

CONSULTORÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA ESTUDIO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Firma

PROYECTO:

PROYECTO VIVIENDA VIS URB. MONSEÑOR BENJAMIN PARDO

INTERESADO:

JLV HOME DESIGN

FECHA:

OCTUBRE 2023

TABLA DE CONTENIDO

1

TABLA DE CONTENIDO	2
1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA Y DEL PROYECTO	5
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	5
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	6
3 CONDICIONES GENERALES	7
3.1 LOCALIZACIÓN	8
4 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	8
5 EVALUACIÓN GEOLÓGICA	9
5.1 TECTONISMO Y SISMICIDAD	11
6 RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS	14
6.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	15
7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA LADERA	16
7.1 DEFINICIÓN DE UNIDAD MORFOLÓGICA INDEPENDIENTE	16
7.2 LOCALIZACIÓN DE PERFILES DE ANÁLISIS	17
7.3 MODELACIÓN DE PERFILES DE ANÁLISIS	20
8 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	21
8.1 CONDICIÓN ESTÁTICA	22
8.2 CONDICIÓN PSEUDOESTÁTICA	25
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
10 LIMITACIONES.....	30

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. A) ubicación de Santa Fe de Antioquia dentro de la subregión occidente de Antioquia. B) División político-administrativa de Santa Fe de Antioquia. Fuente: Plan municipal de desarrollo 2012-2015. https://docplayer.es/96810363-Plan-de-desarrollo-municipal	6
Ilustración 2. Urbanismo del proyecto Monseñor Benjamín Pardo.	7
Ilustración 3. Planta estructural de las edificaciones.	7
Ilustración 4. Ubicación general en el municipio. Fuente Google Maps	8
Ilustración 5. Mapa geológico del municipio de Santa Fe de Antioquia. FUENTE: Servicio Geológico Colombiano.	10
Ilustración 6. Mapa geológico de Santa Fe de Antioquia. (Servicio Geológico Colombiano)	11
Ilustración 7. Mapa de Amenaza sísmica para Colombia (SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO).	13
Ilustración 8. Ubicación de perforaciones. Fuente: Estudio de suelos	14
Ilustración 9. Localización de la UMI.	16
Ilustración 10. Topografía adicional realizada para el análisis de estabilidad de taludes.	17
Ilustración 11. Topografía antigua realizada antes del estudio de suelos.	18
Ilustración 12. Perfiles definidos en planta.	19
Ilustración 13. Morfología del Perfil 1, se observa la futura edificación y caño.	19
Ilustración 14. Morfología del Perfil 2, se observa la futura edificación.	20
Ilustración 15. Perfil 1 modelado en el software Slide.	20
Ilustración 16. Perfil 2 modelado en el software Slide.	21
Ilustración 17. FS Condición estática antes de la construcción, ladera anterior a la futura edificación del perfil 1.	22
Ilustración 18. FS Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación del perfil 1.	23
Ilustración 19. FS Condición estática después de la construcción, ladera anterior a la futura edificación del perfil 1.	23
Ilustración 20. FS Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación del perfil 1.	24
Ilustración 21. FS Condición estática antes de la construcción del perfil 2.	24
Ilustración 22. FS Condición estática después de la construcción del perfil 2.	25
Ilustración 23. FS Condición pseudoestática del perfil 1 después de la construcción, ladera anterior.	26
Ilustración 24. FS Condición pseudoestática del perfil 1 después de la construcción, ladera posterior.	27
Ilustración 25. FS Condición pseudoestática del perfil 2 después de la construcción de la futura edificación.	27

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. factores de seguridad básicos mínimos directos NSR-10	9
Tabla 2. Parámetros geotécnicos del suelo en estudio. Fuente: Estudio de suelos.	15
Tabla 3. Parámetros de modelación de los perfiles.	21

1 INTRODUCCIÓN

Por solicitud de JLV HOME DESIGN se elaboró el análisis de estabilidad de laderas por posibles amenazas por movimientos en masa para un lote de 4453.8 m² donde se proyecta la construcción de seis bloques de cinco (5) niveles, localizada en el casco urbano del municipio Santa Fe – Antioquía; allí se ejecutaron doce (12) sondeos con equipo para S.P.T. (Pruebas de Penetración Estándar) durante la realización del estudio de suelos.

El alcance del análisis de estabilidad de laderas es establecer y evaluar el equilibrio de un terreno inclinado o una pendiente para determinar si existe riesgo de deslizamiento o colapso ante agente erosivos. Para ello es necesario contar con un estudio de suelos y topografía del área de estudio, existen diferentes métodos de cálculo en el análisis de taludes que son influenciados principalmente por la geomorfología de la zona, las propiedades geotécnicas del suelo y las cargas aplicadas sobre el terreno.

