93,80%	0,70	0,70	0,08%	100%		
			975	0,10%	92,00%	0,63	0,64	0,04%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	65,30%	0,89	0,91	13,06%	87%		
			31	3,17%	71,50%	0,84	0,86	0,45%	100%		
			225	0,44%	81,70%	0,74	0,76	0,07%	100%		
			475	0,21%	88,80%	0,68	0,69	0,04%	100%		
			975	0,10%	93,70%	0,60	0,62	0,02%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	68,10%	0,87	0,89	6,81%	93%		
			31	3,17%	74,00%	0,82	0,84	0,23%	100%		
			225	0,44%	83,10%	0,72	0,74	0,04%	100%		
			475	0,21%	90,00%	0,66	0,67	0,02%	100%		
			975	0,10%	95,00%	0,59	0,60	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	71,00%	0,84	0,87	3,55%	96%		
			31	3,17%	76,30%	0,80	0,82	0,12%	100%		
			225	0,44%	84,60%	0,70	0,72	0,02%	100%		
			475	0,21%	91,00%	0,66	0,64	0,01%	100%		
			975	0,10%	95,60%	0,57	0,58	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	73,90%	0,82	0,84	1,48%	99%			
		31	3,17%	78,40%	0,77	0,79	0,05%	100%			
		225	0,44%	86,80%	0,68	0,69	0,01%	100%			
		475	0,21%	90,80%	0,63	0,64	0,00%	100%			
		975	0,10%	96,10%	0,56	0,57	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	75,60%	0,80	0,82	0,76%	99%			
		31	3,17%	80,20%	0,76	0,77	0,03%	100%			
		225	0,44%	88,40%	0,66	0,68	0,00%	100%			
		475	0,21%	92,20%	0,61	0,62	0,00%	100%			
		975	0,10%	95,10%	0,55	0,55	0,00%	100%			

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	41,70%	1,24	1,21	17,90%	82%	31,7%	ALTA
			31	3,17%	49,00%	1,17	1,14	0,67%	99%		
			225	0,44%	60,00%	1,04	1,02	0,11%	100%		
			475	0,21%	67,40%	0,97	0,94	0,06%	100%		
			975	0,10%	729,00%	0,88	0,86	0,32%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	40,40%	1,23	1,20	8,08%	92%		
			31	3,17%	46,60%	1,16	1,14	0,30%	100%		
			225	0,44%	60,90%	1,04	1,01	0,05%	100%		
			475	0,21%	67,90%	0,94	0,96	0,03%	100%		
			975	0,10%	74,40%	0,88	86,00	0,02%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	42,70%	1,21	1,18	4,27%	96%		
			31	3,17%	48,80%	1,15	1,12	0,15%	100%		
			225	0,44%	62,70%	1,02	1,00	0,03%	100%		
			475	0,21%	69,30%	0,94	0,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	75,30%	0,87	0,85	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	45,20%	1,19	1,17	2,26%	98%		
			31	3,17%	50,80%	1,13	1,10	0,08%	100%		
			225	0,44%	64,30%	1,00	0,98	0,01%	100%		
			475	0,21%	69,90%	0,93	0,91	0,01%	100%		
			975	0,10%	76,10%	0,85	0,83	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	46,70%	1,18	1,15	0,93%	99%		
			31	3,17%	53,20%	1,11	1,09	0,03%	100%		
			225	0,44%	66,10%	0,99	0,97	0,01%	100%		
			475	0,21%	71,20%	0,92	0,90	0,00%	100%		
			975	0,10%	77,60%	0,84	0,82	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	48,20%	1,16	1,13	0,48%	100%		
			31	3,17%	54,80%	1,10	1,07	0,02%	100%		
			225	0,44%	67,30%	0,98	0,95	0,00%	100%		
475			0,21%	71,80%	0,91	0,89	0,00%	100%			
975			0,10%	78,50%	0,83	0,81	0,00%	100%			
1	100%	Sin sismo	100%	19,40%	1,48	1,46	19,40%	81%	19,4%	ALTA	
		31	3,17%	23,90%	1,40	1,38	0,01%	100%			
		225	0,44%	36,40%	1,25	1,23	0,00%	100%			
		475	0,21%	46,20%	1,51	1,14	0,00%	100%			

PERFIL 13												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∑(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			975	0,10%	55,60%	1,06	1,04	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	8,90%	1,90	1,92	3,82%	96%	7,3%	MEDIA	
			31	3,17%	9,10%	1,90	1,92	0,12%	100%			
			225	0,44%	9,10%	1,88	1,97	0,02%	100%			
			475	0,21%	9,30%	1,99	1,98	0,01%	100%			
			975	0,10%	1,40%	1,80	1,61	0,00%	100%			
	5	20%	Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	1,76%	98%			
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,06%	100%			
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,90	0,01%	100%			
			475	0,21%	9,30%	1,87	1,89	0,00%	100%			
			975	0,10%	7,20%	1,77	1,84	0,00%	100%			
	10	10%	Sin sismo	100%	8,90%	1,90	1,92	0,89%	99%			
			31	3,17%	9,10%	1,90	1,92	0,03%	100%			
			225	0,44%	9,10%	1,88	1,99	0,00%	100%			
			475	0,21%	9,30%	1,88	1,98	0,00%	100%			
			975	0,10%	2,30%	1,74	1,77	0,00%	100%			
	20	5%	Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,44%	100%			
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,01%	100%			
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,902	0,00%	100%			
			475	0,21%	8,20%	1,92	1,94	0,00%	100%			
			975	0,10%	11,56%	1,69	1,76	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,18%	100%			
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,01%	100%			
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,90	0,00%	100%			
			475	0,21%	6,80%	1,91	1,99	0,00%	100%			
			975	0,10%	12,20%	1,65	1,73	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,09%	100%			
			31	3,17%	8,90%	1,90	1,92	0,00%	100%			
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,90	0,00%	100%			
475			0,21%	7,30%	1,88	1,96	0,00%	100%				
975			0,10%	13,10%	1,63	1,70	0,00%	100%				
1	100%	Sin sismo	100,00%	8,30%	1,91	1,93	8,30%	92%				
		31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,28%	100%				
		225	0,44%	9,00%	1,89	1,91	0,04%	100%				
		475	0,21%	9,20%	1,88	1,90	0,02%	100%				
		975	0,10%	2,10%	1,90	1,90	0,00%	100%				
											8,6%	MEDIA

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	78,50%	0,85	0,81	33,69%	66%	53,5%	ALTA
			31	3,17%	81,80%	0,80	0,76	1,11%	99%		
			225	0,44%	87,60%	0,69	0,66	0,17%	100%		
			475	0,21%	90,90%	0,64	0,61	0,08%	100%		
			975	0,10%	92,80%	0,58	0,55	0,04%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	80,40%	0,81	0,78	16,08%	84%		
			31	3,17%	83,70%	0,76	0,73	0,53%	99%		
			225	0,44%	88,50%	0,67	0,63	0,08%	100%		
			475	0,21%	91,30%	0,61	0,58	0,04%	100%		
			975	0,10%	93,60%	0,55	0,52	0,02%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	81,50%	0,79	0,75	8,15%	92%		
			31	3,17%	85,10%	0,74	0,71	0,27%	100%		
			225	0,44%	89,30%	0,65	0,62	0,04%	100%		
			475	0,21%	92,10%	0,60	0,57	0,02%	100%		
			975	0,10%	93,90%	0,54	0,51	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	82,70%	0,77	0,74	4,14%	96%		
			31	3,17%	85,60%	0,69	0,72	0,14%	100%		
			225	0,44%	89,90%	0,63	0,60	0,02%	100%		
			475	0,21%	92,10%	0,56	0,58	0,01%	100%		
			975	0,10%	94,00%	0,52	0,50	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	83,80%	0,75	0,72	1,68%	98%		
			31	3,17%	86,30%	0,71	0,67	0,05%	100%		
			225	0,44%	90,80%	0,62	0,59	0,01%	100%		
			475	0,21%	92,40%	0,57	0,54	0,00%	100%		
			975	0,10%	94,00%	0,51	0,48	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	84,80%	0,74	0,70	0,85%	99%		
			31	3,17%	86,70%	0,69	0,66	0,03%	100%		
			225	0,44%	91,20%	0,60	0,57	0,00%	100%		
475			0,21%	92,40%	0,55	0,52	0,00%	100%			
975			0,10%	94,30%	0,50	0,47	0,00%	100%			
1	100%	Sin sismo	100%	53,30%	1,11	1,07	53,30%	47%			
		31	3,17%	60,50%	1,04	1,01	1,92%	98%			
		225	0,44%	74,60%	0,92	0,88	0,33%	100%			
		475	0,21%	80,20%	0,64	0,81	0,17%	100%			
		975	0,10%	86,20%	0,76	0,73	0,09%	100%			

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,91	5,04	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,59	3,69	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,72	4,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,46	3,54	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,59	4,69	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,36	3,44	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,47	4,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,27	3,34	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,94	5,90	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	5,82	5,78	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	5,57	5,54	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,20%	4,34	4,43	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,70%	3,18	3,24	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,91	5,87	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	5,79	5,75	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	5,55	5,51	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,30%	4,25	4,32	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,70%	3,11	3,17	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	31,90%	1,40	1,37	13,69%	86%	25,5%	ALTA
			31	3,17%	33,70%	1,37	1,33	0,46%	100%		
			225	0,44%	39,30%	1,29	1,25	0,07%	100%		
			475	0,21%	44,1%	1,24	1,20	0,04%	100%		
			975	0,10%	50,1%	1,18	1,14	0,02%	100%		

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	Sin sismo	100%	33,6%	1,38	1,34	6,72%	93%	19,7%	ALTA
			31	3,17%	36,3%	1,34	1,30	0,23%	100%		
			225	0,44%	42,3%	1,26	1,23	0,04%	100%		
			475	0,21%	47,0%	1,22	1,18	0,02%	100%		
			975	0,10%	52,9%	1,16	1,12	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	35,1%	1,36	1,32	3,51%	96%		
			31	3,17%	37,7%	1,32	1,28	0,12%	100%		
			225	0,44%	44,1%	1,25	1,21	0,02%	100%		
			475	0,21%	48,7%	1,20	1,16	0,01%	100%		
			975	0,10%	53,80%	1,14	1,10	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	36,60%	1,34	1,30	1,83%	98%		
			31	3,17%	39,40%	1,31	1,27	0,06%	100%		
			225	0,44%	45,80%	1,23	1,19	0,01%	100%		
			475	0,21%	51,00%	1,18	1,14	0,01%	100%		
			975	0,10%	55,10%	1,12	1,09	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	38,30%	1,32	1,28	0,77%	99%		
			31	3,17%	41,00%	1,29	1,25	0,03%	100%		
			225	0,44%	48,00%	1,21	1,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	51,90%	1,17	1,13	0,00%	100%		
			975	0,10%	56,90%	1,11	1,07	0,00%	100%		
100	1%	Sin sismo	100%	39,60%	1,31	1,27	0,40%	100%			
		31	3,17%	42,30%	1,27	1,23	0,01%	100%			
		225	0,44%	49,80%	1,20	1,16	0,00%	100%			
		475	0,21%	54,00%	1,15	1,11	0,00%	100%			
		975	0,10%	57,90%	1,10	1,06	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	23,10%	1,45	1,42	9,91%	90%		
			31	3,17%	27,80%	1,38	1,35	0,38%	100%		
			225	0,44%	38,30%	1,25	1,23	0,07%	100%		
			475	0,21%	44,40%	1,16	1,15	0,04%	100%		
			975	0,10%	55,30%	1,06	1,04	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	25,70%	1,42	1,39	5,14%	95%		
			31	3,17%	30,70%	1,35	1,32	0,19%	100%		
			225	0,44%	41,50%	1,23	1,20	0,04%	100%		
			475	0,21%	46,50%	1,14	1,12	0,02%	100%		
			975	0,10%	57,10%	1,04	1,02	0,01%	100%		

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	Sin sismo	100%	27,30%	1,40	1,37	2,73%	97%		
			31	3,17%	32,20%	1,34	1,31	0,10%	100%		
			225	0,44%	43,40%	1,21	1,18	0,02%	100%		
			475	0,21%	48,50%	1,13	1,11	0,01%	100%		
			975	0,10%	58,70%	1,02	1,01	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	28,80%	1,38	1,35	1,44%	99%		
			31	3,17%	33,90%	1,32	1,29	0,05%	100%		
			225	0,44%	45,70%	1,19	1,17	0,01%	100%		
			475	0,21%	49,80%	1,11	1,10	0,01%	100%		
			975	0,10%	60,00%	1,01	0,99	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	30,90%	1,36	1,33	0,62%	99%		
			31	3,17%	35,30%	1,30	1,27	0,02%	100%		
			225	0,44%	47,20%	1,18	1,15	0,00%	100%		
			475	0,21%	51,10%	1,10	1,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	62,20%	1,00	0,98	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	32,20%	1,35	1,32	0,32%	100%		
			31	3,17%	37,10%	1,29	1,26	0,01%	100%		
			225	0,44%	49,10%	1,17	1,14	0,00%	100%		
			475	0,21%	52,70%	1,09	1,07	0,00%	100%		
			975	0,10%	63,00%	0,99	0,97	0,00%	100%		

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	11,44	11,11	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	9,17	8,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,09	5,97	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,92	4,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	3,64	3,72	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	11,27	10,94	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,01	8,83	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,98	5,86	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,75	4,85	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,49	3,57	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	11,13	10,80	0,00%	100%		

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	8,90	8,71	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,91	5,78	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,61	4,70	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,50%	3,39	3,45	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	11,00	10,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,79	8,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,83	5,71	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,47	4,55	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	10,87	10,53	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,69	8,50	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,77	5,64	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,35	4,42	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	10,72	10,37	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,58	8,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,70	5,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,22	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	3,10	3,14	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	10,15	10,01	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,74	6,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,49	5,41	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	4,32	4,27	0,00%	100%		
			31	3,17%	30,20%	1,43	1,39	0,41%	100%		
			225	0,44%	40,50%	1,27	1,23	0,08%	100%		
			475	0,21%	49,6%	1,18	1,15	0,04%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	19,5%	1,56	1,53	3,90%	96%		
			31	3,17%	23,7%	1,49	1,46	0,15%	100%		
			225	0,44%	32,7%	1,34	1,32	0,03%	100%		
			475	0,21%	39,1%	1,26	1,24	0,02%	100%		
			975	0,10%	53,5%	1,15	1,11	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	27,7%	1,57	1,52	2,77%	97%		
			31	3,17%	31,2%	1,50	1,45	0,10%	100%		
			225	0,44%	39,0%	1,35	1,31	0,02%	100%		
475			0,21%	45,2%	1,27	1,23	0,01%	100%			
975			0,10%	52,90%	1,17	1,13	0,01%	100%			

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	20	5%	Sin sismo	100%	36,50%	1,36	1,32	1,83%	98%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	40,90%	1,30	1,26	0,06%	100%		
			225	0,44%	52,10%	1,17	1,13	0,01%	100%		
			475	0,21%	58,10%	1,09	1,05	0,01%	100%		
			975	0,10%	65,80%	1,00	0,97	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	21,50%	1,98	1,88	0,43%	100%		
			31	3,17%	24,80%	1,89	1,79	0,02%	100%		
			225	0,44%	30,60%	1,72	1,63	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,62%	1,54	34,40	0,00%	100%		
			975	0,10%	39,30%	1,50	1,42	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	30,30%	1,71	1,63	0,30%	100%		
			31	3,17%	33,00%	1,64	1,56	0,01%	100%		
			225	0,44%	39,40%	1,49	1,41	0,00%	100%		
			475	0,21%	42,30%	1,40	1,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	49,30%	1,29	1,22	0,00%	100%		

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,29	6,23	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,09	5,06	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,40	3,38	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,78	2,77	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,24	2,23	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,19	6,12	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,01	4,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	2,74	2,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,35	3,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,21	2,20	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,13	6,05	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,96	4,92	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,31	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,72	2,70	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,20%	2,19	2,18	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	6,06	5,99	0,00%	100%		

PERFIL 16												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			31	3,17%	0,00%	4,91	4,87	0,00%	100%	16,0%	MEDIA	
			225	0,44%	0,00%	3,28	3,26	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,10%	2,69	2,67	0,00%	100%			
			975	0,10%	1,20%	2,17	2,15	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	6,00	5,92	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	4,86	4,82	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	3,25	3,22	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,10%	2,66	2,65	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,95	5,87	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	4,83	4,78	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	3,22	3,20	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,10%	2,64	2,63	0,00%	100%			
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	18,10%	1,50	1,47	7,77%			92%
				31	3,17%	22,60%	1,42	1,40	0,31%			100%
				225	0,44%	34,00%	1,27	1,25	0,06%			100%
				475	0,21%	43,00%	1,18	1,16	0,04%			100%
975				0,10%	53,70%	1,08	1,06	0,02%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	20,40%	1,47	1,44	4,08%	96%			
			31	3,17%	24,60%	1,40	1,37	0,16%	100%			
			225	0,44%	36,90%	1,25	1,23	0,03%	100%			
			475	0,21%	46,30%	1,16	1,14	0,02%	100%			
			975	0,10%	55,60%	1,06	1,04	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	21,50%	1,45	1,43	2,15%	98%			
			31	3,17%	26,50%	1,38	1,35	0,08%	100%			
			225	0,44%	39,00%	1,23	1,21	0,02%	100%			
			475	0,21%	47,60%	1,15	1,13	0,01%	100%			
			975	0,10%	57,20%	1,05	1,03	0,01%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	20,90%	1,46	1,44	1,05%	99%			
			31	3,17%	25,00%	1,39	1,37	0,04%	100%			
			225	0,44%	37,40%	1,24	1,22	0,01%	100%			
			475	0,21%	46,80%	1,16	1,13	0,00%	100%			
			975	0,10%	56,40%	1,05	1,03	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	33,90%	1,27	1,25	0,68%	99%				
		31	3,17%	42,00%	1,19	1,17	0,03%	100%				

PERFIL 16												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			225	0,44%	56,70%	1,05	1,03	0,01%	100%	20,0%	ALTA	
			475	0,21%	64,20%	0,97	0,95	0,00%	100%			
			975	0,10%	73,90%	0,88	0,86	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	35,40%	1,26	1,24	0,35%	100%			
			31	3,17%	43,40%	1,18	1,16	0,01%	100%			
			225	0,44%	57,50%	1,04	1,02	0,00%	100%			
			475	0,21%	65,40%	0,96	0,94	0,00%	100%			
			975	0,10%	74,60%	0,87	0,85	0,00%	100%			
			Sin sismo	100%	21,30%	1,59	1,51	9,14%	91%			
	BAJA	2,33	43%	31	3,17%	30,90%	1,47	1,39	0,42%			100%
				225	0,44%	47,40%	1,24	1,17	0,09%			100%
				475	0,21%	55,80%	1,12	1,06	0,05%			100%
				975	0,10%	67,50%	0,99	0,94	0,03%			100%
				Sin sismo	100%	27,00%	1,54	1,46	5,40%			95%
5		20%	31	3,17%	36,20%	1,41	1,34	0,23%	100%			
			225	0,44%	50,80%	1,19	1,13	0,05%	100%			
			475	0,21%	58,80%	1,08	1,02	0,02%	100%			
			975	0,10%	70,20%	0,95	0,90	0,01%	100%			
			Sin sismo	100%	29,70%	1,52	1,44	2,97%	97%			
10		10%	31	3,17%	38,00%	1,40	1,32	0,12%	100%			
			225	0,44%	52,50%	1,17	1,11	0,02%	100%			
			475	0,21%	57,20%	1,05	1,03	0,01%	100%			
			975	0,10%	71,10%	0,92	0,90	0,01%	100%			
	Sin sismo		100%	33,00%	1,48	1,40	1,65%	98%				
20	5%	31	3,17%	40,90%	1,36	1,29	0,06%	100%				
		225	0,44%	55,80%	1,14	1,08	0,01%	100%				
		475	0,21%	63,50%	1,03	0,97	0,01%	100%				
		975	0,10%	73,60%	0,91	0,86	0,00%	100%				
		Sin sismo	100%	43,50%	1,32	1,25	0,87%	99%				
50	2%	31	3,17%	58,10%	1,11	1,04	0,04%	100%				
		225	0,44%	66,90%	0,99	0,94	0,01%	100%				
		475	0,21%	75,70%	0,87	0,82	0,00%	100%				
		975	0,10%	38,70%	1,40	1,33	0,00%	100%				
		Sin sismo	100%	40,80%	1,38	1,30	0,41%	100%				
100	1%	31	3,17%	47,00%	1,27	1,20	0,01%	100%				
		225	0,44%	59,40%	1,08	1,02	0,00%	100%				
		Sin sismo	100%	40,80%	1,38	1,30	0,41%	100%				

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	68,30%	0,97	0,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	76,30%	0,86	0,81	0,00%	100%		

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	5,95	5,84	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,17	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,98	3,91	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,37	3,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	2,76	2,72	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,84	5,73	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,07	4,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,91	3,84	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,31	3,26	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,20%	2,71	2,67	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,77	5,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,01	4,91	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,86	3,78	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,27	3,22	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,68	2,64	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,70	5,59	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,95	4,85	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,82	3,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,24	3,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,65	2,61	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,63	5,52	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	4,89	4,79	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	3,77	3,69	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,30%	2,62	2,58	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,58	5,46	0,00%	100%			

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	4,84	4,74	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,73	3,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,17	3,12	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,60	2,55	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,77	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,51	4,45	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,82	3,79	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,13	3,10	0,00%	100%		

7.2 Resultados de las modelaciones considerando un nivel freático a -3.0 m de profundidad y zonificación de amenaza según el criterio Servicio Geológico Colombiano

Con el fin de considerar cómo se comportaría la ladera al efectuar obras de mitigación orientadas al manejo de las aguas mediante la construcción de alcantarillado pluvial y algunos niveles de filtros a una profundidad de -3.0 m para un manejo adecuado de agua, se realizaron los análisis con los diferentes periodos de sismo. Por lo tanto en este numeral se presenta el resumen de los resultados de las modelaciones y las Probabilidades totales de Falla anual de cada perfil con las cuales se definió los niveles de amenaza siguiendo el criterio Servicio Geológico Colombiano (Tabla 7.1).