Seguidamente se hace un resumen de los apartes más importantes que se incluyen en el análisis: En el informe se describe de manera general del proyecto, a partir de la información suministrada por los propietarios de este. Se enuncian los aspectos más importantes sobre las condiciones geológico – geotécnicas del sitio de obras, el tipo de construcción que se pretende adelantar y las obras complementarias, la topografía general observada en el sitio y los demás rasgos particulares del lote.

- Se presenta una reseña del relieve y los procesos geológico-geotécnicos del entorno.
- Se presenta la localización general del lote y los sondeos.
- Se presentan las recomendaciones a tener en cuenta durante la construcción de la edificación.
- Las recomendaciones para el diseño y construcción de las obras complementarias; los rellenos, muros de contención, filtros, etc.
- La influencia del tipo de suelo en la respuesta sísmica de las estructuras involucradas.
- Recomendaciones para la mitigación del posible riesgo.

2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA Y DEL PROYECTO

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

El predio objeto de estudio se encuentra localizado en el casco urbano del municipio de Santa Fe – Antioquia. El cual, es un municipio de Colombia, ubicado en la subregión Occidente de Antioquia, departamento del que fue capital hasta el 17 de abril de 1826. Limita por el norte con los municipios de Giraldo y Buriticá, por el nororiente con los municipios de Buriticá, Liborina y Olaya, por el oriente con los municipios de Olaya y Sopetrán, por el sur con los municipios de Ebéjico, Anzá y Caicedo, y por el occidente con los municipios de Caicedo, Abriaquí y Giraldo.

Se comunica por carretera pavimentada con los municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán, Anzá, Olaya y Liborina, y con el municipio de Giraldo, por la vía al mar, que comunica al municipio con la región de Urabá. Posee carreteras destapadas que lo comunican con los municipios de Caicedo, y con los corregimientos de Guasabra, El Pescado, Sabanas, Tonusco arriba; para llegar al corregimiento de Las Azules se llega a lomo de mula.

El área municipal es de 493 km², con un territorio montañoso correspondiente a la cordillera occidental de los Andes y regado por los ríos Cauca y Tonusco. Este último marca el límite suroriental de la ciudad. El municipio tiene treinta y ocho veredas y seis corregimientos (Tonusco Arriba, Guasabra, El Pescado, Las Azules, Sabanas y Cativo). Algunos corregimientos se encuentran muy alejados de la cabecera municipal y poseen clima templado.

La economía de Santa Fe de Antioquia se basa en la agricultura. Los principales productos son café, maíz y frijol. Tomate de árbol, papa, yuca y tomate. Ganadería vacuna, caballar y porcina.

El turismo ha sido, y es una de las entradas económicas más importantes para el municipio. La apertura del túnel de occidente, en 2006, permitió que llegasen cientos de turistas cada fin de semana, estimulando la vocación de la localidad como sitio de veraneo.