Para estos análisis se consideró que el nivel del agua se mantendría a una profundidad de -3.0 m en la medida que los filtros se mantengan dicho nivel de agua. Cabe resaltar que los valores que se presentan en las siguientes tablas, se obtuvieron de los análisis de estabilidad realizados en Slide cuyo resultado se encuentra en el Anexo E y el cálculo de las probabilidades se determinó según lo explicado en la sección 7. A continuación, se presentan los resultados de estas modelaciones.

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,20%	4,09	4,26	0,20%	100%	0,2%	MEDIA

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,30%	3,73	3,88	0,01%	100%		
			225	0,44%	0,60%	3,12	3,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,70%	2,80	2,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,40%	2,47	2,57	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,60%	1,62	1,70	13,60%	86%	14,2%	MEDIA
			31	3,17%	15,40%	1,53	1,61	0,49%	100%		
			225	0,44%	22,70%	1,35	1,43	0,10%	100%		
			475	0,21%	26,90%	1,26	1,33	0,06%	100%		
			975	0,10%	35,10%	1,14	1,20	0,04%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	3,65	3,62	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	3,41	3,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	2,94	2,93	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,70	2,68	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	2,42	2,40	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	6,60%	1,61	1,62	6,60%	93%	6,9%	MEDIA
			31	3,17%	6,80%	1,60	1,62	0,22%	100%		
			225	0,44%	5,60%	1,51	1,55	0,02%	100%		
			475	0,21%	10,40%	1,37	1,39	0,02%	100%		
			975	0,10%	23,30%	1,20	1,23	0,02%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	6,50	6,65	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,85	5,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,14	4,18	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,40	3,43	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,74	2,77	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	7,70%	1,68	1,77	7,70%	92%	8,2%	MEDIA

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	10,50%	1,55	1,63	0,33%	100%		ALTA
			225	0,44%	25,60%	1,31	1,39	0,11%	100%		
			475	0,21%	33,90%	1,18	1,25	0,07%	100%		
			975	0,10%	45,10%	1,03	1,09	0,05%	100%		

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	4,82	4,75	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,40	4,36	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,62	3,58	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,20%	3,12	3,29	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,30%	2,60	2,74	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	10,00%	1,76	1,86	10,00%	90%	10,5%	MEDIA
			31	3,17%	12,80%	1,65	1,74	0,41%	100%		
			225	0,44%	20,50%	1,43	1,50	0,09%	100%		
			475	0,21%	25,10%	1,30	1,37	0,05%	100%		
			975	0,10%	34,40%	1,17	1,23	0,04%	100%		

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	2,23	2,26	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	2,09	2,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,50%	1,81	1,82	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,30%	1,65	1,67	0,00%	100%		
			975	0,10%	5,30%	1,48	1,49	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	18,40%	1,46	1,52	18,40%	82%	19,1%	ALTA
			31	3,17%	20,40%	1,39	1,45	0,65%	99%		
			225	0,44%	28,20%	1,26	1,31	0,13%	100%		
			475	0,21%	34,20%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			975	0,10%	41,60%	1,07	1,11	0,04%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,40%	1,63	1,62	0,40%	100%	0,5%	MEDIA
			31	3,17%	1,30%	1,56	1,54	0,04%	100%		
			225	0,44%	4,30%	1,41	1,40	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,70%	1,33	1,32	0,02%	100%		
			975	0,10%	20,70%	1,23	1,22	0,02%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,40%	1,70	1,71	13,40%	87%	13,9%	MEDIA
			31	3,17%	12,20%	1,67	1,74	0,39%	100%		
			225	0,44%	18,30%	1,47	1,54	0,08%	100%		
			475	0,21%	22,10%	1,37	1,43	0,05%	100%		
			975	0,10%	29,30%	1,24	1,29	0,03%	100%		

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	4,90%	1,64	1,63	4,90%	95%	5,1%	MEDIA
			31	3,17%	4,90%	1,64	1,63	0,16%	100%		
			225	0,44%	6,00%	1,53	1,50	0,03%	100%		
			475	0,21%	13,40%	1,37	1,38	0,03%	100%		
			975	0,10%	6,80%	1,48	1,48	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	1,80%	1,75	1,75	1,80%	98%	1,9%	MEDIA
			31	3,17%	2,90%	1,61	1,66	0,09%	100%		
			225	0,44%	4,60%	1,53	1,58	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,70%	1,38	1,42	0,02%	100%		
			975	0,10%	16,50%	1,31	1,36	0,02%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,10%	3,19	1,14	0,10%	100%	0,1%	MEDIA
			31	3,17%	0,10%	3,02	2,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	2,69	2,64	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	2,49	2,46	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,12	2,12	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,10%	1,58	1,65	13,10%	87%	13,7%	MEDIA

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	16,30%	1,49	1,56	0,52%	99%		
			225	0,44%	25,10%	1,31	1,38	0,11%	100%		
			475	0,21%	30,90%	1,21	1,27	0,06%	100%		
			975	0,10%	39,80%	1,09	1,15	0,04%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	42,90%	1,17	1,17	42,90%	57%	43,8%	ALTA
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	1,36%	99%		
			225	0,44%	43,20%	1,17	1,17	0,19%	100%		
			475	0,21%	43,80%	1,16	1,16	0,09%	100%		
			975	0,10%	8,91%	1,38	1,41	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	0,90%	2,49	2,43	0,90%	99%	0,9%	MEDIA
			31	3,17%	0,80%	2,36	2,32	0,03%	100%		
			225	0,44%	1,60%	2,10	2,07	0,01%	100%		
			475	0,21%	2,50%	1,96	1,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	5,00%	1,78	1,75	0,01%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	1,50%	2,83	2,97	1,50%	99%	1,6%	MEDIA
			31	3,17%	2,30%	2,61	2,74	0,07%	100%		
			225	0,44%	4,10%	2,20	2,31	0,02%	100%		
			475	0,21%	6,20%	2,00	2,10	0,01%	100%		
			975	0,10%	9,80%	1,77	1,85	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	3,00%	1,64	1,66	3,00%	97%	3,3%	MEDIA
			31	3,17%	4,90%	1,53	1,55	0,16%	100%		
			225	0,44%	13,40%	1,33	1,35	0,06%	100%		
			475	0,21%	23,10%	1,21	1,23	0,05%	100%		
			975	0,10%	38,90%	1,08	1,09	0,04%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	22,00%	1,39	1,42	22,00%	78%	22,8%	ALTA
			31	3,17%	23,90%	1,37	1,39	0,76%	99%		
			225	0,44%	26,50%	1,31	1,34	0,12%	100%		
			475	0,21%	28,11%	1,28	1,31	0,06%	100%		
			975	0,10%	32,10%	1,24	1,27	0,03%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	28,60%	1,17	1,21	28,60%	71%	29,8%	ALTA
			31	3,17%	37,00%	1,10	1,13	1,17%	99%		
			225	0,44%	55,70%	0,96	0,98	0,25%	100%		
			475	0,21%	68,50%	0,88	0,90	0,14%	100%		
			975	0,10%	82,10%	0,79	0,81	0,08%	100%		

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	17,30%	1,59	1,56	17,30%	83%	18,1%	ALTA
			31	3,17%	22,10%	1,51	1,47	0,70%	99%		
			225	0,44%	33,40%	1,34	1,30	0,15%	100%		
			475	0,21%	40,90%	1,24	1,21	0,09%	100%		
			975	0,10%	52,50%	1,13	1,10	0,05%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	33,60%	1,12	1,13	33,60%	66%	34,9%	ALTA
			31	3,17%	43,10%	1,06	1,07	1,37%	99%		
			225	0,44%	67,60%	0,91	0,91	0,30%	100%		
			475	0,21%	79,00%	0,83	0,83	0,17%	100%		
			975	0,10%	89,50%	0,74	0,74	0,09%	100%		

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	8,30%	1,91	1,93	8,30%	92%	8,6%	MEDIA
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,28%	100%		
			225	0,44%	9,00%	1,89	1,91	0,04%	100%		
			475	0,21%	9,20%	1,88	1,90	0,02%	100%		
			975	0,10%	2,10%	1,90	1,90	0,00%	100%		

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	53,30%	1,11	1,07	53,30%	47%	54,5%	ALTA
			31	3,17%	60,50%	1,04	1,01	1,92%	98%		
			225	0,44%	74,60%	0,92	0,88	0,33%	100%		
			475	0,21%	80,20%	0,64	0,81	0,17%	100%		
			975	0,10%	86,20%	0,76	0,73	0,09%	100%		

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	24,90%	1,52	1,48	24,90%	75%	25,7%	ALTA
			31	3,17%	27,30%	1,41	1,45	0,87%	99%		
			225	0,44%	27,80%	1,42	1,38	0,12%	100%		
			475	0,21%	31,80%	1,36	1,33	0,07%	100%		
			975	0,10%	36,80%	1,30	1,27	0,04%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	7,70%	1,68	1,66	7,70%	92%	8,2%	ALTA
			31	3,17%	11,20%	1,60	1,58	0,36%	100%		
			225	0,44%	19,00%	1,41	1,40	0,08%	100%		
			475	0,21%	25,20%	1,32	1,31	0,05%	100%		
			975	0,10%	38,80%	1,17	1,16	0,04%	100%		

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	6,70%	1,73	1,71	6,70%	93%	7,1%	MEDIA
			31	3,17%	8,90%	1,65	1,63	0,28%	100%		
			225	0,44%	16,80%	1,46	1,44	0,07%	100%		
			475	0,21%	24,60%	1,36	1,34	0,05%	100%		
			975	0,10%	33,90%	1,24	1,23	0,03%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	3,10%	1,89	1,87	3,10%	97%	3,5%	MEDIA
			31	3,17%	6,10%	1,73	1,71	0,19%	100%		
			225	0,44%	17,40%	1,44	1,43	0,08%	100%		
			475	0,21%	27,90%	1,30	1,28	0,06%	100%		
			975	0,10%	44,50%	1,14	1,13	0,05%	100%		

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	Ptotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA S.G.C
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	1,60%	2,26	2,23	1,60%	98%	1,7%	MEDIA
			31	3,17%	2,20%	2,13	2,09	0,07%	100%		
			225	0,44%	5,20%	1,87	1,84	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,30%	1,73	1,70	0,02%	100%		
			975	0,10%	14,80%	1,57	1,54	0,02%	100%		

7.3 Resultados de las modelaciones en condición actual y zonificación de amenaza según el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida

En este numeral se presenta un resumen de los resultados de las modelaciones y de las Probabilidades totales de Falla anual de cada perfil con las cuales se definió los niveles de amenaza siguiendo el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida (Tabla 7.2). Así mismo, muestra el resultado de los análisis de estabilidad obtenidos en cada zona de cada perfil en las diferentes condiciones de lluvia y sismo que se definieron en la sección 6.2.2.

Cabe resaltar que los valores que se presentan en las siguientes tablas, se obtuvieron de los análisis de estabilidad realizados en Slide cuyo resultado se encuentra en el Anexo E y el cálculo de las probabilidades se determinó según lo explicado en la sección 7.

P(hw): Probabilidad de que se genere ese nivel de agua.

F.S det: Factor de seguridad determinístico

P(k): Probabilidad de que se genere el sismo.

F.S mean: Factor de seguridad medio

P (F. S<1): Probabilidad de que se obtenga un F.S

Pf: Probabilidad de falla

menor a 1.0 dado el sismo y dado el nivel de agua.

PTotal: Probabilidad Total de falla anual

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,91	6,81	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,47	5,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,71	3,66	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,01	3,05	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,50%	2,47	2,43	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,79	6,69	0,00%	100%		

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	0,00%	5,37	5,29	0,00%	100%	0,3%	MEDIA
			225	0,44%	0,00%	3,65	3,59	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,00	2,95	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,43	2,39	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,71	6,60	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,31	5,22	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,60	3,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,97	2,92	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	6,64	6,53	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,25	5,16	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,56	3,50	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,93	2,88	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	6,56	6,44	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,19	5,10	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,52	3,46	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,90	2,85	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	6,50	6,38	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,14	5,05	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,49	3,43	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,87	2,82	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,30%	3,60	3,73	0,13%	100%		
			31	3,17%	0,40%	3,29	3,41	0,01%	100%		
			225	0,44%	0,70%	2,74	2,84	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,1%	2,47	2,55	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,9%	2,17	2,25	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,4%	3,50	3,63	0,08%	100%		
			31	3,17%	0,4%	3,20	3,31	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,8%	2,67	2,76	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,3%	2,40	2,48	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,4%	3,44	3,55	0,04%	100%		
			31	3,17%	0,5%	3,14	3,24	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,9%	2,62	2,70	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,5%	2,35	2,43	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,40%	3,37	3,48	0,02%	100%		
			975	0,10%	3,50%	2,07	2,14	0,00%	100%		

PERFIL 1												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			31	3,17%	0,50%	3,08	3,18	0,00%	100%	37,2%	ALTA	
			225	0,44%	0,90%	2,57	2,65	0,00%	100%			
			475	0,21%	1,60%	2,31	2,38	0,00%	100%			
			975	0,10%	3,70%	2,03	2,10	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,40%	3,31	3,41	0,01%	100%			
			31	3,17%	0,50%	3,02	3,11	0,00%	100%			
			225	0,44%	2,10%	2,52	2,61	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,80%	2,26	2,35	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,40%	3,26	3,36	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,90%	2,97	3,08	0,00%	100%			
			225	0,44%	2,20%	2,48	2,57	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,90%	2,23	2,31	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	51,00%	1,09	1,89	21,89%			78%
				31	3,17%	49,50%	1,08	1,09	0,67%			99%
				225	0,44%	51,60%	1,06	1,07	0,10%			100%
				475	0,21%	52,80%	1,05	1,06	0,05%			100%
975				0,10%	53,80%	0,97	1,01	0,02%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	51,00%	1,09	1,09	10,20%	90%			
			31	3,17%	49,50%	1,08	1,09	0,31%	100%			
			225	0,44%	51,00%	1,05	1,07	0,05%	100%			
			475	0,21%	50,30%	1,01	1,05	0,02%	100%			
			975	0,10%	59,00%	0,92	0,96	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	49,40%	1,07	1,09	4,94%	95%			
			31	3,17%	50,40%	1,06	1,08	0,16%	100%			
			225	0,44%	52,80%	1,03	1,05	0,02%	100%			
			475	0,21%	52,80%	0,99	1,02	0,01%	100%			
			975	0,10%	61,60%	0,90	0,94	0,01%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	51,70%	1,05	1,06	2,59%	97%			
			31	3,17%	52,50%	1,04	1,05	0,08%	100%			
			225	0,44%	56,10%	1,01	1,02	0,01%	100%			
			475	0,21%	55,30%	0,97	1,00	0,01%	100%			
			975	0,10%	63,70%	0,88	0,92	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	54,90%	1,02	1,03	1,10%	99%				
		31	3,17%	56,40%	1,01	1,02	0,04%	100%				
		225	0,44%	59,20%	0,99	0,99	0,01%	100%				
		475	0,21%	59,20%	0,95	0,97	0,00%	100%				
		975	0,10%	67,10%	0,87	0,90	0,00%	100%				
100	1%	Sin sismo	100%	58,00%	1,00	1,01	0,58%	99%				

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	58,90%	0,99	1,00	0,02%	100%		
			225	0,44%	62,50%	0,96	0,97	0,00%	100%		
			475	0,21%	61,30%	0,93	0,95	0,00%	100%		
			975	0,10%	68,20%	0,85	0,88	0,00%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	10,38	10,22	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	8,13	8,00	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,46	5,37	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,48	4,41	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,61	3,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	10,20	10,03	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,99	7,86	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,37	5,27	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,40	4,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,49	3,55	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	10,79	9,02	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,89	7,75	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,30	5,21	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,35	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,50	3,44	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	9,97	9,78	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,81	7,66	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,24	5,15	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,29	4,22	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,47	3,40	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	9,85	9,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,72	7,57	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,18	5,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,25	4,17	0,00%	100%		
975			0,10%	0,10%	3,43	3,36	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	9,75	9,57	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	7,64	7,49	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	5,13	5,04	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,00%	4,21	4,13	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	3,38	3,35	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	3,15	3,12	0,00%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	0,00%	2,71	2,68	0,00%	100%	11,3%	ALTA
			475	0,21%	0,1%	2,45	2,48	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,4%	2,20	2,19	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,0%	3,31	3,28	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,08	3,05	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	2,66	2,63	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,2%	2,43	2,40	0,00%	100%		
	10	10%	975	0,10%	0,5%	2,17	2,14	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,0%	3,26	3,23	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,0%	2,62	2,59	0,00%	100%		
	20	5%	475	0,21%	0,3%	2,39	2,36	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,14	2,11	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	3,22	3,18	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	2,99	2,96	0,00%	100%		
	50	2%	225	0,44%	0,00%	2,59	2,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,36	2,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,70%	2,11	2,07	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	3,17	3,13	0,00%	100%		
	100	1%	31	3,17%	0,00%	2,95	2,91	0,00%	100%		
225			0,44%	0,00%	2,55	2,51	0,00%	100%			
475			0,21%	0,40%	2,33	2,29	0,00%	100%			
975			0,10%	0,80%	2,08	2,04	0,00%	100%			
		Sin sismo	100%	0,00%	3,13	3,09	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	2,87	2,91	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,10%	2,52	2,48	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,40%	2,30	2,26	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	975	0,10%	1,00%	2,05	2,02	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	16,60%	1,61	1,62	7,12%	93%		
			31	3,17%	6,10%	1,52	1,55	0,08%	100%		
			225	0,44%	18,60%	1,28	1,30	0,04%	100%		
			475	0,21%	31,10%	1,15	1,17	0,03%	100%		
	5	20%	975	0,10%	49,50%	1,01	1,03	0,02%	100%		
			Sin sismo	100%	16,60%	1,60	1,62	3,32%	97%		
			31	3,17%	7,20%	1,48	1,51	0,05%	100%		
			225	0,44%	21,60%	1,25	1,27	0,02%	100%		
	10	10%	475	0,21%	34,60%	1,13	1,14	0,01%	100%		
			975	0,10%	52,80%	0,99	1,00	0,01%	100%		
			Sin sismo	100%	4,03%	1,59	1,62	0,40%	100%		
			31	3,17%	8,10%	1,46	1,49	0,03%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			225	0,44%	24,00%	1,23	1,25	0,01%	100%	0,0%	BAJA
			475	0,21%	36,50%	1,11	1,12	0,01%	100%		
			975	0,10%	55,20%	0,98	0,99	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	4,90%	1,57	1,59	0,25%	100%		
			31	3,17%	9,00%	1,44	1,46	0,01%	100%		
			225	0,44%	25,60%	1,21	1,23	0,01%	100%		
			475	0,21%	38,80%	1,09	1,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	57,70%	0,96	0,97	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	5,60%	1,54	1,57	0,11%	100%		
			31	3,17%	9,80%	1,42	1,44	0,01%	100%		
			225	0,44%	28,20%	1,19	1,21	0,00%	100%		
			475	0,21%	40,80%	1,08	1,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	61,40%	0,95	0,96	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	5,90%	1,52	1,55	0,06%	100%		
			31	3,17%	10,90%	1,40	1,42	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,92%	1,18	1,20	0,00%	100%		
			475	0,21%	42,80%	1,06	1,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	62,90%	0,94	0,95	0,00%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	7,53	7,29	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	6,19	5,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,41	4,27	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,70	3,58	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,04	2,94	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	7,37	7,12	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,06	5,85	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,32	4,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,62	3,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,97	2,87	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	7,26	7,01	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,96	5,76	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,25	4,10	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	3,56	3,44	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,20%	2,93	2,82	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,15	6,90	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,88	5,67	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	4,19	4,04	0,00%	100%		

PERFIL 3												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			475	0,21%	0,30%	3,51	3,38	0,00%	100%	0,0%	BAJA	
			975	0,10%	1,40%	2,88	2,78	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	7,04	6,79	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	5,79	5,58	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,10%	4,12	3,97	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,40%	3,46	3,33	0,00%	100%			
			975	0,10%	1,80%	2,84	2,74	0,00%	100%			
			Sin sismo	100%	0,00%	6,96	6,70	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	6,96	6,70	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	5,72	5,51	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,10%	4,07	3,92	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,40%	3,41	3,29	0,00%	100%			
			975	0,10%	2,10%	2,70	2,81	0,00%	100%			
			Sin sismo	100%	0,00%	6,13	6,26	0,00%	100%			
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,13	6,26	0,00%			100%
				31	3,17%	0,00%	5,30	5,33	0,00%			100%
225				0,44%	0,00%	3,59	3,60	0,00%	100%			
475				0,21%	0,0%	2,95	2,96	0,00%	100%			
975				0,10%	0,0%	2,38	2,38	0,00%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	0,0%	5,99	6,10	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,0%	5,21	5,23	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,0%	3,52	3,53	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,0%	2,90	2,90	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,0%	2,34	2,34	0,00%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	0,0%	5,89	5,99	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,0%	5,15	5,16	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,0%	3,48	3,49	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,0%	2,86	2,86	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,00%	2,31	2,31	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,79	5,89	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	5,08	5,10	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	3,44	3,44	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,00%	2,83	2,83	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,10%	2,28	2,28	0,00%	100%			
50		2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,68	5,77	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	5,02	5,03	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	3,40	3,40	0,00%	100%			
			475	0,21%	0,00%	2,79	2,79	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,30%	2,25	2,25	0,00%	100%			
100		1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,60	5,68	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	4,97	4,98	0,00%	100%			
			225	0,44%	0,00%	3,36	3,37	0,00%	100%			

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA			475	0,21%	0,00%	2,76	2,76	0,00%	100%	22,1%	ALTA
			975	0,10%	0,30%	2,23	2,23	0,00%	100%		
	2,33	43%	Sin sismo	100%	27,60%	1,32	1,34	11,85%	88%		
			31	3,17%	28,60%	1,31	1,33	0,39%	100%		
			225	0,44%	39,30%	1,10	1,16	0,07%	100%		
			475	0,21%	51,40%	0,98	1,04	0,05%	100%		
			975	0,10%	64,20%	0,86	0,91	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	28,60%	1,31	1,33	5,72%	94%		
			31	3,17%	22,90%	1,28	1,34	0,15%	100%		
			225	0,44%	41,40%	1,07	1,13	0,04%	100%		
			475	0,21%	53,20%	0,96	1,01	0,02%	100%		
			975	0,10%	66,90%	0,84	0,89	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	29,30%	1,30	1,32	2,93%	97%		
			31	3,17%	24,30%	1,26	1,32	0,08%	100%		
			225	0,44%	42,60%	1,06	1,12	0,02%	100%		
			475	0,21%	54,70%	0,95	1,00	0,01%	100%		
			975	0,10%	68,60%	0,83	0,87	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	30,50%	1,28	1,30	1,53%	98%		
			31	3,17%	28,60%	1,25	1,31	0,05%	100%		
			225	0,44%	44,00%	1,04	1,10	0,01%	100%		
			475	0,21%	55,90%	0,93	0,99	0,01%	100%		
			975	0,10%	69,90%	0,82	0,86	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	31,90%	1,26	1,27	0,64%	99%		
			31	3,17%	29,50%	1,23	1,29	0,02%	100%		
			225	0,44%	45,30%	1,03	1,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	56,70%	0,92	0,97	0,00%	100%		
			975	0,10%	71,40%	0,80	0,85	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	34,60%	1,24	1,25	0,35%	100%		
31			3,17%	30,00%	1,22	1,28	0,01%	100%			
225			0,44%	46,70%	1,02	1,07	0,00%	100%			
475			0,21%	58,10%	0,91	0,96	0,00%	100%			
975			0,10%	72,60%	0,79	0,84	0,00%	100%			

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	13,35	12,86	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	10,34	9,96	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,85	6,60	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,59	5,38	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	5,59	5,38	0,00%	100%		

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	5	20%	975	0,10%	0,10%	4,48	4,32	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			Sin sismo	100%	0,00%	13,06	12,56	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	10,12	9,73	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,70	6,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,47	5,26	0,00%	100%		
	975	0,10%	0,10%	4,39	4,22	0,00%	100%				
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	12,87	12,36	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,96	9,57	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,60	6,34	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,38	5,17	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	4,32	4,15	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	12,68	12,16	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,82	9,42	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,50	6,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,31	5,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	4,26	4,08	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	12,47	11,95	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,66	9,25	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,40	6,13	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	5,22	5,00	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,20%	4,19	4,01	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	12,29	11,76	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,52	9,10	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,30	6,03	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	5,14	4,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,50%	4,12	3,94	0,00%	100%		
	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,34	4,27	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	3,92	3,86	0,00%	100%		
225			0,44%	0,90%	3,04	3,18	0,00%	100%			
475			0,21%	2,3%	2,58	2,70	0,00%	100%			
975			0,10%	4,7%	2,15	2,25	0,00%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	0,0%	4,26	4,19	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,85	3,79	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,9%	2,95	3,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	2,4%	2,51	2,63	0,00%	100%		
975		0,10%	5,2%	2,09	2,18	0,00%	100%				
10		10%	Sin sismo	100%	0,0%	4,21	4,14	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,0%	3,81	3,74	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,9%	2,90	3,03	0,00%	100%		
	475		0,21%	2,4%	2,46	2,58	0,00%	100%			

PERFIL 4												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
	20	5%	975	0,10%	5,70%	2,05	2,14	0,00%	100%	20,8%	ALTA	
			Sin sismo	100%	0,00%	4,16	4,09	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,76	3,69	0,00%	100%			
			225	0,44%	1,10%	2,85	2,98	0,00%	100%			
			475	0,21%	2,70%	2,42	2,53	0,00%	100%			
	975	0,10%	5,90%	2,01	2,10	0,00%	100%					
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,11	4,03	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,72	3,65	0,00%	100%			
			225	0,44%	1,30%	2,80	2,92	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,00%	2,38	2,48	0,00%	100%			
			975	0,10%	6,20%	1,98	2,06	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	4,07	3,99	0,00%	100%			
			31	3,17%	0,00%	3,68	3,61	0,00%	100%			
			225	0,44%	1,40%	2,76	2,88	0,00%	100%			
			475	0,21%	3,10%	2,34	2,44	0,00%	100%			
			975	0,10%	6,30%	1,95	2,03	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	25,00%	1,34	1,37	10,73%			89%
				31	3,17%	26,40%	1,32	1,35	0,36%			100%
				225	0,44%	28,30%	1,26	1,31	0,05%			100%
				475	0,21%	33,40%	1,18	1,23	0,03%			100%
975				0,10%	41,20%	1,10	1,14	0,02%	100%			
5		20%	Sin sismo	100%	26,70%	1,31	1,34	5,34%	95%			
			31	3,17%	28,40%	1,29	1,31	0,18%	100%			
			225	0,44%	30,80%	1,22	1,27	0,03%	100%			
			475	0,21%	36,80%	1,15	1,19	0,02%	100%			
			975	0,10%	44,80%	1,06	1,11	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	28,90%	1,28	1,31	2,89%	97%			
			31	3,17%	30,50%	1,26	1,29	0,10%	100%			
			225	0,44%	33,00%	1,19	1,24	0,01%	100%			
			475	0,21%	39,30%	1,12	1,17	0,01%	100%			
			975	0,10%	46,00%	1,04	1,08	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	31,40%	1,26	1,28	1,57%	98%			
			31	3,17%	33,00%	1,24	1,26	0,05%	100%			
			225	0,44%	35,40%	1,17	1,21	0,01%	100%			
			475	0,21%	41,50%	1,10	1,14	0,00%	100%			
			975	0,10%	48,90%	1,02	1,06	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	34,10%	1,23	1,25	0,68%	99%				
		31	3,17%	36,10%	1,21	1,23	0,02%	100%				
		225	0,44%	37,20%	1,14	1,19	0,00%	100%				
		475	0,21%	44,20%	1,08	1,12	0,00%	100%				

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	100	1%	975	0,10%	51,10%	1,00	1,03	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	36,80%	1,20	1,22	0,37%	100%		
			31	3,17%	38,80%	1,18	1,20	0,01%	100%		
			225	0,44%	39,70%	1,12	1,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	45,50%	1,06	1,10	0,00%	100%		
			975	0,10%	52,90%	0,98	1,02	0,00%	100%		

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	2,30%	2,41	2,34	0,99%	99%	2,7%	MEDIA/ALTA
			31	3,17%	4,00%	2,23	2,17	0,05%	100%		
			225	0,44%	8,50%	1,91	1,86	0,02%	100%		
			475	0,21%	14,60%	1,72	1,67	0,01%	100%		
			975	0,10%	25,20%	1,51	1,46	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	3,30%	2,34	2,27	0,66%	99%		
			31	3,17%	5,90%	2,17	2,10	0,04%	100%		
			225	0,44%	11,00%	1,86	1,80	0,01%	100%		
			475	0,21%	18,40%	1,67	1,62	0,01%	100%		
			975	0,10%	29,10%	1,46	1,42	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	4,00%	2,30	2,23	0,40%	100%		
			31	3,17%	6,50%	2,14	2,07	0,02%	100%		
			225	0,44%	14,00%	1,83	1,77	0,01%	100%		
			475	0,21%	20,20%	1,64	1,59	0,00%	100%		
			975	0,10%	31,30%	1,44	1,40	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	5,00%	2,27	2,20	0,25%	100%		
			31	3,17%	7,50%	2,10	2,03	0,01%	100%		
			225	0,44%	16,00%	1,80	1,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	22,10%	1,62	1,57	0,00%	100%		
			975	0,10%	32,30%	1,42	1,38	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	6,00%	2,24	2,16	0,12%	100%			
		31	3,17%	8,20%	2,07	2,00	0,01%	100%			
		225	0,44%	18,20%	1,77	1,71	0,00%	100%			
		475	0,21%	23,90%	1,60	1,54	0,00%	100%			
		975	0,10%	33,70%	1,40	1,35	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	6,50%	2,21	2,13	0,07%	100%			
		31	3,17%	9,40%	2,05	1,98	0,00%	100%			
		225	0,44%	19,80%	1,75	1,69	0,00%	100%			
		475	0,21%	25,40%	1,58	1,53	0,00%	100%			
		975	0,10%	35,30%	1,38	1,34	0,00%	100%			

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,40%	1,87	1,87	0,17%	100%	0,5%	MEDIA
			31	3,17%	1,10%	1,75	1,75	0,01%	100%		
			225	0,44%	5,20%	1,51	1,50	0,01%	100%		
			475	0,21%	11,3%	1,38	1,37	0,01%	100%		
			975	0,10%	22,7%	1,23	1,23	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,5%	1,83	1,82	0,10%	100%		
			31	3,17%	1,2%	1,70	1,70	0,01%	100%		
			225	0,44%	6,8%	1,41	1,47	0,01%	100%		
			475	0,21%	14,7%	1,34	1,34	0,01%	100%		
			975	0,10%	26,2%	1,20	1,20	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,6%	1,80	1,79	0,06%	100%		
			31	3,17%	1,5%	1,68	1,67	0,00%	100%		
			225	0,44%	7,9%	1,45	1,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	15,7%	1,32	1,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	28,20%	1,18	1,18	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	1,00%	1,77	1,76	0,05%	100%		
			31	3,17%	1,60%	1,65	1,65	0,00%	100%		
			225	0,44%	9,40%	1,42	1,42	0,00%	100%		
			475	0,21%	17,30%	1,30	1,29	0,00%	100%		
			975	0,10%	33,70%	1,16	1,15	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	1,00%	1,74	1,74	0,02%	100%			
		31	3,17%	2,40%	1,63	1,62	0,00%	100%			
		225	0,44%	10,90%	1,40	1,40	0,00%	100%			
		475	0,21%	19,60%	1,28	1,27	0,00%	100%			
		975	0,10%	36,20%	1,14	1,13	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	1,40%	1,72	1,71	0,01%	100%			
		31	3,17%	2,80%	1,61	1,60	0,00%	100%			
		225	0,44%	12,20%	1,38	1,38	0,00%	100%			
		475	0,21%	20,90%	1,26	1,26	0,00%	100%			
		975	0,10%	38,80%	1,13	1,12	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	48,90%	1,06	1,08	20,99%	79%	37,3%	ALTA
			31	3,17%	50,40%	1,04	1,06	0,69%	99%		
			225	0,44%	54,10%	1,00	1,02	0,10%	100%		
			475	0,21%	59,20%	0,94	0,97	0,05%	100%		
			975	0,10%	67,60%	0,86	0,89	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	51,80%	1,03	1,05	10,36%	90%		
			31	3,17%	53,00%	1,01	1,03	0,34%	100%		
			225	0,44%	54,90%	0,97	1,00	0,05%	100%		
			475	0,21%	63,80%	0,91	0,93	0,03%	100%		
			975	0,10%	73,20%	0,83	0,85	0,02%	100%		

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	Sin sismo	100%	54,20%	1,00	1,02	5,42%	95%		
			31	3,17%	57,40%	0,99	1,00	0,18%	100%		
			225	0,44%	59,10%	0,95	0,97	0,03%	100%		
			475	0,21%	66,60%	0,88	0,90	0,01%	100%		
			975	0,10%	75,50%	0,81	0,82	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	58,80%	0,98	0,99	2,94%	97%		
			31	3,17%	60,30%	0,96	0,98	0,10%	100%		
			225	0,44%	61,90%	0,92	0,94	0,01%	100%		
			475	0,21%	70,00%	0,86	0,88	0,01%	100%		
			975	0,10%	77,20%	0,79	0,80	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	62,00%	0,95	0,96	1,24%	99%		
			31	3,17%	64,00%	0,93	0,95	0,04%	100%		
			225	0,44%	65,20%	0,90	0,92	0,01%	100%		
			475	0,21%	72,70%	0,84	0,85	0,00%	100%		
			975	0,10%	79,60%	0,76	0,78	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	64,80%	0,93	0,94	0,65%	99%		
			31	3,17%	66,60%	0,91	0,92	0,02%	100%		
			225	0,44%	68,40%	0,88	0,90	0,00%	100%		
			475	0,21%	74,90%	0,82	0,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	81,50%	0,75	0,76	0,00%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	3,87	3,76	0,00%	100%	0,1%	BAJA
			31	3,17%	0,10%	3,42	3,32	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,10%	2,70	2,63	0,00%	100%		
			475	0,21%	2,50%	2,37	2,30	0,00%	100%		
			975	0,10%	6,70%	2,03	1,97	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,10%	3,79	3,68	0,02%	100%		
			31	3,17%	0,10%	3,35	3,25	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,50%	2,65	2,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	3,00%	2,32	2,25	0,00%	100%		
			975	0,10%	8,80%	1,99	1,92	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,10%	3,73	3,62	0,01%	100%		
			31	3,17%	0,20%	3,30	3,20	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,70%	2,61	2,53	0,00%	100%		
			475	0,21%	3,80%	2,28	2,21	0,00%	100%		
			975	0,10%	10,10%	1,96	1,89	0,00%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	20	5%	Sin sismo	100%	0,10%	3,68	3,57	0,01%	100%	6,4%	ALTA
			31	3,17%	0,20%	3,25	3,15	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,80%	2,57	2,49	0,00%	100%		
			475	0,21%	4,60%	2,25	2,18	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,40%	1,93	1,86	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,10%	3,63	3,51	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,30%	3,20	3,10	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,30%	2,53	2,45	0,00%	100%		
			475	0,21%	5,80%	2,22	2,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	12,70%	1,90	1,83	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,10%	3,58	3,47	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,40%	3,17	3,06	0,00%	100%		
225			0,44%	2,50%	2,50	2,42	0,00%	100%			
475			0,21%	6,20%	2,19	2,12	0,00%	100%			
975			0,10%	14,20%	1,88	1,81	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	6,50%	1,42	1,40	2,79%	97%		
			31	3,17%	9,60%	1,35	1,34	0,13%	100%		
			225	0,44%	21,00%	1,23	1,21	0,04%	100%		
			475	0,21%	31,5%	1,15	1,14	0,03%	100%		
			975	0,10%	49,5%	1,06	1,04	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	7,5%	1,39	1,37	1,50%	99%		
			31	3,17%	12,8%	1,33	1,31	0,08%	100%		
			225	0,44%	24,6%	1,20	1,19	0,02%	100%		
			475	0,21%	35,3%	1,13	1,12	0,01%	100%		
			975	0,10%	53,3%	1,04	1,02	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	8,9%	1,37	1,36	0,89%	99%		
			31	3,17%	13,5%	1,31	1,30	0,04%	100%		
			225	0,44%	27,4%	1,19	1,17	0,01%	100%		
			475	0,21%	37,4%	1,12	1,10	0,01%	100%		
			975	0,10%	55,30%	1,02	1,01	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	10,20%	1,36	1,34	0,51%	99%		
			31	3,17%	15,20%	1,30	1,28	0,02%	100%		
			225	0,44%	30,10%	1,17	1,16	0,01%	100%		
			475	0,21%	39,70%	1,10	1,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	57,30%	1,01	1,00	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	12,50%	1,34	1,33	0,25%	100%			
		31	3,17%	17,20%	1,28	1,27	0,01%	100%			
		225	0,44%	32,00%	1,16	1,15	0,00%	100%			
		475	0,21%	41,50%	1,09	1,08	0,00%	100%			
		975	0,10%	59,60%	1,00	0,98	0,00%	100%			