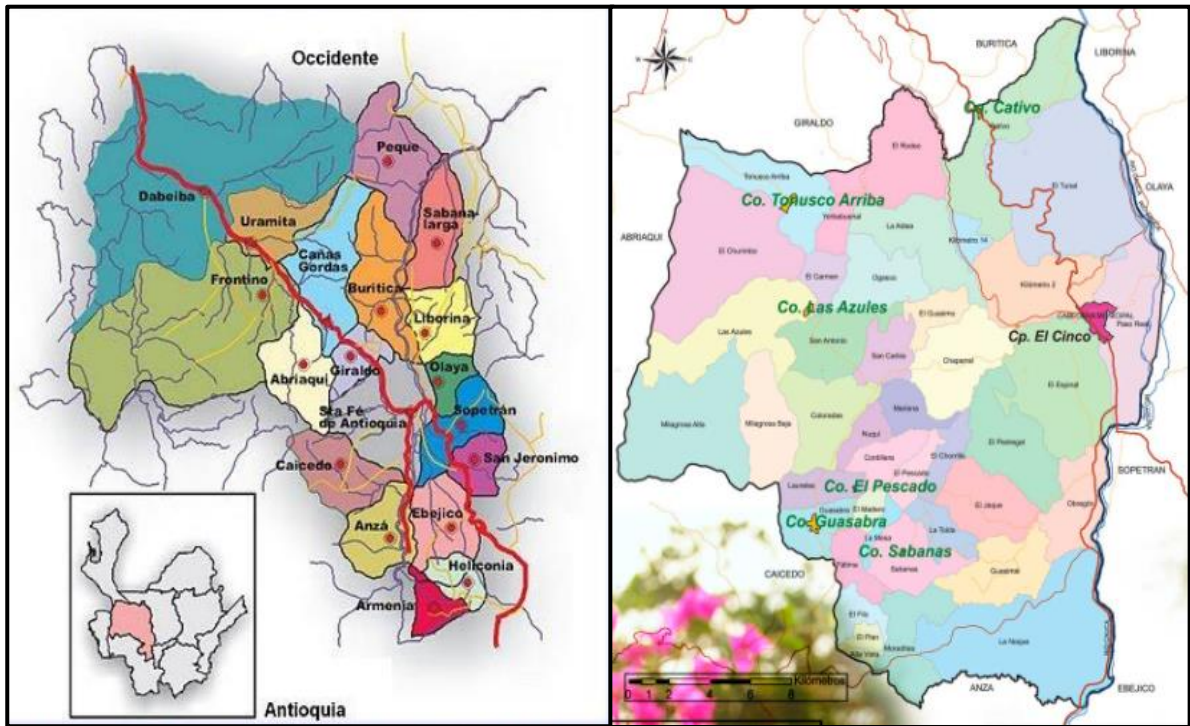


Ilustración 1. A) ubicación de Santa Fe de Antioquia dentro de la subregión occidente de Antioquia. B) División político-administrativa de Santa Fe de Antioquia. Fuente: Plan municipal de desarrollo 2012-2015. <https://docplayer.es/96810363-Plan-de-desarrollo-municipal>

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Este proyecto se localiza en el municipio de Santa Fe de Antioquia, las estructuras que se proyectan construir corresponden a seis edificaciones destinadas para uso residencial exclusivamente. El sistema estructural empleado está compuesto de un sistema de pórticos de concretos resistentes a momentos con capacidad de disipación de energía moderada (DMO).



Ilustración 2. Urbanismo del proyecto Monseñor Benjamín Pardo.

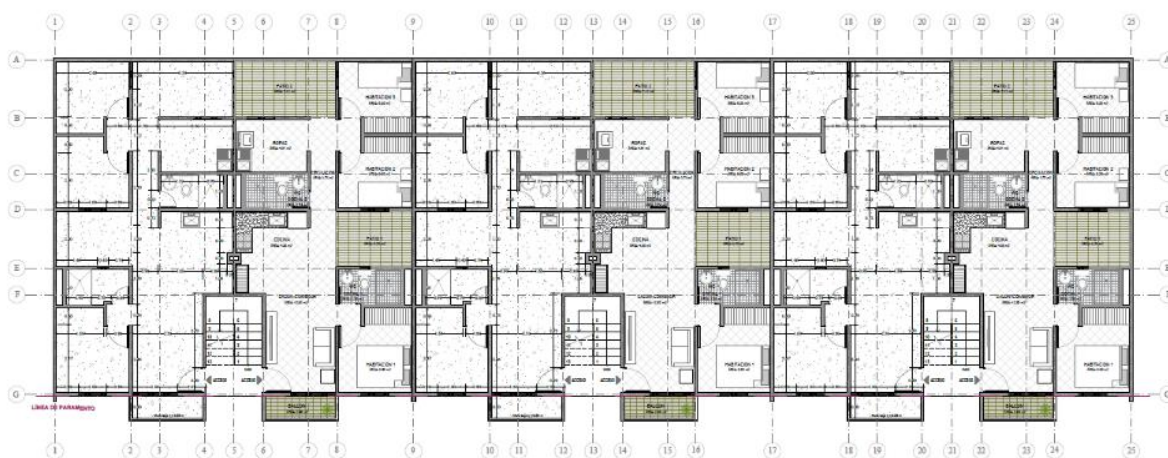


Ilustración 3. Planta estructural de las edificaciones.

3 CONDICIONES GENERALES

En este capítulo se expone el marco físico-biótico general donde se localiza la zona de estudio. Esto es de suma importancia para cualquier consultor y/o constructor, debido a que lo ubica en el entorno ambiental en el cual se debe diseñar y/o construir el proyecto. En general, se presenta la

localización del predio, se exponen los aspectos climáticos e hídricos del área de estudio y finalmente se señalan las características del suelo, usos del suelo en la zona de interés.

3.1 LOCALIZACIÓN

El lote se localiza dentro del casco urbano del Municipio de Santa Fe de Antioquia, más exactamente en las coordenadas 6°33'41.83"N 75°49'7.44"O.