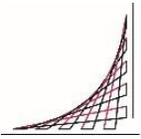
PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	100	1%	Sin sismo	100%	13,10%	1,33	1,31	0,13%	100%	17,1%	ALTA
			31	3,17%	18,20%	1,27	1,25	0,01%	100%		
			225	0,44%	33,00%	1,15	1,13	0,00%	100%		
			475	0,21%	45,30%	1,08	1,06	0,00%	100%		
			975	0,10%	60,70%	0,99	0,97	0,00%	100%		
	2,33	43%	Sin sismo	100%	19,70%	1,42	1,47	8,45%	92%		
			31	3,17%	23,40%	1,34	1,39	0,32%	100%		
			225	0,44%	34,80%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			475	0,21%	42,60%	1,09	1,13	0,04%	100%		
			975	0,10%	52,30%	0,99	1,02	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	22,20%	1,37	1,42	4,44%	96%		
			31	3,17%	26,00%	1,29	1,34	0,17%	100%		
			225	0,44%	38,60%	1,14	1,18	0,03%	100%		
			475	0,21%	46,30%	1,05	1,09	0,02%	100%		
			975	0,10%	56,60%	0,95	0,98	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	22,90%	1,34	1,39	2,29%	98%		
			31	3,17%	28,50%	1,27	1,31	0,09%	100%		
			225	0,44%	40,80%	1,11	1,15	0,02%	100%		
			475	0,21%	48,50%	1,03	1,06	0,01%	100%		
			975	0,10%	59,80%	0,93	0,96	0,01%	100%		
20	5%	Sin sismo	100%	25,00%	1,32	1,36	1,25%	99%			
		31	3,17%	30,20%	1,24	1,28	0,05%	100%			
		225	0,44%	43,50%	1,09	1,12	0,01%	100%			
		475	0,21%	51,00%	1,00	1,04	0,01%	100%			
		975	0,10%	63,00%	0,91	0,94	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	27,10%	1,29	1,33	0,54%	99%			
		31	3,17%	32,60%	1,21	1,25	0,02%	100%			
		225	0,44%	45,90%	1,06	1,10	0,00%	100%			
		475	0,21%	53,20%	0,98	1,01	0,00%	100%			
		975	0,10%	65,40%	0,89	0,91	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	28,80%	1,26	1,30	0,29%	100%			
		31	3,17%	35,60%	1,19	1,22	0,01%	100%			
		225	0,44%	47,80%	1,04	1,07	0,00%	100%			
		475	0,21%	55,90%	0,96	0,99	0,00%	100%			
		975	0,10%	68,10%	0,87	0,89	0,00%	100%			

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,60	4,50	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,19	4,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,45	3,39	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,59	2,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	4,51	4,42	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,99	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,54	2,51	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	4,46	4,36	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,07	3,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,95	2,91	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,52	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	4,40	4,30	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,02	3,93	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,31	3,25	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,92	2,87	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,49	2,45	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,35	4,25	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	3,97	3,88	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,10%	3,27	3,20	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,89	2,84	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,60%	2,46	2,42	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	4,30	4,20	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	3,93	3,84	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,10%	3,24	3,17	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,86	2,81	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,80%	2,44	2,40	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	7,30%	1,58	1,57	3,13%	97%	5,8%	ALTA
			31	3,17%	7,40%	1,58	1,57	0,10%	100%		
			225	0,44%	6,77%	1,57	1,55	0,01%	100%		
			475	0,21%	3,1%	1,61	1,65	0,00%	100%		
			975	0,10%	12,4%	1,40	1,39	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	6,7%	1,59	1,55	1,34%	99%		
			31	3,17%	3,5%	1,68	1,66	0,02%	100%		
			225	0,44%	6,4%	1,49	1,47	0,01%	100%		
			475	0,21%	16,2%	1,33	1,33	0,01%	100%		
			975	0,10%	31,7%	13,17	1,17	0,01%	100%		

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	10	10%	Sin sismo	100%	6,9%	1,59	1,55	0,69%	99%	8,5%	ALTA
			31	3,17%	3,7%	1,66	1,66	0,01%	100%		
			225	0,44%	7,9%	1,47	1,45	0,00%	100%		
			475	0,21%	16,8%	1,32	1,31	0,00%	100%		
			975	0,10%	33,70%	1,16	1,15	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	7,05%	1,59	1,55	0,35%	100%		
			31	3,17%	3,80%	1,66	1,64	0,01%	100%		
			225	0,44%	8,40%	1,45	1,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	17,80%	1,31	1,30	0,00%	100%		
			975	0,10%	35,30%	1,15	1,14	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	4,00%	1,65	1,64	0,08%	100%		
			31	3,17%	4,30%	1,64	1,63	0,00%	100%		
			225	0,44%	9,60%	1,44	1,43	0,00%	100%		
			475	0,21%	19,20%	1,29	1,28	0,00%	100%		
			975	0,10%	37,50%	1,14	1,13	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	8,40%	1,16	1,55	0,08%	100%		
			31	3,17%	8,50%	1,55	1,55	0,00%	100%		
			225	0,44%	4,30%	1,63	1,62	0,00%	100%		
			475	0,21%	6,00%	1,52	1,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	17,50%	1,13	1,31	0,00%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	6,70%	1,44	1,47	2,88%	97%		
			31	3,17%	11,50%	1,34	1,36	0,16%	100%		
			225	0,44%	25,20%	1,17	1,19	0,05%	100%		
			475	0,21%	31,20%	1,13	1,15	0,03%	100%		
			975	0,10%	50,30%	0,99	1,01	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	16,70%	1,51	1,58	3,34%	97%		
			31	3,17%	20,00%	1,42	1,49	0,13%	100%		
			225	0,44%	29,20%	1,23	1,29	0,03%	100%		
			475	0,21%	33,50%	1,11	1,13	0,01%	100%		
			975	0,10%	54,20%	0,98	1,00	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	9,00%	1,40	1,43	0,90%	99%		
			31	3,17%	15,20%	1,29	1,32	0,05%	100%		
			225	0,44%	34,60%	1,09	1,11	0,02%	100%		
			475	0,21%	51,80%	0,99	1,01	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,80%	0,87	0,89	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	10,90%	1,38	1,42	0,55%	99%		
			31	3,17%	16,70%	1,28	1,31	0,03%	100%		
			225	0,44%	36,10%	1,01	1,10	0,01%	100%		
			475	0,21%	53,10%	0,98	0,99	0,01%	100%		
			975	0,10%	75,40%	0,86	0,88	0,00%	100%		

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	50	2%	Sin sismo	100%	13,30%	1,36	1,40	0,27%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	17,70%	1,26	1,29	0,01%	100%		
			225	0,44%	38,90%	1,07	1,08	0,00%	100%		
			475	0,21%	57,00%	0,96	0,98	0,00%	100%		
			975	0,10%	77,70%	0,85	0,86	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	22,60%	1,35	1,42	0,23%	100%		
			31	3,17%	18,80%	1,25	1,28	0,01%	100%		
			225	0,44%	40,80%	1,06	1,07	0,00%	100%		
			475	0,21%	58,60%	0,96	0,97	0,00%	100%		
			975	0,10%	79,20%	0,84	0,86	0,00%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,04	5,86	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,10	4,94	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,77	3,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	3,21	3,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,70%	2,67	2,59	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,91	5,72	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,99	4,83	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,69	3,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,14	3,03	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,90%	2,61	2,53	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,82	5,63	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,92	4,75	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,63	3,51	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	3,09	2,98	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,30%	2,57	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,74	5,54	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,85	4,68	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,20%	3,58	3,46	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,00%	3,04	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,90%	2,53	2,45	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,66	5,46	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	4,77	4,61	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,30%	3,53	3,40	0,00%	100%			
		475	0,21%	1,10%	3,00	2,89	0,00%	100%			
		975	0,10%	3,60%	2,50	2,41	0,00%	100%			



PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,59	5,39	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,72	4,55	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	3,48	3,36	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,30%	2,96	2,85	0,00%	100%		
			975	0,10%	4,10%	2,47	2,38	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,20%	2,94	2,88	0,09%	100%	0,2%	MEDIA
			31	3,17%	0,30%	2,78	2,72	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,80%	2,45	2,40	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,3%	2,20	2,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,8%	1,84	1,83	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,2%	2,89	2,82	0,04%	100%		
			31	3,17%	0,5%	2,73	2,67	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,0%	2,41	2,36	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,4%	2,15	2,14	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,0%	1,80	1,79	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,3%	2,85	2,78	0,03%	100%		
			31	3,17%	0,7%	2,69	2,63	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,1%	2,38	2,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,4%	2,13	2,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	9,50%	1,77	1,86	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,40%	2,82	2,75	0,02%	100%		
			31	3,17%	0,80%	2,66	2,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,30%	2,35	2,30	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,10	2,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	10,30%	1,74	1,83	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,40%	2,71	2,78	0,01%	100%		
			31	3,17%	1,10%	2,63	2,56	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,70%	2,32	2,26	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,40%	2,07	2,06	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,20%	1,72	1,80	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,80%	2,75	2,68	0,01%	100%		
			31	3,17%	1,10%	2,60	2,53	0,00%	100%		
			225	0,44%	1,80%	2,29	2,24	0,00%	100%		
475			0,21%	5,70%	2,05	2,15	0,00%	100%			
975			0,10%	11,60%	1,69	1,77	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	26,70%	1,27	1,32	11,46%	89%	22,7%	ALTA
			31	3,17%	32,40%	1,20	1,25	0,44%	100%		
			225	0,44%	44,90%	1,05	1,10	0,09%	100%		
			475	0,21%	53,80%	0,97	1,01	0,05%	100%		
			975	0,10%	65,30%	0,87	0,91	0,03%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	Sin sismo	100%	30,00%	1,23	1,28	6,00%	94%	0,0%	ALTA
			31	3,17%	35,40%	1,16	1,21	0,22%	100%		
			225	0,44%	48,00%	1,02	1,06	0,04%	100%		
			475	0,21%	57,20%	0,94	0,98	0,02%	100%		
			975	0,10%	68,90%	0,84	0,88	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	32,50%	1,21	1,25	3,25%	97%		
			31	3,17%	37,60%	1,14	1,18	0,12%	100%		
			225	0,44%	50,80%	1,00	1,04	0,02%	100%		
			475	0,21%	59,10%	0,92	0,96	0,01%	100%		
			975	0,10%	70,60%	0,83	0,86	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	34,10%	1,18	1,22	1,71%	98%		
			31	3,17%	40,30%	1,11	1,15	0,06%	100%		
			225	0,44%	53,10%	0,98	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	61,70%	0,90	0,94	0,01%	100%		
			975	0,10%	72,20%	0,81	0,84	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	36,20%	1,16	1,20	0,72%	99%		
			31	3,17%	42,30%	1,09	1,13	0,03%	100%		
			225	0,44%	54,86%	0,96	0,99	0,00%	100%		
			475	0,21%	63,70%	0,88	0,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	74,60%	0,79	0,82	0,00%	100%		
100	1%	Sin sismo	100%	38,40%	1,14	1,18	0,38%	100%			
		31	3,17%	45,10%	1,07	1,11	0,01%	100%			
		225	0,44%	57,76%	0,94	0,98	0,00%	100%			
		475	0,21%	66,80%	0,87	0,90	0,00%	100%			
		975	0,10%	76,20%	0,78	0,81	0,00%	100%			

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,10	6,01	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,15	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,79	3,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,64	2,60	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,10	6,01	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,15	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,79	3,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,64	2,60	0,00%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,03	5,93	0,00%	100%	31,9%	ALTA
			31	3,17%	0,00%	5,09	5,01	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,75	3,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,16	3,11	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,61	2,57	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,87	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,03	4,95	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,71	3,65	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,13	3,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,58	2,54	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,90	5,80	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,97	4,89	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,66	3,60	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,09	3,09	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,56	2,51	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,84	5,74	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,93	4,84	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,63	3,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,06	3,01	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,50%	2,53	2,49	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	18,41%	82%		
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,59%	99%		
			225	0,44%	43,50%	1,17	1,16	0,08%	100%		
			475	0,21%	20,4%	1,41	1,47	0,02%	100%		
			975	0,10%	17,9%	1,24	1,27	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	42,9%	1,17	1,17	8,58%	91%		
			31	3,17%	43,0%	1,17	1,17	0,27%	100%		
			225	0,44%	43,5%	1,17	1,16	0,04%	100%		
			475	0,21%	22,4%	1,37	1,42	0,01%	100%		
			975	0,10%	30,9%	1,22	1,27	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	42,9%	1,17	1,17	4,29%	96%		
			31	3,17%	43,0%	1,17	1,17	0,14%	100%		
			225	0,44%	43,5%	1,17	1,16	0,02%	100%		
			475	0,21%	23,5%	1,34	1,40	0,00%	100%		
			975	0,10%	32,80%	1,19	1,24	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	2,15%	98%		
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,07%	100%		
			225	0,44%	43,50%	1,17	1,16	0,01%	100%		
			475	0,21%	24,40%	1,31	1,37	0,00%	100%		
			975	0,10%	34,70%	1,17	1,22	0,00%	100%		

PERFIL 9												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
BAJA	50	2%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	0,86%	99%	2,5%	MEDIA/ALTA	
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,03%	100%			
			225	0,44%	20,90%	1,39	1,44	0,00%	100%			
			475	0,21%	26,60%	1,29	1,33	0,00%	100%			
			975	0,10%	37,60%	1,15	1,19	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	42,90%	1,17	1,17	0,43%	100%			
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	0,01%	100%			
			225	0,44%	43,00%	1,16	1,17	0,00%	100%			
			475	0,21%	28,50%	1,27	1,31	0,00%	100%			
			975	0,10%	39,50%	1,13	1,17	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	2,40%	2,20	2,14	1,03%			99%
				31	3,17%	3,30%	2,08	2,03	0,04%			100%
				225	0,44%	5,20%	1,85	1,81	0,01%			100%
				475	0,21%	8,70%	1,71	1,67	0,01%			100%
				975	0,10%	15,20%	1,55	1,51	0,01%			100%
		5	20%	Sin sismo	100%	2,90%	2,15	2,09	0,58%			99%
31				3,17%	4,40%	2,04	1,98	0,03%	100%			
225				0,44%	6,00%	1,82	1,77	0,01%	100%			
475				0,21%	10,30%	1,68	1,63	0,00%	100%			
975				0,10%	18,40%	1,52	1,48	0,00%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	3,50%	2,12	2,06	0,35%	100%			
			31	3,17%	5,50%	2,01	1,96	0,02%	100%			
			225	0,44%	7,70%	1,79	1,75	0,00%	100%			
			475	0,21%	11,90%	1,65	1,61	0,00%	100%			
			975	0,10%	19,50%	1,50	1,46	0,00%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	4,20%	2,10	2,03	0,21%	100%			
			31	3,17%	5,60%	1,99	1,93	0,01%	100%			
			225	0,44%	8,40%	1,77	1,72	0,00%	100%			
			475	0,21%	13,00%	1,63	1,59	0,00%	100%			
			975	0,10%	21,40%	1,48	1,44	0,00%	100%			
50	2%	Sin sismo	100%	5,20%	2,07	2,00	0,10%	100%				
		31	3,17%	3,90%	1,99	1,94	0,00%	100%				
		225	0,44%	9,20%	1,74	1,69	0,00%	100%				
		475	0,21%	14,60%	1,61	1,56	0,00%	100%				
		975	0,10%	22,80%	1,46	1,41	0,00%	100%				
100	1%	Sin sismo	100%	5,60%	2,04	1,98	0,06%	100%				
		31	3,17%	4,30%	1,97	1,91	0,00%	100%				
		225	0,44%	9,60%	1,72	1,68	0,00%	100%				
		475	0,21%	15,50%	1,59	1,54	0,00%	100%				
		975	0,10%	23,60%	1,40	1,44	0,00%	100%				

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	8,25	8,09	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	7,08	6,94	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,18	5,08	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,35	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,50	3,44	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	8,10	7,94	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,95	6,81	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,09	4,99	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,27	4,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,44	3,37	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	8,01	7,84	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,87	6,72	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,03	4,92	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,22	4,13	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,91	7,74	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	6,79	6,64	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,97	4,86	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,17	4,08	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	7,82	7,64	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	6,71	6,56	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	4,90	4,80	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,10%	3,32	3,25	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	7,74	7,56	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	6,64	6,49	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,00%	4,86	4,74	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,00%	4,08	3,98	0,00%	100%			
		975	0,10%	0,10%	3,28	3,21	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	4,10%	2,20	2,23	1,76%	98%	3,5%	ALTA
			31	3,17%	4,80%	2,14	2,22	0,07%	100%		
			225	0,44%	8,80%	1,81	1,88	0,02%	100%		
			475	0,21%	12,8%	1,63	1,69	0,01%	100%		
			975	0,10%	19,4%	1,44	1,49	0,01%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	4,1%	2,20	2,23	0,82%	99%		
			31	3,17%	5,4%	2,07	2,15	0,03%	100%		
			225	0,44%	10,3%	1,75	1,82	0,01%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA			475	0,21%	14,9%	1,58	1,64	0,01%	100%	40,3%	ALTA
			975	0,10%	20,9%	1,39	1,44	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	4,1%	2,20	2,23	0,41%	100%		
			31	3,17%	5,7%	2,03	2,10	0,02%	100%		
			225	0,44%	10,4%	1,71	1,77	0,00%	100%		
			475	0,21%	16,3%	1,54	1,60	0,00%	100%		
			975	0,10%	22,30%	1,36	1,41	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	4,60%	2,16	2,24	0,23%	100%		
	20	5%	31	3,17%	6,10%	1,99	2,06	0,01%	100%		
			225	0,44%	11,50%	1,68	1,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	17,30%	1,51	1,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	23,90%	1,33	1,38	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	4,90%	2,11	2,19	0,10%	100%		
			31	3,17%	6,70%	1,94	2,01	0,00%	100%		
			225	0,44%	12,90%	1,64	1,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	18,20%	1,48	1,53	0,00%	100%		
	100	1%	975	0,10%	26,20%	1,30	1,34	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	5,10%	2,08	2,15	0,05%	100%		
			31	3,17%	7,20%	1,91	1,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	13,40%	1,61	1,66	0,00%	100%		
BAJA	2,33	43%	475	0,21%	19,20%	1,45	1,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	28,00%	1,28	1,32	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	24,08%	76%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,78%	99%		
	5	20%	225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,11%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,05%	100%		
			975	0,10%	55,70%	0,96	0,99	0,01%	100%		
			Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	11,22%	89%		
	10	10%	31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,36%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,05%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,02%	100%		
			975	0,10%	57,80%	0,95	0,97	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	5,61%	94%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,18%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,03%	100%		

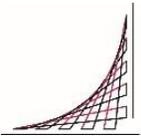
PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,01%	100%		
			975	0,10%	59,70%	0,93	0,96	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	56,10%	1,04	1,04	1,12%	99%		
			31	3,17%	57,10%	1,03	1,04	0,04%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,01%	100%		
			475	0,21%	58,50%	1,01	1,02	0,00%	100%		
			975	0,10%	60,80%	0,92	0,94	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	56,20%	1,04	1,04	0,56%	99%		
	100	1%	Sin sismo	100%	56,20%	1,03	1,03	0,02%	100%		
			31	3,17%	57,20%	1,03	1,03	0,02%	100%		
			225	0,44%	57,90%	1,02	1,02	0,00%	100%		
			475	0,21%	58,70%	1,01	1,02	0,00%	100%		
			975	0,10%	62,50%	0,91	0,93	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	56,20%	1,04	1,04	0,56%	99%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	4,60	4,50	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,19	4,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,45	3,39	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,04	3,00	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,59	2,55	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	4,51	4,42	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,12	4,03	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,39	3,33	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,99	2,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,54	2,51	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	4,46	4,36	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,07	3,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,35	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,95	2,91	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	2,52	2,48	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	4,40	4,30	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,02	3,93	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,31	3,25	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,92	2,87	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	2,49	2,45	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	4,35	4,25	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	3,97	3,88	0,00%	100%			
		225	0,44%	0,10%	3,27	3,20	0,00%	100%			
		475	0,21%	0,10%	2,89	2,84	0,00%	100%			

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	100	1%	975	0,10%	0,60%	2,46	2,42	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	4,30	4,20	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	3,93	3,84	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	3,24	3,17	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,86	2,81	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,44	2,40	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	28,20%	1,28	1,31	12,10%	88%	23,7%	ALTA
			31	3,17%	29,90%	1,25	1,28	0,41%	100%		
			225	0,44%	36,00%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			475	0,21%	39,80%	1,14	1,17	0,04%	100%		
			975	0,10%	39,14%	1,08	1,10	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	31,50%	1,24	1,27	6,30%	94%		
			31	3,17%	34,20%	1,21	1,24	0,22%	100%		
			225	0,44%	39,70%	1,15	1,18	0,04%	100%		
			475	0,21%	43,10%	1,10	1,13	0,02%	100%		
			975	0,10%	42,34%	1,06	1,08	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	34,30%	1,21	1,24	3,43%	97%		
			31	3,17%	37,30%	1,18	1,21	0,12%	100%		
			225	0,44%	42,00%	1,12	1,15	0,02%	100%		
			475	0,21%	45,50%	1,08	1,11	0,01%	100%		
			975	0,10%	43,74%	1,05	1,07	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	37,40%	1,18	1,21	1,87%	98%		
			31	3,17%	39,70%	1,15	1,18	0,06%	100%		
			225	0,44%	44,80%	1,09	1,12	0,01%	100%		
			475	0,21%	48,00%	1,05	1,08	0,01%	100%		
			975	0,10%	45,85%	1,03	1,05	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	39,70%	1,15	1,18	0,79%	99%		
			31	3,17%	42,90%	1,12	1,15	0,03%	100%		
			225	0,44%	47,30%	1,07	1,09	0,00%	100%		
			475	0,21%	51,10%	1,03	1,05	0,00%	100%		
			975	0,10%	52,60%	1,02	1,04	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	43,30%	1,13	1,15	0,43%	100%		
			31	3,17%	45,00%	1,10	1,12	0,01%	100%		
			225	0,44%	49,60%	1,04	1,07	0,00%	100%		
			475	0,21%	53,20%	1,00	1,03	0,00%	100%		
			975	0,10%	55,30%	0,99	1,02	0,00%	100%		
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	54,40%	0,96	1,00	23,35%	77%	41,1%	ALTA
			31	3,17%	61,00%	0,89	0,94	0,83%	99%		
			225	0,44%	75,70%	0,77	0,81	0,14%	100%		
			475	0,21%	83,10%	0,71	0,74	0,08%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	5	20%	Sin sismo	100%	90,80%	0,63	0,65	0,04%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	58,60%	0,93	0,96	11,72%	88%		
			225	0,44%	65,00%	0,87	0,91	0,41%	100%		
			475	0,21%	79,50%	0,75	0,78	0,07%	100%		
			975	0,10%	86,40%	0,69	0,71	0,04%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	92,50%	0,61	0,63	0,02%	100%		
			31	3,17%	61,80%	0,91	0,94	6,18%	94%		
			225	0,44%	68,90%	0,85	0,79	0,22%	100%		
			475	0,21%	81,80%	0,73	0,76	0,04%	100%		
			975	0,10%	88,20%	0,67	0,69	0,02%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	93,70%	0,59	0,61	0,01%	100%		
			31	3,17%	65,00%	0,89	0,92	3,25%	97%		
			225	0,44%	71,80%	0,83	0,86	0,11%	100%		
			475	0,21%	82,80%	0,72	0,74	0,02%	100%		
			975	0,10%	89,50%	0,65	0,68	0,01%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	94,80%	0,58	0,60	0,00%	100%		
			31	3,17%	67,60%	0,87	0,89	1,35%	99%		
			225	0,44%	74,20%	0,81	0,83	0,05%	100%		
			475	0,21%	85,00%	0,70	0,72	0,01%	100%		
			975	0,10%	90,50%	0,64	0,66	0,00%	100%		
100	1%	Sin sismo	100%	95,40%	0,57	0,58	0,00%	100%			
		31	3,17%	70,30%	0,85	0,87	0,70%	99%			
		225	0,44%	76,20%	0,79	0,82	0,02%	100%			
		475	0,21%	86,40%	0,69	0,70	0,00%	100%			
		975	0,10%	91,00%	0,63	0,64	0,00%	100%			

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	7,58	7,80	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	6,08	6,26	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,20	4,31	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,46	3,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,81	2,88	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	7,47	7,68	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,99	6,16	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,13	4,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,41	3,50	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,76	2,84	0,00%	100%		



PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	7,36	7,56	0,00%	100%	31,5%	ALTA
			31	3,17%	0,00%	5,90	6,06	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,07	4,18	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,36	3,45	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,72	2,79	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	7,25	7,44	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,81	5,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,01	4,11	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,31	3,39	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,68	2,75	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	7,16	7,35	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,74	5,89	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,96	4,06	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,27	3,35	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,65	2,71	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	9,00	9,09	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	7,33	7,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,05	5,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,17	4,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	3,38	3,50	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	39,70%	1,31	1,27	17,04%	83%		
			31	3,17%	46,10%	1,24	1,20	0,63%	99%		
			225	0,44%	57,90%	1,10	1,06	0,11%	100%		
			475	0,21%	65,30%	1,01	0,98	0,06%	100%		
			975	0,10%	70,80%	0,92	0,88	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	42,70%	1,28	1,23	8,54%	91%		
			31	3,17%	49,70%	1,21	1,16	0,32%	100%		
			225	0,44%	60,00%	1,07	1,03	0,05%	100%		
			475	0,21%	66,90%	0,99	0,95	0,03%	100%		
			975	0,10%	72,20%	0,89	0,86	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	45,80%	1,26	1,21	4,58%	95%		
			31	3,17%	51,70%	1,19	1,14	0,16%	100%		
			225	0,44%	62,10%	1,05	1,01	0,03%	100%		
			475	0,21%	68,00%	0,97	0,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,00%	0,88	0,84	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	47,50%	1,24	1,19	2,38%	98%		
			31	3,17%	53,30%	1,17	1,12	0,08%	100%		
			225	0,44%	64,30%	1,03	0,989	0,01%	100%		
			475	0,21%	68,80%	0,95	0,91	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,90%	0,86	0,83	0,00%	100%		

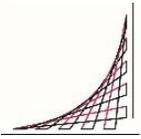
PERFIL 12												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
	50	2%	Sin sismo	100%	49,60%	1,22	1,17	0,99%	99%	44,7%	ALTA	
			31	3,17%	55,60%	1,15	1,10	0,04%	100%			
			225	0,44%	65,70%	1,01	0,97	0,01%	100%			
			475	0,21%	69,70%	0,94	0,90	0,00%	100%			
			975	0,10%	75,20%	0,85	0,81	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	51,30%	1,20	1,15	0,51%	99%			
			31	3,17%	56,40%	1,13	1,09	0,02%	100%			
			225	0,44%	66,30%	1,00	0,96	0,00%	100%			
			475	0,21%	70,70%	0,92	0,88	0,00%	100%			
			975	0,10%	75,40%	0,83	0,80	0,00%	100%			
	BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	60,30%	0,92	0,95	25,88%			74%
				31	3,17%	76,00%	0,87	0,87	1,04%			99%
				225	0,44%	89,20%	0,76	0,76	0,17%			100%
				475	0,21%	93,80%	0,70	0,70	0,08%			100%
				975	0,10%	92,00%	0,63	0,64	0,04%			100%
		5	20%	Sin sismo	100%	65,30%	0,89	0,91	13,06%			87%
31				3,17%	71,50%	0,84	0,86	0,45%	100%			
225				0,44%	81,70%	0,74	0,76	0,07%	100%			
475				0,21%	88,80%	0,68	0,69	0,04%	100%			
975				0,10%	93,70%	0,60	0,62	0,02%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	68,10%	0,87	0,89	6,81%	93%			
			31	3,17%	74,00%	0,82	0,84	0,23%	100%			
			225	0,44%	83,10%	0,72	0,74	0,04%	100%			
			475	0,21%	90,00%	0,66	0,67	0,02%	100%			
			975	0,10%	95,00%	0,59	0,60	0,01%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	71,00%	0,84	0,87	3,55%	96%			
			31	3,17%	76,30%	0,80	0,82	0,12%	100%			
			225	0,44%	84,60%	0,70	0,72	0,02%	100%			
			475	0,21%	91,00%	0,66	0,64	0,01%	100%			
			975	0,10%	95,60%	0,57	0,58	0,00%	100%			
50		2%	Sin sismo	100%	73,90%	0,82	0,84	1,48%	99%			
			31	3,17%	78,40%	0,77	0,79	0,05%	100%			
			225	0,44%	86,80%	0,68	0,69	0,01%	100%			
			475	0,21%	90,80%	0,63	0,64	0,00%	100%			
			975	0,10%	96,10%	0,56	0,57	0,00%	100%			
100		1%	Sin sismo	100%	75,60%	0,80	0,82	0,76%	99%			
			31	3,17%	80,20%	0,76	0,77	0,03%	100%			
			225	0,44%	88,40%	0,66	0,68	0,00%	100%			
			475	0,21%	92,20%	0,61	0,62	0,00%	100%			
			975	0,10%	95,10%	0,55	0,55	0,00%	100%			

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	41,70%	1,24	1,21	17,90%	82%	31,7%	ALTA
			31	3,17%	49,00%	1,17	1,14	0,67%	99%		
			225	0,44%	60,00%	1,04	1,02	0,11%	100%		
			475	0,21%	67,40%	0,97	0,94	0,06%	100%		
			975	0,10%	729,00%	0,88	0,86	0,32%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	40,40%	1,23	1,20	8,08%	92%		
			31	3,17%	46,60%	1,16	1,14	0,30%	100%		
			225	0,44%	60,90%	1,04	1,01	0,05%	100%		
			475	0,21%	67,90%	0,94	0,96	0,03%	100%		
			975	0,10%	74,40%	0,88	86,00	0,02%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	42,70%	1,21	1,18	4,27%	96%		
			31	3,17%	48,80%	1,15	1,12	0,15%	100%		
			225	0,44%	62,70%	1,02	1,00	0,03%	100%		
			475	0,21%	69,30%	0,94	0,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	75,30%	0,87	0,85	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	45,20%	1,19	1,17	2,26%	98%		
			31	3,17%	50,80%	1,13	1,10	0,08%	100%		
			225	0,44%	64,30%	1,00	0,98	0,01%	100%		
			475	0,21%	69,90%	0,93	0,91	0,01%	100%		
			975	0,10%	76,10%	0,85	0,83	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	46,70%	1,18	1,15	0,93%	99%			
		31	3,17%	53,20%	1,11	1,09	0,03%	100%			
		225	0,44%	66,10%	0,99	0,97	0,01%	100%			
		475	0,21%	71,20%	0,92	0,90	0,00%	100%			
		975	0,10%	77,60%	0,84	0,82	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	48,20%	1,16	1,13	0,48%	100%			
		31	3,17%	54,80%	1,10	1,07	0,02%	100%			
		225	0,44%	67,30%	0,98	0,95	0,00%	100%			
		475	0,21%	71,80%	0,91	0,89	0,00%	100%			
		975	0,10%	78,50%	0,83	0,81	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	8,90%	1,90	1,92	3,82%	96%	7,3%	ALTA
			31	3,17%	9,10%	1,90	1,92	0,12%	100%		
			225	0,44%	9,10%	1,88	1,97	0,02%	100%		
			475	0,21%	9,30%	1,99	1,98	0,01%	100%		
			975	0,10%	1,40%	1,80	1,61	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	1,76%	98%		

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,06%	100%	53,5%	ALTA
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,90	0,01%	100%		
			475	0,21%	9,30%	1,87	1,89	0,00%	100%		
			975	0,10%	7,20%	1,77	1,84	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	8,90%	1,90	1,92	0,89%	99%		
			31	3,17%	9,10%	1,90	1,92	0,03%	100%		
			225	0,44%	9,10%	1,88	1,99	0,00%	100%		
			475	0,21%	9,30%	1,88	1,98	0,00%	100%		
	20	5%	975	0,10%	2,30%	1,74	1,77	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,44%	100%		
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,01%	100%		
			225	0,44%	9,20%	1,88	1,902	0,00%	100%		
	50	2%	475	0,21%	8,20%	1,92	1,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	11,56%	1,69	1,76	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,18%	100%		
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,01%	100%		
	100	1%	225	0,44%	9,20%	1,88	1,90	0,00%	100%		
			475	0,21%	6,80%	1,91	1,99	0,00%	100%		
			975	0,10%	12,20%	1,65	1,73	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	8,80%	1,91	1,93	0,09%	100%		
BAJA	2,33	43%	31	3,17%	81,80%	0,80	0,76	1,11%	99%		
			225	0,44%	87,60%	0,69	0,66	0,17%	100%		
			475	0,21%	90,90%	0,64	0,61	0,08%	100%		
			975	0,10%	92,80%	0,58	0,55	0,04%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	80,40%	0,81	0,78	16,08%	84%		
			31	3,17%	83,70%	0,76	0,73	0,53%	99%		
			225	0,44%	88,50%	0,67	0,63	0,08%	100%		
			475	0,21%	91,30%	0,61	0,58	0,04%	100%		
	10	10%	975	0,10%	93,60%	0,55	0,52	0,02%	100%		
			Sin sismo	100%	81,50%	0,79	0,75	8,15%	92%		
			31	3,17%	85,10%	0,74	0,71	0,27%	100%		
			225	0,44%	89,30%	0,65	0,62	0,04%	100%		
	20	5%	475	0,21%	92,10%	0,60	0,57	0,02%	100%		
			975	0,10%	93,90%	0,54	0,51	0,01%	100%		
			Sin sismo	100%	82,70%	0,77	0,74	4,14%	96%		

PERFIL 13												
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA	
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean					
			31	3,17%	85,60%	0,69	0,72	0,14%	100%	0,00%	BAJA	
			225	0,44%	89,90%	0,63	0,60	0,02%	100%			
			475	0,21%	92,10%	0,56	0,58	0,01%	100%			
			975	0,10%	94,00%	0,52	0,50	0,00%	100%			
	50	2%	Sin sismo	100%	83,80%	0,75	0,72	1,68%	98%			
			31	3,17%	86,30%	0,71	0,67	0,05%	100%			
			225	0,44%	90,80%	0,62	0,59	0,01%	100%			
			475	0,21%	92,40%	0,57	0,54	0,00%	100%			
	100	1%	Sin sismo	100%	84,80%	0,74	0,70	0,85%	99%			
			31	3,17%	86,70%	0,69	0,66	0,03%	100%			
			225	0,44%	91,20%	0,60	0,57	0,00%	100%			
			475	0,21%	92,40%	0,55	0,52	0,00%	100%			
				975	0,10%	94,30%	0,50	0,47	0,00%			100%

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%	0,00%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,91	5,04	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,59	3,69	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,72	4,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,46	3,54	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,56	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,59	4,69	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,36	3,44	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,96	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,84	5,80	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,59	5,55	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,47	4,56	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,27	3,34	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,94	5,90	0,00%	100%			
		31	3,17%	0,00%	5,82	5,78	0,00%	100%			



	100	1%	225	0,44%	0,00%	5,57	5,54	0,00%	100%	25,5%	ALTA	
			475	0,21%	0,20%	4,34	4,43	0,00%	100%			
			975	0,10%	0,70%	3,18	3,24	0,00%	100%			
		Sin sismo	100%	0,00%	5,91	5,87	0,00%	100%				
		31	3,17%	0,00%	5,79	5,75	0,00%	100%				
		225	0,44%	0,00%	5,55	5,51	0,00%	100%				
		475	0,21%	0,30%	4,25	4,32	0,00%	100%				
	975	0,10%	0,70%	3,11	3,17	0,00%	100%					
	MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	31,90%	1,40	1,37	13,69%			86%
				31	3,17%	33,70%	1,37	1,33	0,46%			100%
				225	0,44%	39,30%	1,29	1,25	0,07%			100%
				475	0,21%	44,1%	1,24	1,20	0,04%			100%
				975	0,10%	50,1%	1,18	1,14	0,02%			100%
		5	20%	Sin sismo	100%	33,6%	1,38	1,34	6,72%			93%
31				3,17%	36,3%	1,34	1,30	0,23%	100%			
225				0,44%	42,3%	1,26	1,23	0,04%	100%			
475				0,21%	47,0%	1,22	1,18	0,02%	100%			
975				0,10%	52,9%	1,16	1,12	0,01%	100%			
10		10%	Sin sismo	100%	35,1%	1,36	1,32	3,51%	96%			
			31	3,17%	37,7%	1,32	1,28	0,12%	100%			
			225	0,44%	44,1%	1,25	1,21	0,02%	100%			
			475	0,21%	48,7%	1,20	1,16	0,01%	100%			
			975	0,10%	53,80%	1,14	1,10	0,01%	100%			
20		5%	Sin sismo	100%	36,60%	1,34	1,30	1,83%	98%			
			31	3,17%	39,40%	1,31	1,27	0,06%	100%			
			225	0,44%	45,80%	1,23	1,19	0,01%	100%			
			475	0,21%	51,00%	1,18	1,14	0,01%	100%			
			975	0,10%	55,10%	1,12	1,09	0,00%	100%			
50		2%	Sin sismo	100%	38,30%	1,32	1,28	0,77%	99%			
			31	3,17%	41,00%	1,29	1,25	0,03%	100%			
			225	0,44%	48,00%	1,21	1,17	0,00%	100%			
			475	0,21%	51,90%	1,17	1,13	0,00%	100%			
			975	0,10%	56,90%	1,11	1,07	0,00%	100%			
100		1%	Sin sismo	100%	39,60%	1,31	1,27	0,40%	100%			
			31	3,17%	42,30%	1,27	1,23	0,01%	100%			
			225	0,44%	49,80%	1,20	1,16	0,00%	100%			
	475		0,21%	54,00%	1,15	1,11	0,00%	100%				
	975		0,10%	57,90%	1,10	1,06	0,00%	100%				
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	23,10%	1,45	1,42	9,91%	90%	19,7%	ALTA	
			31	3,17%	27,80%	1,38	1,35	0,38%	100%			
			225	0,44%	38,30%	1,25	1,23	0,07%	100%			
			475	0,21%	44,40%	1,16	1,15	0,04%	100%			
			975	0,10%	55,30%	1,06	1,04	0,02%	100%			