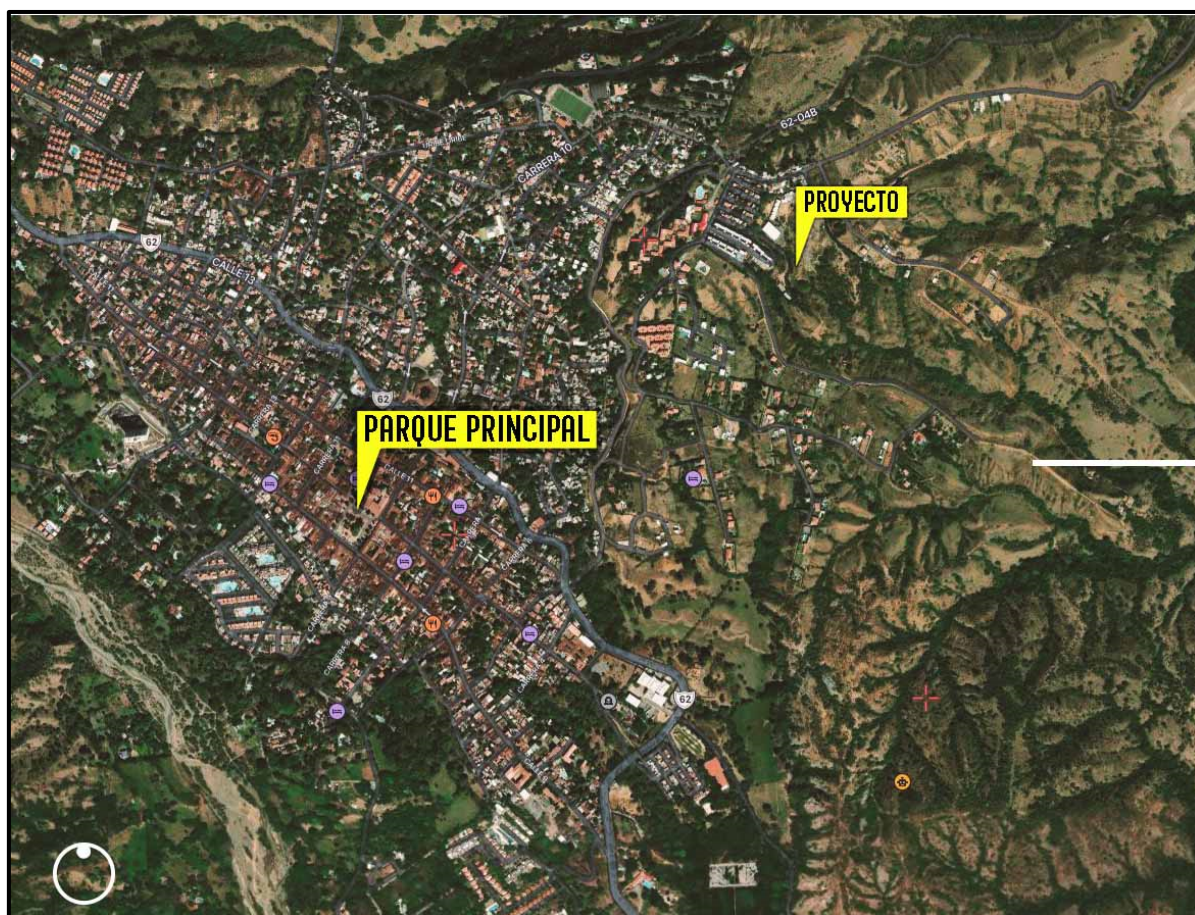


Ilustración 4. Ubicación general en el municipio. Fuente Google Maps

4 METODOLÓGIA DE ANÁLISIS

A continuación, se describe la metodología a seguir con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de deslizamiento en el predio en el cual se desea realizar la implantación de la edificación.

Fase 1: Definición de unidad morfodinámica independiente presente al interior del área del proyecto en estudio. Es necesario localizar la UMI para determinar que eventos morfodinámicos y/o procesos erosivos afectan el comportamiento la ladera en estudio.

Fase 2: Selección de perfiles del terreno para realizar el análisis estático y pseudoestático, teniendo en cuenta las condiciones morfológicas y de cargas antes y después de la construcción de la edificación proyectada sobre el lote, además de las zonas de la ladera: posterior y anterior respecto a la entrada principal de la edificación.

Fase 3: Modelación de perfiles en programa de análisis (Slide) exportados a través del complemento Vías del software AutoCAD (.dxf), de esta forma, se analizará la topografía del terreno en sus perfiles más críticos.

Fase 4: Asignación de Materiales de suelos explorados y cargas sobre el terreno. Para esta fase se tendrá como documento guía el estudio de suelos, en el cual se determinaron los parámetros geotécnicos de los suelos en el lote y se definió la estratigrafía del terreno.

Fase 5: Cálculo de Factor de seguridad (FS) y chequeo normativo de factores de seguridad básicos mínimos directos para condiciones estáticas y pseudoestáticas según la Tabla H.2.4-1 del reglamento NSR-10.

Tabla 1. factores de seguridad básicos mínimos directos NSR-10

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

5 EVALUACIÓN GEOLÓGICA

En el municipio de Santa Fe de Antioquia se pueden encontrar varias unidades estratigráficas:

- k2k6-Mds4: Lodolitas, arenitas lodosas y arenitas líticas, cherts, calizas, tobas y aglomerados; en su mayoría con metamorfismo dinámico, formando amplias zonas de protomilonitas y milonitas del Turoniano-Maastrichtiano.
- K2-Vm4: Basaltos toleíticos; doleritas, picritas, tobas básicas y brechas volcánicas del Cretácico superior.
- K2-Pm4: Gabros que varían de olivínicos a cuarzo gabros a través de noritas y gabros hornblendicos del Cretácico superior.
- Q-al: Depósitos y llanuras aluviales del Cuaternario
- E3-Sc: Arenitas conglomeráticas y conglomerados en la base y el techo; y arenitas, arcillolitas y carbones en la parte media del Oligoceno.
- K1-Mbg6: Esquistos anfibólicos, cuarzosericíticos, cloríticos y talcosos; anfibolitas, algunas granatíferas, cuarcitas, metagabros, metadioritas y serpentinitas del Cretácico inferior
- Q-ca: Abanicos aluviales y depósitos coluviales del Cuaternario.
- K1-Mmg6: Anfibolitas, algunas granatíferas; metagabros; metadioritas, y serpentinitas del Cretácico inferior.

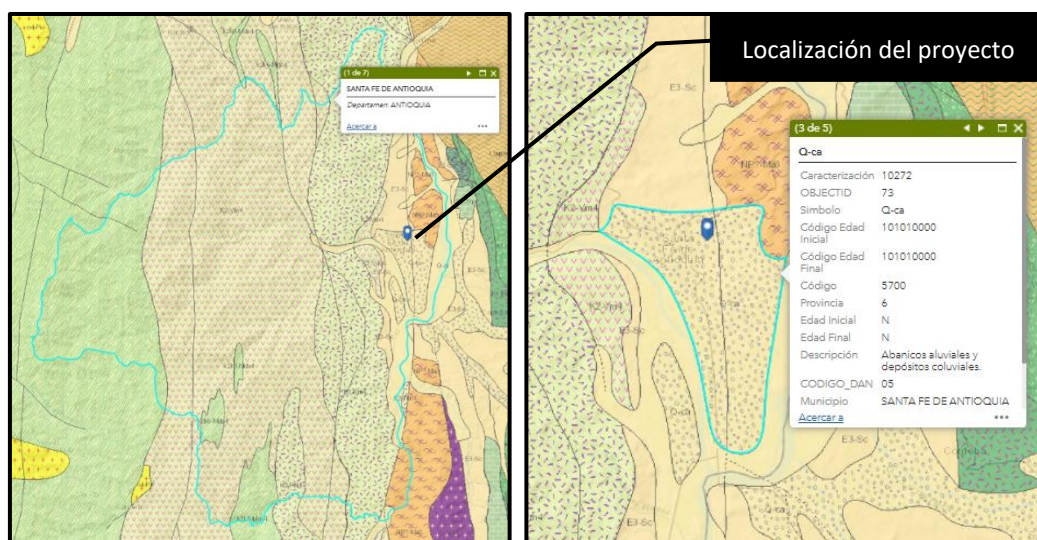


Ilustración 5. Mapa geológico del municipio de Santa Fe de Antioquia. FUENTE: Servicio Geológico Colombiano.

El área del lote se encuentra sobre la unidad litológica Q-Ca Abanicos aluviales y depósitos coluviales del Cuaternario. Las áreas urbanas de los municipios de Santafé de Antioquia están fundadas sobre terrazas de gran extensión formadas por arcillas y gravas de selección mala a regular con características de deposición fluvial en periodos de condiciones diferentes (Mejía, 1984). La actividad

fluvial de los ríos Cauca y Tonusco junto con la alta actividad tectónica de la zona generan terrazas de características interesantes en cuanto a sus orígenes. Tanto a las terrazas del río Cauca como a las terrazas del Tonusco se les confiere un origen tectónico por medio de levantamiento regional, subsidencia y levantamientos diferenciales a través de fallas (Vergara, 1976).

5.1 TECTONISMO Y SISMICIDAD

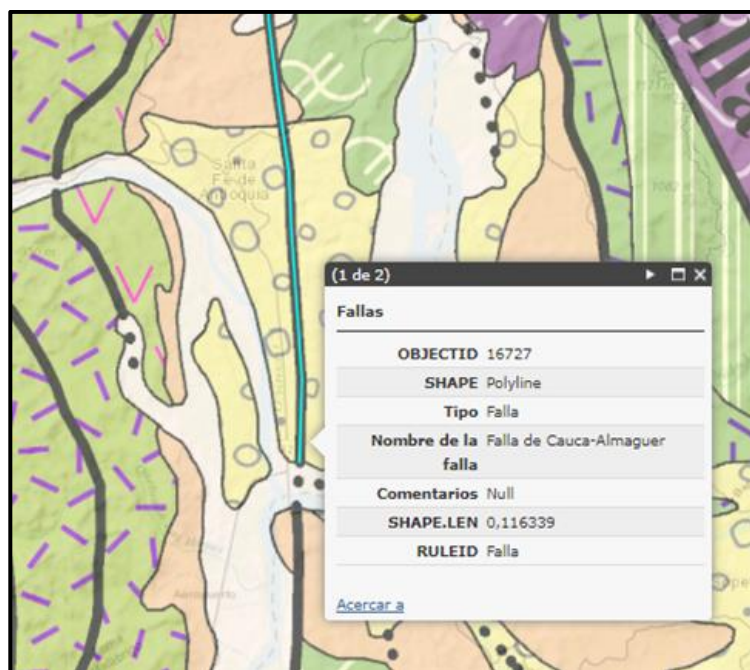


Ilustración 6. Mapa geológico de Santa Fe de Antioquia. (Servicio Geológico Colombiano)