	5	20%	Sin sismo	100%	25,70%	1,42	1,39	5,14%	95%	
			31	3,17%	30,70%	1,35	1,32	0,19%	100%	
			225	0,44%	41,50%	1,23	1,20	0,04%	100%	
			475	0,21%	46,50%	1,14	1,12	0,02%	100%	
			975	0,10%	57,10%	1,04	1,02	0,01%	100%	
	10	10%	Sin sismo	100%	27,30%	1,40	1,37	2,73%	97%	
			31	3,17%	32,20%	1,34	1,31	0,10%	100%	
			225	0,44%	43,40%	1,21	1,18	0,02%	100%	
			475	0,21%	48,50%	1,13	1,11	0,01%	100%	
			975	0,10%	58,70%	1,02	1,01	0,01%	100%	
	20	5%	Sin sismo	100%	28,80%	1,38	1,35	1,44%	99%	
			31	3,17%	33,90%	1,32	1,29	0,05%	100%	
			225	0,44%	45,70%	1,19	1,17	0,01%	100%	
			475	0,21%	49,80%	1,11	1,10	0,01%	100%	
			975	0,10%	60,00%	1,01	0,99	0,00%	100%	
	50	2%	Sin sismo	100%	30,90%	1,36	1,33	0,62%	99%	
			31	3,17%	35,30%	1,30	1,27	0,02%	100%	
			225	0,44%	47,20%	1,18	1,15	0,00%	100%	
			475	0,21%	51,10%	1,10	1,08	0,00%	100%	
			975	0,10%	62,20%	1,00	0,98	0,00%	100%	
100	1%	Sin sismo	100%	32,20%	1,35	1,32	0,32%	100%		
		31	3,17%	37,10%	1,29	1,26	0,01%	100%		
		225	0,44%	49,10%	1,17	1,14	0,00%	100%		
		475	0,21%	52,70%	1,09	1,07	0,00%	100%		
		975	0,10%	63,00%	0,99	0,97	0,00%	100%		

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	11,44	11,11	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	9,17	8,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	6,09	5,97	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	4,92	4,83	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	3,64	3,72	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	11,27	10,94	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	9,01	8,83	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,98	5,86	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,75	4,85	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,40%	3,49	3,57	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	11,13	10,80	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,90	8,71	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,91	5,78	0,00%	100%		

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	0,20%	4,61	4,70	0,00%	100%	19,5%	ALTA
			975	0,10%	0,50%	3,39	3,45	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	11,00	10,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,79	8,60	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,83	5,71	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,47	4,55	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,60%	3,29	3,35	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	10,87	10,53	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	10,87	10,53	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,69	8,50	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,77	5,64	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,35	4,42	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,70%	3,20	3,25	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	0,00%	10,72	10,37	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	10,72	10,37	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	8,58	8,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	5,70	5,57	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,20%	4,22	4,27	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	3,10	3,14	0,00%	100%		
			Sin sismo	100%	25,00%	1,51	1,47	10,73%	89%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	25,00%	1,51	1,47	10,73%	89%		
			31	3,17%	30,20%	1,43	1,39	0,41%	100%		
			225	0,44%	40,50%	1,27	1,23	0,08%	100%		
			475	0,21%	49,6%	1,18	1,15	0,04%	100%		
			975	0,10%	58,2%	1,08	1,04	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	19,5%	1,56	1,53	3,90%	96%		
			31	3,17%	23,7%	1,49	1,46	0,15%	100%		
			225	0,44%	32,7%	1,34	1,32	0,03%	100%		
			475	0,21%	39,1%	1,26	1,24	0,02%	100%		
			975	0,10%	53,5%	1,15	1,11	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	27,7%	1,57	1,52	2,77%	97%		
			31	3,17%	31,2%	1,50	1,45	0,10%	100%		
			225	0,44%	39,0%	1,35	1,31	0,02%	100%		
			475	0,21%	45,2%	1,27	1,23	0,01%	100%		
			975	0,10%	52,90%	1,17	1,13	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	36,50%	1,36	1,32	1,83%	98%		
			31	3,17%	40,90%	1,30	1,26	0,06%	100%		
			225	0,44%	52,10%	1,17	1,13	0,01%	100%		
			475	0,21%	58,10%	1,09	1,05	0,01%	100%		
			975	0,10%	65,80%	1,00	0,97	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	21,50%	1,98	1,88	0,43%	100%			
		31	3,17%	24,80%	1,89	1,79	0,02%	100%			
		225	0,44%	30,60%	1,72	1,63	0,00%	100%			

PERFIL 15											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	1,62%	1,54	34,40	0,00%	100%		BAJA
			975	0,10%	39,30%	1,50	1,42	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	30,30%	1,71	1,63	0,30%	100%		
			31	3,17%	33,00%	1,64	1,56	0,01%	100%		
			225	0,44%	39,40%	1,49	1,41	0,00%	100%		
			475	0,21%	42,30%	1,40	1,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	49,30%	1,29	1,22	0,00%	100%		

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	6,29	6,23	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,09	5,06	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,40	3,38	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,78	2,77	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,80%	2,24	2,23	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	6,19	6,12	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,01	4,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,10%	2,74	2,73	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,35	3,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,00%	2,21	2,20	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	6,13	6,05	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,96	4,92	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,31	3,29	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,72	2,70	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,20%	2,19	2,18	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	6,06	5,99	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,91	4,87	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,28	3,26	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,69	2,67	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,20%	2,17	2,15	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	6,00	5,92	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,86	4,82	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,25	3,22	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	2,66	2,65	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,40%	2,15	2,13	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,95	5,87	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,83	4,78	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,22	3,20	0,00%	100%		
475			0,21%	0,10%	2,64	2,63	0,00%	100%			

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			975	0,10%	1,60%	2,13	2,12	0,00%	100%		
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	18,10%	1,50	1,47	7,77%	92%	16,0%	ALTA
			31	3,17%	22,60%	1,42	1,40	0,31%	100%		
			225	0,44%	34,00%	1,27	1,25	0,06%	100%		
			475	0,21%	43,00%	1,18	1,16	0,04%	100%		
			975	0,10%	53,70%	1,08	1,06	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	20,40%	1,47	1,44	4,08%	96%		
			31	3,17%	24,60%	1,40	1,37	0,16%	100%		
			225	0,44%	36,90%	1,25	1,23	0,03%	100%		
			475	0,21%	46,30%	1,16	1,14	0,02%	100%		
			975	0,10%	55,60%	1,06	1,04	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	21,50%	1,45	1,43	2,15%	98%		
			31	3,17%	26,50%	1,38	1,35	0,08%	100%		
			225	0,44%	39,00%	1,23	1,21	0,02%	100%		
			475	0,21%	47,60%	1,15	1,13	0,01%	100%		
			975	0,10%	57,20%	1,05	1,03	0,01%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	20,90%	1,46	1,44	1,05%	99%		
			31	3,17%	25,00%	1,39	1,37	0,04%	100%		
			225	0,44%	37,40%	1,24	1,22	0,01%	100%		
			475	0,21%	46,80%	1,16	1,13	0,00%	100%		
			975	0,10%	56,40%	1,05	1,03	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	33,90%	1,27	1,25	0,68%	99%			
		31	3,17%	42,00%	1,19	1,17	0,03%	100%			
		225	0,44%	56,70%	1,05	1,03	0,01%	100%			
		475	0,21%	64,20%	0,97	0,95	0,00%	100%			
		975	0,10%	73,90%	0,88	0,86	0,00%	100%			
100	1%	Sin sismo	100%	35,40%	1,26	1,24	0,35%	100%			
		31	3,17%	43,40%	1,18	1,16	0,01%	100%			
		225	0,44%	57,50%	1,04	1,02	0,00%	100%			
		475	0,21%	65,40%	0,96	0,94	0,00%	100%			
		975	0,10%	74,60%	0,87	0,85	0,00%	100%			
BAJA	2,33	43%	Sin sismo	100%	21,30%	1,59	1,51	9,14%	91%	20,0%	ALTA
			31	3,17%	30,90%	1,47	1,39	0,42%	100%		
			225	0,44%	47,40%	1,24	1,17	0,09%	100%		
			475	0,21%	55,80%	1,12	1,06	0,05%	100%		
			975	0,10%	67,50%	0,99	0,94	0,03%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	27,00%	1,54	1,46	5,40%	95%		
			31	3,17%	36,20%	1,41	1,34	0,23%	100%		
			225	0,44%	50,80%	1,19	1,13	0,05%	100%		
			475	0,21%	58,80%	1,08	1,02	0,02%	100%		

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	10	10%	975	0,10%	70,20%	0,95	0,90	0,01%	100%	0,0%	ALTA
			Sin sismo	100%	29,70%	1,52	1,44	2,97%	97%		
			31	3,17%	38,00%	1,40	1,32	0,12%	100%		
			225	0,44%	52,50%	1,17	1,11	0,02%	100%		
			475	0,21%	57,20%	1,05	1,03	0,01%	100%		
	975	0,10%	71,10%	0,92	0,90	0,01%	100%				
	20	5%	Sin sismo	100%	33,00%	1,48	1,40	1,65%	98%		
			31	3,17%	40,90%	1,36	1,29	0,06%	100%		
			225	0,44%	55,80%	1,14	1,08	0,01%	100%		
			475	0,21%	63,50%	1,03	0,97	0,01%	100%		
			975	0,10%	73,60%	0,91	0,86	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	43,50%	1,32	1,25	0,87%	99%		
			31	3,17%	58,10%	1,11	1,04	0,04%	100%		
			225	0,44%	66,90%	0,99	0,94	0,01%	100%		
			475	0,21%	75,70%	0,87	0,82	0,00%	100%		
			975	0,10%	38,70%	1,40	1,33	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	40,80%	1,38	1,30	0,41%	100%		
			31	3,17%	47,00%	1,27	1,20	0,01%	100%		
			225	0,44%	59,40%	1,08	1,02	0,00%	100%		
			475	0,21%	68,30%	0,97	0,92	0,00%	100%		
975			0,10%	76,30%	0,86	0,81	0,00%	100%			

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	2,33	43%	Sin sismo	100%	0,00%	5,95	5,84	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,17	5,07	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,98	3,91	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,37	3,32	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	2,76	2,72	0,00%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	0,00%	5,84	5,73	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,07	4,98	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,91	3,84	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,31	3,26	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,20%	2,71	2,67	0,00%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	0,00%	5,77	5,66	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	5,01	4,91	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,86	3,78	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,27	3,22	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,68	2,64	0,00%	100%		

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	20	5%	Sin sismo	100%	0,00%	5,70	5,59	0,00%	100%	7,9%	ALTA
			31	3,17%	0,00%	4,95	4,85	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,82	3,74	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,24	3,19	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,65	2,61	0,00%	100%		
	50	2%	Sin sismo	100%	0,00%	5,63	5,52	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,89	4,79	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,77	3,69	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,10%	3,20	3,15	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,62	2,58	0,00%	100%		
	100	1%	Sin sismo	100%	0,00%	5,58	5,46	0,00%	100%		
			31	3,17%	0,00%	4,84	4,74	0,00%	100%		
225			0,44%	0,00%	3,73	3,65	0,00%	100%			
475			0,21%	0,10%	3,17	3,12	0,00%	100%			
975			0,10%	0,40%	2,60	2,55	0,00%	100%			
MEDIA	2,33	43%	Sin sismo	100%	8,20%	1,90	1,85	3,52%	96%		
			31	3,17%	11,20%	1,78	1,74	0,15%	100%		
			225	0,44%	21,00%	1,57	1,53	0,04%	100%		
			475	0,21%	27,7%	1,45	1,41	0,03%	100%		
			975	0,10%	36,6%	1,31	1,28	0,02%	100%		
	5	20%	Sin sismo	100%	11,2%	1,81	1,76	2,24%	98%		
			31	3,17%	14,8%	1,70	1,66	0,09%	100%		
			225	0,44%	25,6%	1,50	1,46	0,02%	100%		
			475	0,21%	32,5%	1,39	1,35	0,01%	100%		
			975	0,10%	41,3%	1,26	1,22	0,01%	100%		
	10	10%	Sin sismo	100%	9,3%	1,96	1,90	0,93%	99%		
			31	3,17%	7,7%	1,84	1,80	0,02%	100%		
			225	0,44%	16,6%	1,59	1,56	0,01%	100%		
			475	0,21%	24,3%	1,46	1,43	0,01%	100%		
			975	0,10%	34,40%	1,31	1,28	0,00%	100%		
	20	5%	Sin sismo	100%	11,30%	1,90	1,84	0,57%	99%		
			31	3,17%	14,50%	1,79	1,73	0,02%	100%		
			225	0,44%	25,80%	1,57	1,52	0,01%	100%		
			475	0,21%	31,70%	1,45	1,40	0,00%	100%		
			975	0,10%	39,40%	1,32	1,27	0,00%	100%		
50	2%	Sin sismo	100%	18,20%	1,75	1,69	0,36%	100%			
		31	3,17%	22,30%	1,66	1,60	0,01%	100%			
		225	0,44%	31,80%	1,47	1,42	0,00%	100%			
		475	0,21%	37,50%	1,37	1,32	0,00%	100%			
		975	0,10%	46,00%	1,25	1,20	0,00%	100%			

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
	100	1%	Sin sismo	100%	8,90%	1,78	1,75	0,09%	100%		
			31	3,17%	12,20%	1,67	1,64	0,00%	100%		
			225	0,44%	22,40%	1,47	1,44	0,00%	100%		
			475	0,21%	29,30%	1,36	1,33	0,00%	100%		
			975	0,10%	40,40%	1,23	1,21	0,00%	100%		

7.4 Resultados de las modelaciones considerando un nivel freático a -3.0 m de profundidad y zonificación de amenaza según el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida

En este numeral se presenta el resumen de los resultados de las modelaciones y las Probabilidades totales de Falla anual considerando un nivel freático a -3.0 m de cada perfil con las cuales se definió los niveles de amenaza siguiendo el criterio del Estudio de amenaza de Altos de la Florida (Tabla 7.2).

PERFIL 1											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,20%	4,09	4,26	0,20%	100%	0,2%	MEDIA
			31	3,17%	0,30%	3,73	3,88	0,01%	100%		
			225	0,44%	0,60%	3,12	3,24	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,70%	2,80	2,92	0,00%	100%		
			975	0,10%	1,40%	2,47	2,57	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,60%	1,62	1,70	13,60%	86%	14,2%	ALTA
			31	3,17%	15,40%	1,53	1,61	0,49%	100%		
			225	0,44%	22,70%	1,35	1,43	0,10%	100%		
			475	0,21%	26,90%	1,26	1,33	0,06%	100%		
			975	0,10%	35,10%	1,14	1,20	0,04%	100%		

PERFIL 2											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	3,65	3,62	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	3,41	3,39	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	2,94	2,93	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	2,70	2,68	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,10%	2,42	2,40	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	6,60%	1,61	1,62	6,60%	93%	6,9%	ALTA
			31	3,17%	6,80%	1,60	1,62	0,22%	100%		
			225	0,44%	5,60%	1,51	1,55	0,02%	100%		
			475	0,21%	10,40%	1,37	1,39	0,02%	100%		
			975	0,10%	23,30%	1,20	1,23	0,02%	100%		

PERFIL 3											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	6,50	6,65	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	5,85	5,99	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	4,14	4,18	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,00%	3,40	3,43	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,00%	2,74	2,77	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	7,70%	1,68	1,77	7,70%	92%	8,2%	ALTA
			31	3,17%	10,50%	1,55	1,63	0,33%	100%		
			225	0,44%	25,60%	1,31	1,39	0,11%	100%		
			475	0,21%	33,90%	1,18	1,25	0,07%	100%		
			975	0,10%	45,10%	1,03	1,09	0,05%	100%		

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	4,82	4,75	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	4,40	4,36	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,00%	3,62	3,58	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,20%	3,12	3,29	0,00%	100%		
			975	0,10%	2,30%	2,60	2,74	0,00%	100%		

PERFIL 4											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	10,00%	1,76	1,86	10,00%	90%	10,5%	ALTA
			31	3,17%	12,80%	1,65	1,74	0,41%	100%		
			225	0,44%	20,50%	1,43	1,50	0,09%	100%		
			475	0,21%	25,10%	1,30	1,37	0,05%	100%		
			975	0,10%	34,40%	1,17	1,23	0,04%	100%		

PERFIL 5											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
ALTA	1	100%	Sin sismo	100%	0,30%	2,78	2,72	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,70%	2,58	2,53	0,00%	100%		
			225	0,44%	2,20%	2,20	2,16	0,00%	100%		
			475	0,21%	4,60%	1,98	1,94	0,00%	100%		
			975	0,10%	9,90%	1,74	1,70	0,00%	100%		
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,00%	2,23	2,26	0,00%	100%	0,0%	BAJA
			31	3,17%	0,00%	2,09	2,11	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,50%	1,81	1,82	0,00%	100%		
			475	0,21%	1,30%	1,65	1,67	0,00%	100%		
			975	0,10%	5,30%	1,48	1,49	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	18,40%	1,46	1,52	18,40%	82%	19,1%	ALTA
			31	3,17%	20,40%	1,39	1,45	0,65%	99%		
			225	0,44%	28,20%	1,26	1,31	0,13%	100%		
			475	0,21%	34,20%	1,18	1,22	0,07%	100%		
			975	0,10%	41,60%	1,07	1,11	0,04%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,40%	1,63	1,62	0,40%	100%	0,5%	MEDIA
			31	3,17%	1,30%	1,56	1,54	0,04%	100%		
			225	0,44%	4,30%	1,41	1,40	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,70%	1,33	1,32	0,02%	100%		
			975	0,10%	20,70%	1,23	1,22	0,02%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,40%	1,70	1,71	13,40%	87%	13,9%	ALTA
			31	3,17%	12,20%	1,67	1,74	0,39%	100%		
			225	0,44%	18,30%	1,47	1,54	0,08%	100%		

PERFIL 6											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			475	0,21%	22,10%	1,37	1,43	0,05%	100%		ALTA
			975	0,10%	29,30%	1,24	1,29	0,03%	100%		

PERFIL 7											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	4,90%	1,64	1,63	4,90%	95%	5,1%	ALTA
			31	3,17%	4,90%	1,64	1,63	0,16%	100%		
			225	0,44%	6,00%	1,53	1,50	0,03%	100%		
			475	0,21%	13,40%	1,37	1,38	0,03%	100%		
			975	0,10%	6,80%	1,48	1,48	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	1,80%	1,75	1,75	1,80%	98%	1,9%	MEDIA/ALTA
			31	3,17%	2,90%	1,61	1,66	0,09%	100%		
			225	0,44%	4,60%	1,53	1,58	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,70%	1,38	1,42	0,02%	100%		
			975	0,10%	16,50%	1,31	1,36	0,02%	100%		

PERFIL 8											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	0,10%	3,19	1,14	0,10%	100%	0,1%	MEDIA
			31	3,17%	0,10%	3,02	2,97	0,00%	100%		
			225	0,44%	0,30%	2,69	2,64	0,00%	100%		
			475	0,21%	0,30%	2,49	2,46	0,00%	100%		
			975	0,10%	0,30%	2,12	2,12	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	13,10%	1,58	1,65	13,10%	87%	13,7%	ALTA
			31	3,17%	16,30%	1,49	1,56	0,52%	99%		
			225	0,44%	25,10%	1,31	1,38	0,11%	100%		
			475	0,21%	30,90%	1,21	1,27	0,06%	100%		
			975	0,10%	39,80%	1,09	1,15	0,04%	100%		