Además de la variedad litológica y las características climáticas de la zona, el paisaje este modelado en gran parte por la fuerte actividad tectónica derivada de los sistemas de falla que cubren el área de este a oeste siendo esta la principal característica estructural. En el camino que conduce de la quebrada Seca al sector de Piñones se observaron expresiones geomorfológicas como silletas, contrapendientes, cambios abruptos de topografía y litología que indican la presencia de una falla geológica que correspondería a la traza de la falla de Romeral. Desde este mismo camino mirando hacia el occidente, al otro lado del río Cauca, se observan facetas triangulares alineadas que evidencian la presencia de una falla correspondiente a la traza Cauca Occidental. En la zona también tiene influencia tectónica de las fallas El Carmen, Cauca y Tonusco (Mejía, 1984).

El área del proyecto se encuentra influenciado por la Falla Cauca-Almaguer o Cauca Occidental. Esta falla se puede encontrar en la plancha 130 del Servicio Geológico Colombiano.

Falla Cauca Romeral: Este sistema tiene dirección predominante N-S con una ligera desviación de los ramales orientales hacia el sureste. Está compuesto por un sinnúmero de lineamientos, sobre escurrimientos y fallas, siendo tres las fallas principales: San Jerónimo, que marca el borde más oriental, La de Romeral, que con dirección sub paralela a la anterior se entrecruzan siguiendo una sola dirección N25°W, y la Falla del Cauca o falla de Sabanalarga. Las tres fallas se conjugan en una sola a partir de Liborina hacia el Norte. El sistema de fallas Romeral Cauca se extiende a través de Colombia por más de 800 km desde el departamento de Córdoba al Norte, hasta el sur del departamento de Nariño. Tiene una amplitud máxima superior a los 30 km donde se encuentran asociadas a las fallas del sistema rocas de metamorfismo dinámico, con espesor variable entre unos pocos metros hasta 2 km, mostrando abundantes pliegues y rocas cataclásticas desde brechas hasta milonitas, principalmente en la zona próxima a la traza principal de la falla Romeral. Asociado este grupo de fallas se presentan procesos erosivos y de inestabilidad que afectan los terrenos de Liborina. En toda su extensión esta falla presenta las siguientes características.

- Zonas con alineamiento de deslizamientos, cárcavas y bifurcaciones de quebradas
- Zonas con concentración de focos de actividad sísmica anomalías gravimétricas y/o magnéticas.
- Bloques exóticos dentro de una unidad litológica dada.
- Repetición u omisión de algunas unidades litológicas
- Lineamiento de contactos geológicos
- Terminación brusca de pliegues, fallas y características estructurales
- Cambios bruscos en la actitud de las rocas sedimentarias y/o metamórficas
- Lineamientos topográficos con colinas, valles y cárcavas asociado a la falla del Cauca, cambio brusco de los cauces de agua angostos con pendientes fuertes a cauces amplios trenzados con muy poca pendiente al desembocar en el río Cauca.
- Emplazamiento cretáceo de delgados cuerpos dioríticos hornblendicos controlados y limitados por las fallas.

- Agrupación de unidades litológicas formadas en distintos ambientes y de edad geológica muy diferente al origen de fosas tectónicas o grabenes en el Cenozoico.
- Falla Cauca-Almaguer: Esta falla ha sido incluida informalmente dentro del sistema de fallas de Cauca-Romeral, aunque no existe relación con la denominación original dada por Grosse (1926, citado en López, 2006) a un segmento de falla que aflora en la cuchilla Romeral en Antioquia, esta falla comprende los tramos denominados Sabanalarga y Cauca Oeste (Page, 1986, Maya et al, 1995). Es una falla inversa con componente sinistral, que desplaza el Plutón de Sabanalarga por más de 25km. Sus principales expresiones geomorfológicas son boquerones, valles angostos y segmentos rectos de corrientes (entre las que se incluye el río Cauca).
- Al oeste de estas fallas se encuentran rocas verdes cretáceas, mientras que al este se hallan esquistos verdes, neises y rocas graníticas, que muestran en mayor o menor medida efectos dinámicos.
- También afecta sedimentos terciarios de las formaciones, Amagá y Combia, cubren parcialmente en el extremo sur de la zona. Los múltiples segmentos de esta falla varían en rumbo de N15°E a N15°W, presentando buzamientos fuertes bien sea al este o al oeste.

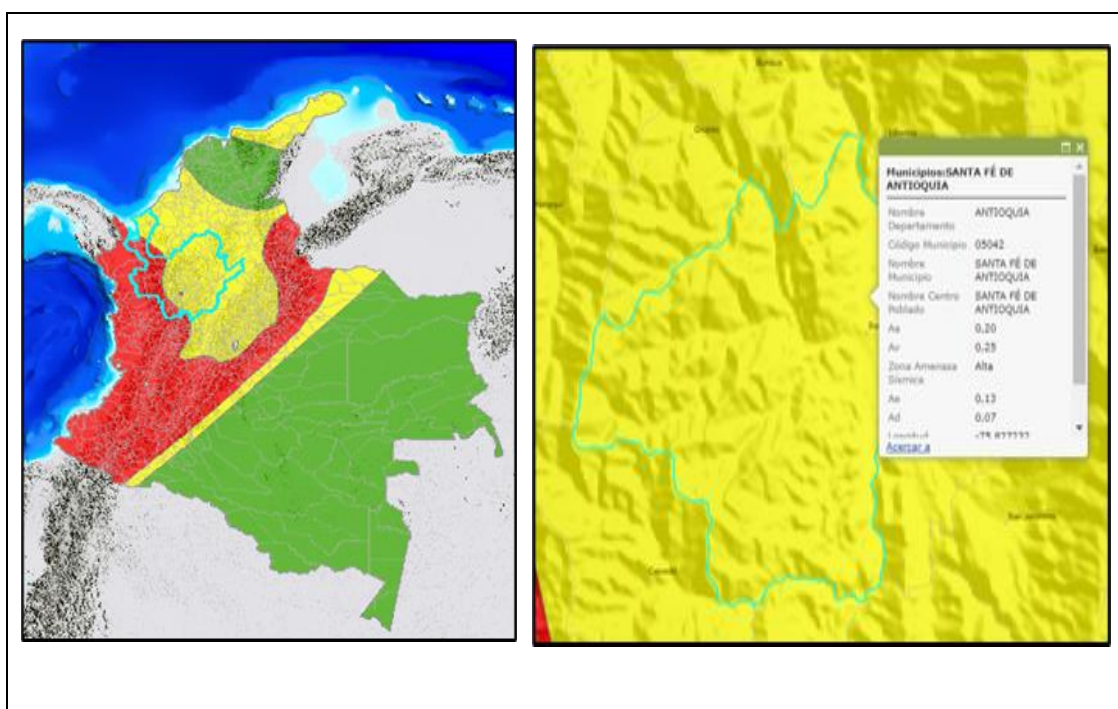


Ilustración 7. Mapa de Amenaza sísmica para Colombia (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO).

El proyecto se encuentra en zona de amenaza sísmica Media con valores para A_a :0.20 y A_v : 0.25, A_e :0.13 y A_d : 0.07. Para efecto del cálculo antisísmico, deben tenerse en cuenta las recomendaciones, consideradas por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10.

6 RESULTADOS DE ESTUDIO DE SUELOS

A continuación, se presentan los análisis de los resultados recogidos con las distintas muestras de suelo probadas y analizadas en el laboratorio durante el estudio de suelos. Además, se muestra la ubicación de las perforaciones realizadas:

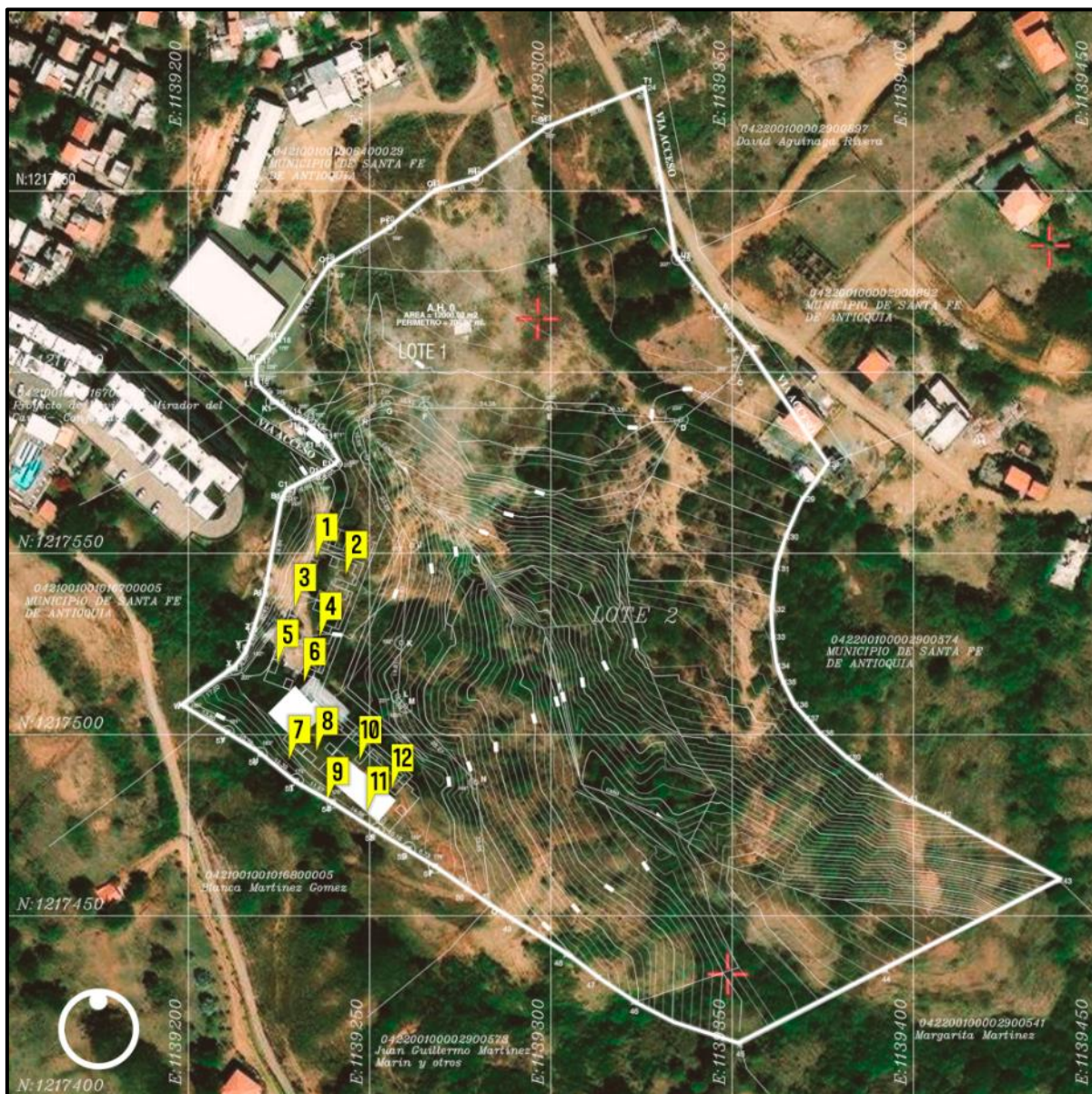


Ilustración 8. Ubicación de perforaciones. Fuente: Estudio de suelos

Las perforaciones realizadas durante la exploración de campo fueron distribuidas sobre el área en la que se construirá el proyecto, mediante el análisis de las muestras alteradas e inalteradas extraídas se determinaron los parámetros geotécnicos posteriormente definidos.

6.1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A partir de los resultados obtenidos de las correlaciones y los cálculos de las perforaciones realizadas con SPT y mediante criterio ingenieril y la utilización de la media aritmética el ingeniero geotecnista definió los parámetros geotécnicos y la estratigrafía del terreno.

Tabla 2. Parámetros geotécnicos del suelo en estudio. Fuente: Estudio de suelos.

TABLA RESUMEN POR ESTRATO FINAL						
Estrato		Profundidad (m)	ϕ' (°)	C' (kPa)	E (MPa)	γ (kN/m ³)
1		1,0 - 4,9	13.94	49.52	30.13	21.39
2		5,0 - 8,0	16.96	107.62	34.55	24.5

Los parámetros geotécnicos varían a partir de los 5.00 metros de profundidad, lo cual, se puede considerar una modificación superficial del terreno que se tendrá en cuenta en el análisis de estabilidad de taludes.

7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA LADERA

7.1 DEFINICIÓN DE UNIDAD MORFOLÓGICA INDEPENDIENTE

Los estudios geológicos, geomorfológicos y de análisis de estabilidad deben estar enmarcados dentro de la unidad de análisis definida por el grupo de profesionales involucrados y/o el ingeniero encargado del estudio a partir de las características geológicas, geomorfológicas, morfodinámicas e hidrológicas globales, así como por la estimación de las condiciones de estabilidad del predio y sus zonas aledañas. Se define entonces la unidad de análisis como la Unidad Morfodinámica independiente (UMI), entendida como la unidad del territorio que enmarca el predio de interés y que presenta un comportamiento independiente de las unidades adyacentes; dicha unidad podrá estar delimitada por divisorias de agua, drenajes o expresiones geomorfológicas. Se considera que cualquier proceso morfodinámico que se presente en el exterior no afecta su interior e igualmente, cualquier proceso morfodinámico que se presente en el interior no afecta las unidades adyacentes.

La UMI, definida por el profesional por el profesional encargado, deberá estar definida como como mínimo a una escala de 1:2500. La definición de la UMI deberá realizarse haciendo uso de las bases cartográficas, imágenes y fotografías aéreas disponibles. Dadas las condiciones particulares