PERFIL 9											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	42,90%	1,17	1,17	42,90%	57%	43,8%	ALTA
			31	3,17%	43,00%	1,17	1,17	1,36%	99%		
			225	0,44%	43,20%	1,17	1,17	0,19%	100%		
			475	0,21%	43,80%	1,16	1,16	0,09%	100%		
			975	0,10%	8,91%	1,38	1,41	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	0,90%	2,49	2,43	0,90%	99%	0,9%	MEDIA
			31	3,17%	0,80%	2,36	2,32	0,03%	100%		
			225	0,44%	1,60%	2,10	2,07	0,01%	100%		
			475	0,21%	2,50%	1,96	1,93	0,01%	100%		
			975	0,10%	5,00%	1,78	1,75	0,01%	100%		

PERFIL 10											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	1,50%	2,83	2,97	1,50%	99%	1,6%	MEDIA/ALTA
			31	3,17%	2,30%	2,61	2,74	0,07%	100%		
			225	0,44%	4,10%	2,20	2,31	0,02%	100%		
			475	0,21%	6,20%	2,00	2,10	0,01%	100%		
			975	0,10%	9,80%	1,77	1,85	0,01%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	3,00%	1,64	1,66	3,00%	97%	3,3%	ALTA
			31	3,17%	4,90%	1,53	1,55	0,16%	100%		
			225	0,44%	13,40%	1,33	1,35	0,06%	100%		
			475	0,21%	23,10%	1,21	1,23	0,05%	100%		
			975	0,10%	38,90%	1,08	1,09	0,04%	100%		

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	22,00%	1,39	1,42	22,00%	78%	22,8%	ALTA
			31	3,17%	23,90%	1,37	1,39	0,76%	99%		
			225	0,44%	26,50%	1,31	1,34	0,12%	100%		
			475	0,21%	28,11%	1,28	1,31	0,06%	100%		
			975	0,10%	32,10%	1,24	1,27	0,03%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	28,60%	1,17	1,21	28,60%	71%	29,8%	ALTA

PERFIL 11											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
			31	3,17%	37,00%	1,10	1,13	1,17%	99%		
			225	0,44%	55,70%	0,96	0,98	0,25%	100%		
			475	0,21%	68,50%	0,88	0,90	0,14%	100%		
			975	0,10%	82,10%	0,79	0,81	0,08%	100%		

PERFIL 12											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	17,30%	1,59	1,56	17,30%	83%	18,1%	ALTA
			31	3,17%	22,10%	1,51	1,47	0,70%	99%		
			225	0,44%	33,40%	1,34	1,30	0,15%	100%		
			475	0,21%	40,90%	1,24	1,21	0,09%	100%		
			975	0,10%	52,50%	1,13	1,10	0,05%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	33,60%	1,12	1,13	33,60%	66%	34,9%	ALTA
			31	3,17%	43,10%	1,06	1,07	1,37%	99%		
			225	0,44%	67,60%	0,91	0,91	0,30%	100%		
			475	0,21%	79,00%	0,83	0,83	0,17%	100%		
			975	0,10%	89,50%	0,74	0,74	0,09%	100%		

PERFIL 13											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	8,30%	1,91	1,93	8,30%	92%	8,6%	ALTA
			31	3,17%	8,70%	1,90	1,93	0,28%	100%		
			225	0,44%	9,00%	1,89	1,91	0,04%	100%		
			475	0,21%	9,20%	1,88	1,90	0,02%	100%		
			975	0,10%	2,10%	1,90	1,90	0,00%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	53,30%	1,11	1,07	53,30%	47%	54,5%	ALTA
			31	3,17%	60,50%	1,04	1,01	1,92%	98%		
			225	0,44%	74,60%	0,92	0,88	0,33%	100%		
			475	0,21%	80,20%	0,64	0,81	0,17%	100%		
			975	0,10%	86,20%	0,76	0,73	0,09%	100%		

PERFIL 14											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	24,90%	1,52	1,48	24,90%	75%	25,7%	ALTA
			31	3,17%	27,30%	1,41	1,45	0,87%	99%		
			225	0,44%	27,80%	1,42	1,38	0,12%	100%		
			475	0,21%	31,80%	1,36	1,33	0,07%	100%		
			975	0,10%	36,80%	1,30	1,27	0,04%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	7,70%	1,68	1,66	7,70%	92%	8,2%	ALTA
			31	3,17%	11,20%	1,60	1,58	0,36%	100%		
			225	0,44%	19,00%	1,41	1,40	0,08%	100%		
			475	0,21%	25,20%	1,32	1,31	0,05%	100%		
			975	0,10%	38,80%	1,17	1,16	0,04%	100%		

PERFIL 16											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	6,70%	1,73	1,71	6,70%	93%	7,1%	ALTA
			31	3,17%	8,90%	1,65	1,63	0,28%	100%		
			225	0,44%	16,80%	1,46	1,44	0,07%	100%		
			475	0,21%	24,60%	1,36	1,34	0,05%	100%		
			975	0,10%	33,90%	1,24	1,23	0,03%	100%		
BAJA	1	100%	Sin sismo	100%	3,10%	1,89	1,87	3,10%	97%	3,5%	ALTA
			31	3,17%	6,10%	1,73	1,71	0,19%	100%		
			225	0,44%	17,40%	1,44	1,43	0,08%	100%		
			475	0,21%	27,90%	1,30	1,28	0,06%	100%		
			975	0,10%	44,50%	1,14	1,13	0,04%	100%		

PERFIL 17											
ZONA	Lluvia		Sismo		MODELACION			Pf	1-Pf	PTotal= 1-∏(1-pf)	AMENAZA
	Tr	P(hw)	Tr	P(k)	P(FS<1)	F.S_det	F.S_mean				
MEDIA	1	100%	Sin sismo	100,00%	1,60%	2,26	2,23	1,60%	98%	1,7%	MEDIA/ALTA
			31	3,17%	2,20%	2,13	2,09	0,07%	100%		
			225	0,44%	5,20%	1,87	1,84	0,02%	100%		
			475	0,21%	8,30%	1,73	1,70	0,02%	100%		
			975	0,10%	14,80%	1,57	1,54	0,02%	100%		

7.5 Resultados de Análisis de caída de bloques

Para el análisis de caída de bloques se efectuó mediante el programa ROCFALL V4 de Rocscience, se asumió que los bloques tienen un volumen máximo 1 m^3 , correspondientes a un peso total de 2.2 T y que se desprenden a una velocidad inicial de 0.1 m/s para condiciones estáticas y de 2.0 m/s en condiciones con sismo.

En este numeral se presenta los resultados de los análisis de caídas de rocas y las distancias máximas recorridas por los bloques. Estos resultados se encuentran en el Anexo E y en la Tabla 7.3 se hace el resumen de los resultados.

Tabla 7.3. Distancias máximas recorridas según el análisis de caídas de bloques.

Distancias máximas (m)		
Perfil	Sin Sismo	Con sismo
1A	11	11
2A	4	6
3A	3	5
4A	2	4
5A	15	12
6A	5	11

7.6 Zonificación de amenaza condición actual del Barrio

Para elaborar el mapa de zonificación de amenaza actual, siguiendo el criterio del Servicio Geológico Colombiano (Figura 7.3) y el criterio del Estudio de Altos de la Florida (Figura 7.4); los cuales se muestran en el en el plano No 11, se cartografió la amenaza en cada sección de análisis según el resultado obtenido en cada zona de cada perfil (Parte alta, media y baja), y con base en este se delinearón los contornos de los cambios en los niveles de amenaza.

Para la construcción del mapa de zonificación de amenaza, se sectorizó de la misma manera como se hicieron los análisis de estabilidad y se marcó la calificación de amenaza obtenida. Durante la zonificación se tuvieron en cuenta, además de las calificaciones de amenaza los siguientes criterios:

- Los escarpes presentes en la zona de estudio fueron calificados como amenaza alta, lo anterior esta soportado con los resultados de las modelaciones hechas.
- En las zonas donde se encontraron afloramientos de bloques de roca del macizo rocoso, en los cuales se determinó las distancias máximas de viaje de los bloques de roca desde el punto de origen se clasificó como zona de amenaza Alta.
- Las partes altas de las laderas fueron catalogadas como amenaza baja debido a que son zonas donde no hay fuertes pendientes, lo anterior esta soportado con las modelaciones hechas.
- En las zonas donde se tenían zonas de amenaza Alta contiguas a zonas de amenaza Baja, se definió una zona de transición de amenaza Media, con base en los anchos de afectación obtenidos de las modelaciones.
- En las zonas que no están impermeabilizadas y que actualmente están siendo erosionada por el inadecuado manejo y control de agua del barrio, se catalogaron como zonas de amenaza media.

- La zona por donde pasa la quebrada se determinó como zona de amenaza alta debido a que actualmente dicha quebrada se utiliza como vertedero de agua residuales de las casas adyacentes, lo cual inestabiliza dicha zona, lo anterior esta también sustentado con las modelaciones.

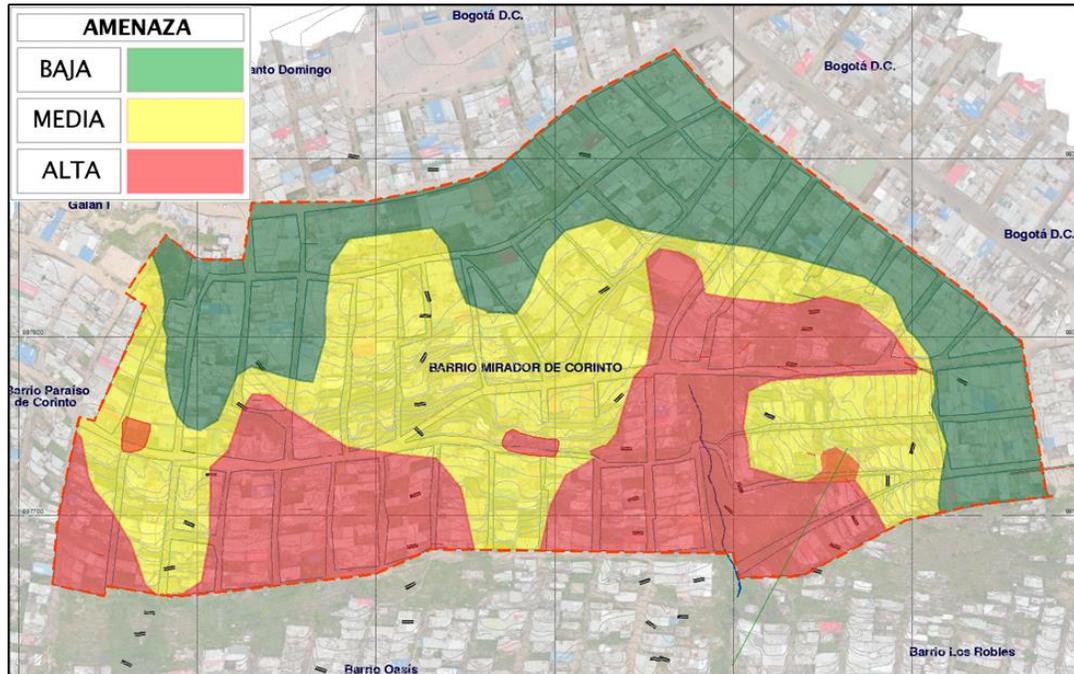


Figura 7.3. Mapa de Amenaza en condición actual según el criterio del Servicio Geológico Colombiano (2015).

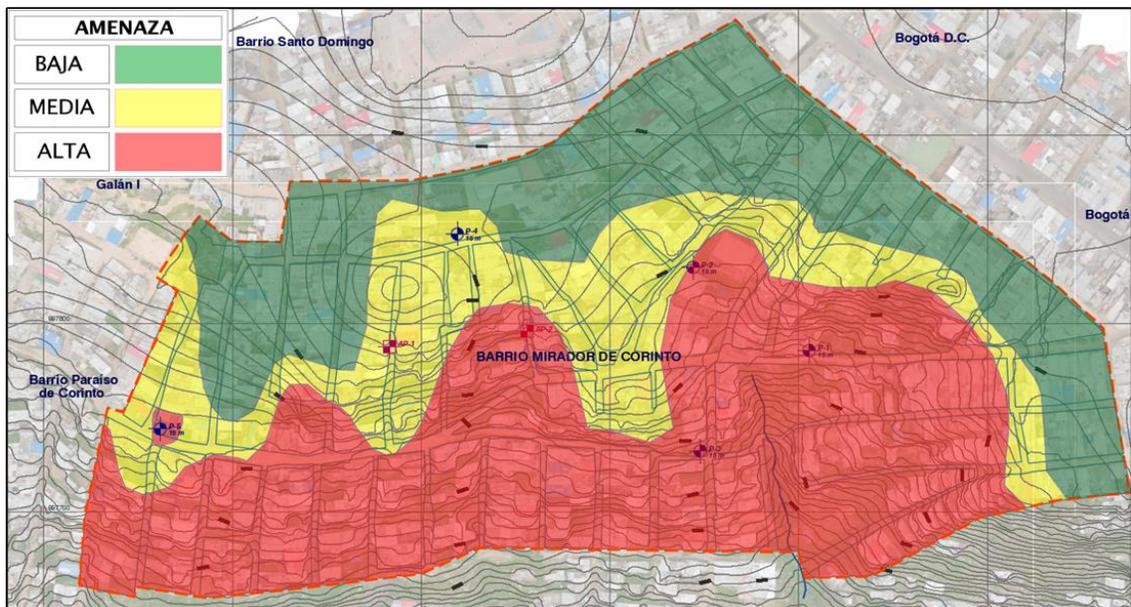


Figura 7.4. Mapa de Amenaza en condición actual según el criterio del Estudio de Altos de la Florida (2019).

7.7 Zonificación de amenaza con un manejo y control del agua

Al elaborar el mapa de zonificación de amenaza considerando obras de mitigación orientadas al manejo de las aguas mediante la construcción de alcantarillado pluvial y algunos niveles de filtros que mantuvieran el nivel freático a una profundidad de -3.0 m, se obtuvo el mapa que se muestra en la Figura 7.5 según el criterio del Servicio Geológico Colombiano y el mapa que se muestra en la Figura 7.6 siguiendo el criterio de zonificación de amenaza del Estudio de Altos de la Florida; ambos mapas se encuentran en el plano No 12.

Para la construcción del mapa de zonificación de amenaza, se sectorizó de la misma manera como se hicieron los análisis de estabilidad y se marcó la calificación de amenaza obtenida. Durante la zonificación se tuvieron en cuenta los mismos criterios que se tuvieron en cuenta en la sección 7.6.

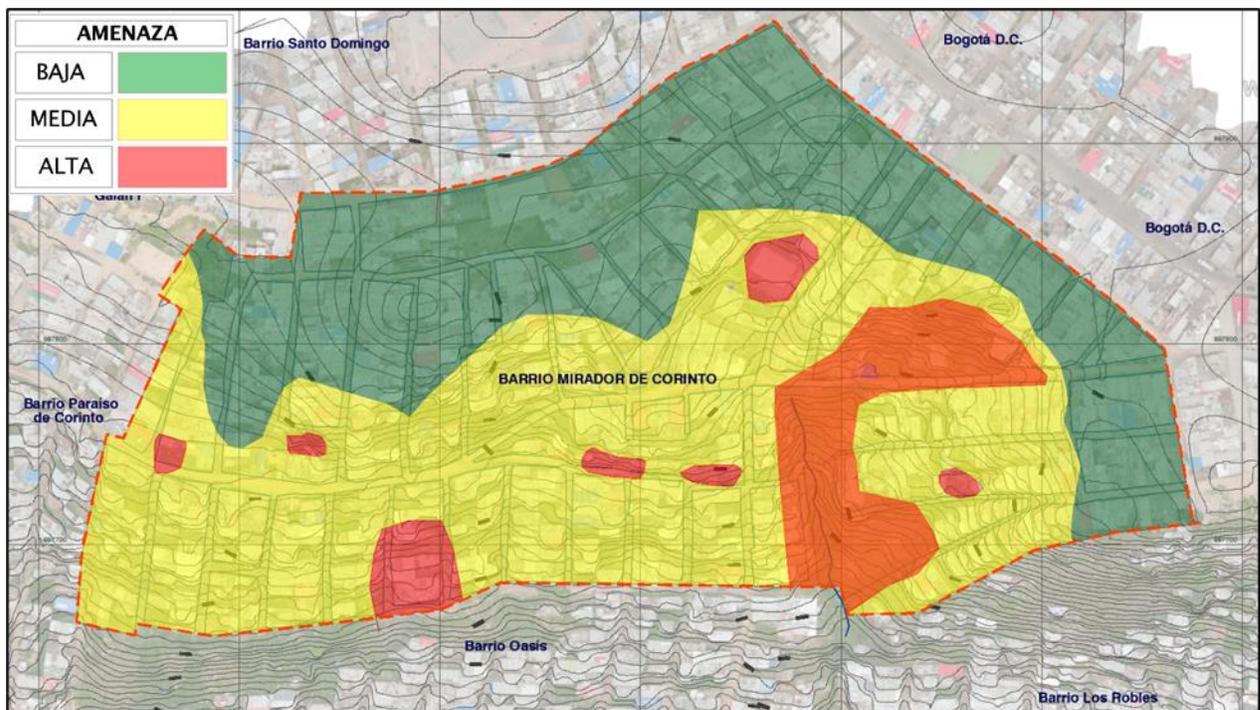


Figura 7.5. Mapa de Amenaza con un adecuado manejo de aguas según el criterio del Servicio Geológico Colombiano (2015).

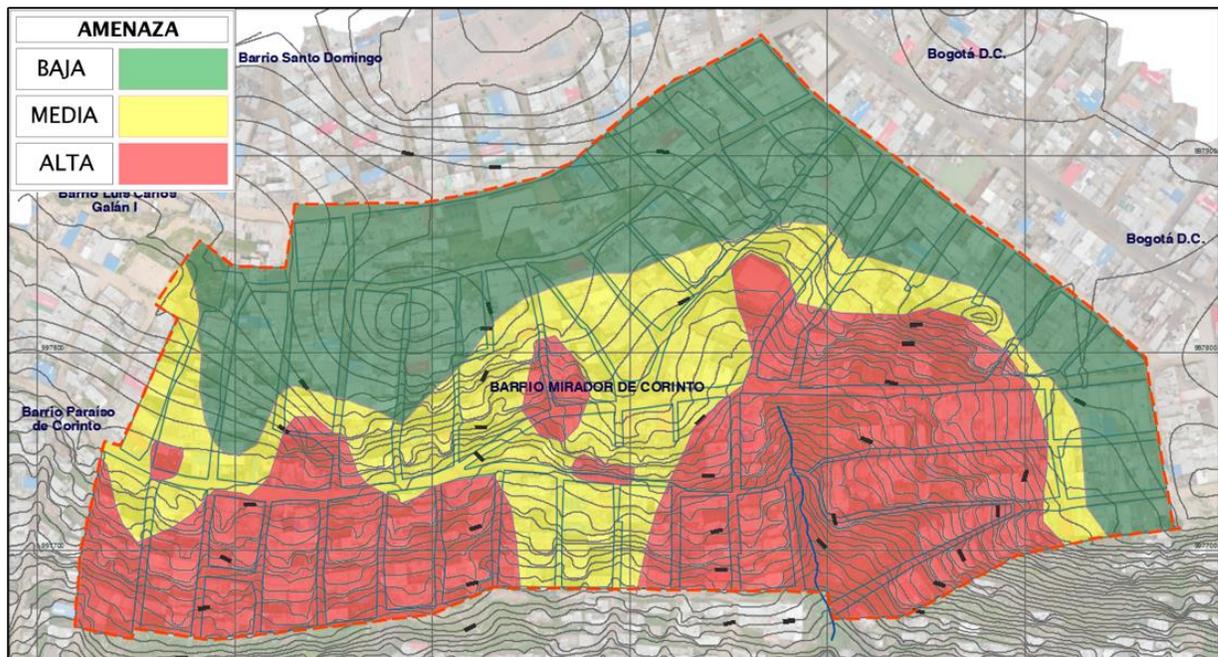


Figura 7.6. Mapa de Amenaza con un adecuado manejo de aguas según el criterio del Estudio de Altos de la Florida (2019).

8 Conclusiones y recomendaciones

Con la elaboración de este estudio se logró definir un modelo geológico geotécnico específico de la zona de estudio, el cual permitió definir una zonificación geotécnica asociada a las condiciones de pendiente, espesores de materiales, procesos morfodinámicos y variación del nivel de agua presentes en el barrio Mirador de Corinto. Así mismo, fue posible la elaboración de un mapa de susceptibilidad que identificara las zonas más críticas ante eventos de remoción por los cuales se definieron perfiles de análisis.

Se debe señalar que el taller realizado en el barrio y las visitas de campo fueron de vital importancia con el fin de identificar todas las condiciones a las cuales actualmente está expuesto el barrio Mirador de Corinto, por lo tanto, se recomienda que para la elaboración de estos estudios se realicen la mayor cantidad de visitas posibles con las cuales se pueda establecer las condiciones de la zona.

Con la definición del modelo geológico geotécnico, se logró obtener el mapa de zonificación de amenaza a escala 1:1000 del barrio Mirador de Corinto del municipio de Soacha, Cundinamarca,

evaluando los diferentes escenarios de sismo y agua con los cuales se pudo determinar la probabilidad de falla para deslizamientos considerando la incertidumbre de los parámetros de resistencia del terreno. Este análisis realizado permitió llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Como se muestra en el mapa de amenaza en condición actual (Figura 7.4) las zonas de amenaza Alta se concentran principalmente en la zona inferior al barrio en la cual se presentan las mayores pendientes del terreno y donde se encuentran los mayores espesores de suelos residuales de la Formación Arenisca Labor-Tierna. Adicionalmente, alrededor de la zona de la quebrada presenta una mayor área de amenaza Alta dado al manejo inadecuado de las aguas lluvias que genera una erosión constante sobre esa zona.
- Cabe resaltar que en las zonas donde se encontraron afloramientos de bloques de roca sobre el barrio se presenta una amenaza Alta, debido a que pueden presentarse procesos de caída de bloques por consecuencia de la erosión del agua y a los cortes generados para la construcción de viviendas.
- Las zonas de amenaza Baja y Media sobre el barrio pueden empeorar en la medida en que se siga permitiendo cortes verticales para la construcción de viviendas y se siga teniendo un manejo inadecuado de las aguas residuales y de las aguas lluvias que pueden continuar erosionando los materiales presentes en la zona de estudio.
- Como se muestra en la Figura 8.1 al comparar la zonificación amenaza en condición extrema realizada por el Servicio Geológico Colombiano en el 2012 con los mapas obtenidos con los diferentes criterios, gran parte de la parte alta del barrio Mirador de Corinto cambia de una amenaza Alta a una amenaza Media o Baja. Esto se debe a que el análisis realizado se basó en datos recopilados exclusivamente del Barrio Mirador de Corinto, así mismo el análisis permitió determinar todos los posibles escenarios de nivel freático y sismo posibles en la zona de estudio y evaluarlos ante una probabilidad de falla.

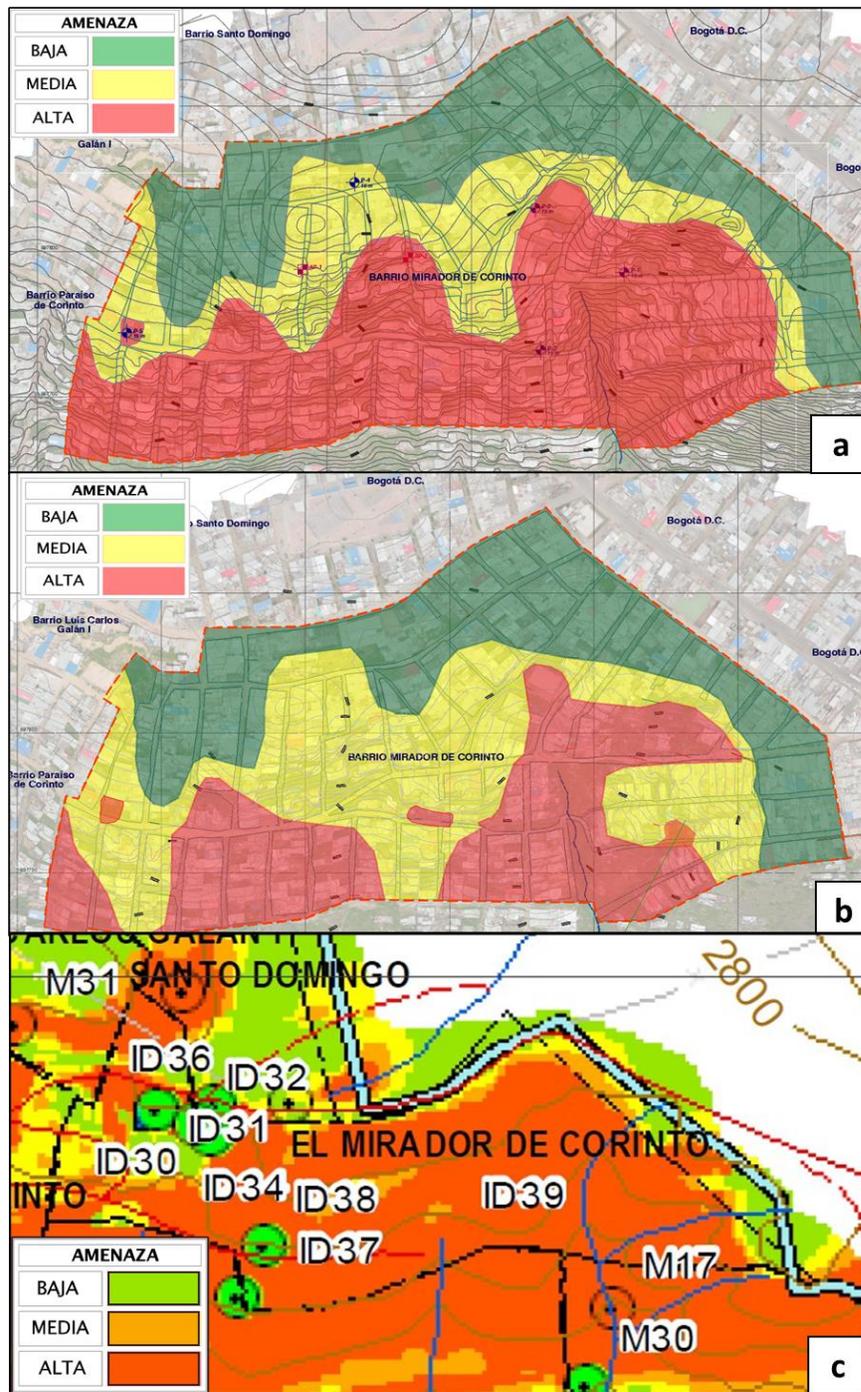


Figura 8.1. Comparación entre la zonificación de amenaza (a) Mapa de amenaza según la zonificación del estudio de Altos de Florida; (b) Mapa de amenaza según la zonificación del Servicio Geológico Colombiano (2015); (c) Mapa de amenaza obtenida por el Servicio Geológico Colombiano en el 2012.

- Teniendo en cuenta que los rangos de probabilidad de falla están asociados al índice de confiabilidad es recomendable efectuar análisis más detallados que incluyan exploración

adicional del suelo mayor muestreo y ensayos de laboratorio que permitan disminuir la incertidumbre en la obtención de los parámetros de resistencia y la distribución y variabilidad espacial de los mismos de manera que se puedan ajustar aún más los rangos de clasificación de amenaza y se cuente con un mapa más acorde con las condiciones del sitio

- Con el análisis realizado en la sección 7.4 y 7.7, la disminución de la zonificación de amenaza Alta sobre el barrio Mirador de Corinto es un claro indicativo de que el principal detonante de inestabilidad presente en el barrio es el agua, ya que actualmente el agua servida del barrio es desaguada directamente sobre las vías y en otros sectores el vertimiento de las aguas se realiza sobre laderas y zonas sin urbanizar. Al controlar esta situación con un adecuado manejo de aguas, como se muestra en la Figura 8.2 se logra reducir las zonas de amenaza alta y aumentar las zonas de amenaza media y baja.
- Es de vital importancia adelantar la construcción de sistemas de alcantarillados sanitario y pluvial adecuados, así mismo como la construcción de cunetas y zanjas revestidas para reducir la infiltración del agua sobre en la ladera.

A continuación, se presentan los mapas a escala 1:1000 resultantes para la zonificación de Amenaza tanto para la condición actual como para la condición con obras de mitigación referentes al manejo de aguas.

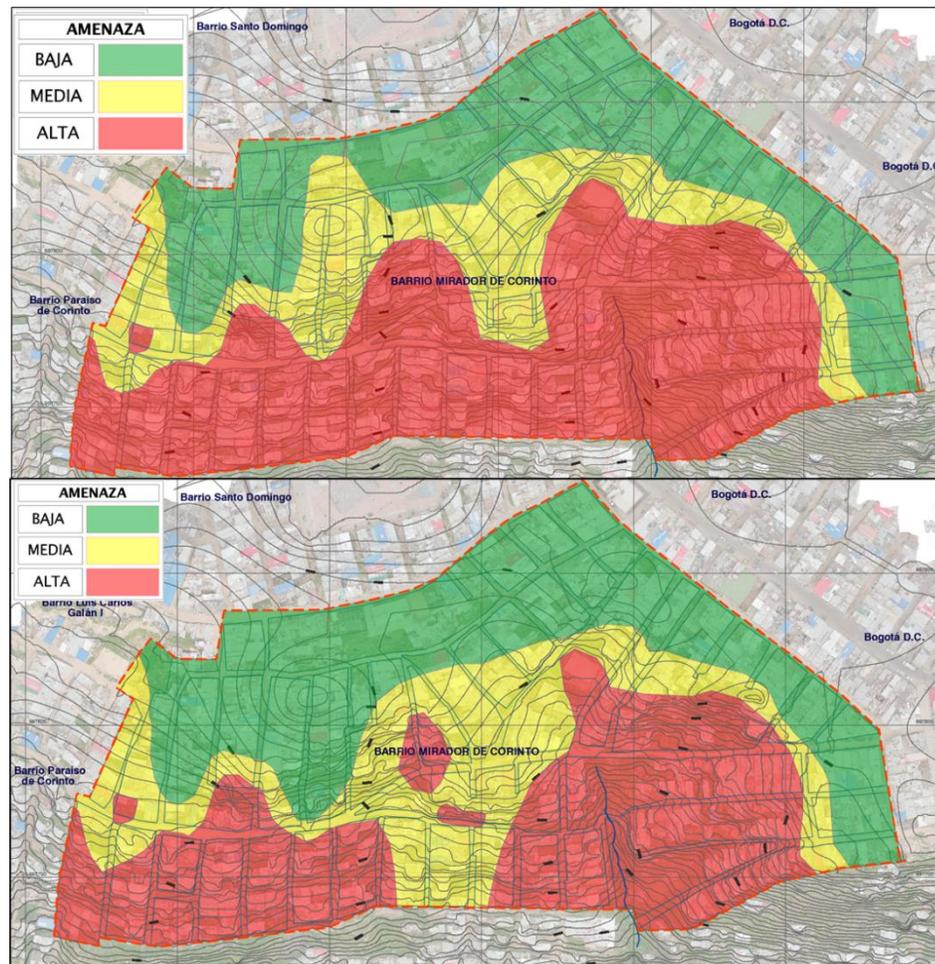


Figura 8.2. Comparación entre la zonificación de amenaza en la condición actual (a) y la obtenida con un adecuado manejo de aguas (b).

- En la zona de la quebrada se requiere establecer una zona de ronda en la cual los habitantes del barrio no establezcan viviendas, dado que en la medida que se sigan estableciendo viviendas alrededor y que se siga vertiendo las aguas residuales empeorarán las condiciones de estabilidad de la zona.
- En las zonas donde existe la posibilidad de caídas de bloques de roca, se requiere la implementación de obras de estabilización o eliminación de los bloques sueltos o la construcción de barreras rígidas o flexibles que impidan el paso de estos bloques sobre las viviendas o vías. Así mismo, dado el incremento de las zonas urbanizadas en el barrio se recomienda restringir las alturas de los cortes en cualquier material a no más de 2.0 m para no inducir efectos en los predios vecinos; cabe resaltar que estos cortes deben ser

protegidos ante la posible erosión del agua y que si superan dichas alturas se requerirán de obras de contención las cuales deben contar con diseños técnicos.

- La amenaza Alta sobre la quebrada se mantiene a pesar de realizar un adecuado manejo de aguas, debido a que esta zona requiere de obras de estabilización de mayor envergadura, así mismo, se requiere realizar obras de control de erosión con el cual se asegure que el agua que circula no siga erosionando el pie del talud y que aumenten la pendiente en dicha zona. Adicionalmente, se requiere que los habitantes del barrio no sigan depositando el agua residual en dicha zona con el fin de evitar que se generen incrementos de caudal sobre la quebrada y que se siga erosionando el material presente en dicha zona.

Los planos de zonificación de amenaza fueron elaborados en la plataforma del Sistema de Información Geográfico QGis, aparecen en el Anexo F y se pueden abrir en dicha plataforma en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/18lpqQFaVuIQ2DYno8o7uXr9SZWi2KvsQ?usp=sharing>

9 Bibliografía

- Ang, A. H.-S., & Tang, W. (1984). *Probability Concepts in Engineering Planning and Design Volume II Decision, Risk and Reliability*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Bieniawski, Z. (1989). *Engineering rock mass classifications*. New York: Wiley.
- Bonham Carter, G. (1994). *Geographic Information System for Geoscientists: Modelling with GIS* (Vol. 13). Ottawa: Pergamon Press.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996). *Landslide Types and Processes*. Colorado: Transportation Research Board, National Academy of Sciences. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/269710331_CrudenDMVarnes_DJ1996_Landslide_Types_and_Processes_Transportation_Research_Board_US_National_Academy_of_Sciences_Special_Report_247_36-75

- Dahal, R. k., Hasegawa, S., Nonomura, A., Yamanaka, M., Dhakal, S., & Paudyal, P. (2008). Predictive modelling of rainfall-induced landslide hazard in the Lesser Himalaya of Nepal based on weights-of-evidence. *Geomorphology*, 496-510. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/222545196_Predictive_modelling_of_rainfall-induced_landslide_hazard_in_the_Lesser_Himalaya_of_Nepal_based_on_weights-of-evidence
- Deere, D., & Patton, A. (1971). Fourth Panamerican conference on soil mechanics and foundation engineering. *Slope stability in residual soils*. 1, págs. 87-170. San Juan Puerto Rico: American Society of civil engineers.
- Font, P. (14 de Junio de 2014). *Groundbelowyourfeet*. Obtenido de Groundbelowyourfeet: <https://groundbelowourfeet.wordpress.com/2014/06/23/sismica/>
- González, Á. (1999). Estimacion de Parametros efectivos de resistencia con el SPT. *Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia*. SCI – SCG, 1-12.
- Hoek, E., Carranza Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek - Brown failure criterion. *North American Rock Mechanics Society meeting* (págs. 267-273). Toronto: North American Rock Mechanics Society meeting.
- Ingeniería y Geotecnia S.A.S. (Enero de 2002). *Consultoría para el estudio de amenaza y riesgo por fenómenos de remoción en masa para el proyecto de vivienda y obras de acueducto y alcantarillado del barrio el Oasis*. Soacha: Medicos Sin Fronteras.
- Ingeniería y Geotecnia S.A.S. (2022). *Exploración geofísica Mirador de Corinto en el municipio de Soacha*. Bogotá: Ingeniería y Geotecnia S.A.S.
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. (2010). *Leyenda nacional de cobertura de la tierra. Metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Bogotá: IDEAM.
- Michoud, C., Derron, M., Horton, P., Jaboyedoff, M., Baillifard, F.-J., Loye, A., . . . Queurel, A. (2012). Rockfall hazard and risk assessments along roads at a regional scale: example in Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 615-629.
- National Research Council (U.S.); Schuster, R.L.; Krizek, R.J. (1978). *Landslides: Analysis and control* (Vol. 173). Washington, D.C: National Academy of Sciences.

- Pontificia Universidad Javeriana. (2019). *Evaluación de riesgo por movimientos en masa sector Altos de la Florida Soacha-Cundinamarca*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Servicio Geológico Colombiano . (2015). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogota: Servicio Geológico Colombiano.
- Servicio Geológico Colombiano . (2017). *Guía Metodológica para la zonificación de Amenaza por movimientos en masa*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano .
- Servicio Geológico Colombiano. (2005). *Geología de la Sabana de Bogotá*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Servicio Geológico Colombiano. (2012). *Zonificación geomecánica y de amenazas por movimiento en masa en el municipio de Soacha Cundinamarca zona urbana y de expansión urbana escala 1:5000*. Bogota: Ministerio de Minas y Energía.
- Servicio Geológico Colombiano; Universidad Nacional de Colombia. (2010). *Estudio de evaluación de la Amenaza Sísmica de Colombia*. BOGOTA: Universidad Nacional de Colombia.
- Skempton , J., & Hutchinson, A. (1969). Stability of Natural Slopes and Embankment. *Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Mexico City. II*, págs. 291-340. Mexico: Transport and Road Research Laboratory (TRRL).
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en zonas Tropicales*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA; CENTRO DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO ; GRUPO DE INVESTIGACIÓN BIOGESTIÓN. (2017). *ESTUDIO DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES EN EL MUNICIPIO DE SOACHA – CUNDINAMARCA*. BOGOTA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Universidad Nacional de Colombia; Centro de investigación para el Desarrollo; Grupo de Investigación BioGestión. (2017). *Estudio de Amenaza por avenidas Torrenciales en el municipio de Soacha- Cundinamarca*. Alcaldía de Soacha: Universidad Nacional de Colombia.
- Vallejo, L. (2002). *Ingeniería geológica*. Madrid: Pearson Prentice Hall.

Van Westen, C. (1993). *Application of Geographical Information System to landslide hazard zonation*. Enschede, Países Bajos: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).

Van Westen, C. (2013). *Guidelines for the generation of 1:50.000 scale landslide inventory, susceptibility maps, and qualitative risk maps, illustrated with case studies of the provinces Thanh Hoa and Nghe An*. Enschede: University of Twente.

1. Fecha de Recepción:



Firma del Estudiante



Firma del director del Trabajo Dirigido

(ESPACIO RESERVADO)

Fecha de presentación: _____

2. Aprobado: _____ Aplazado: _____ Rechazado: _____

Jurado 1: _____

Jurado 2: _____

Jurado 3: _____

3. Observaciones:

Notas: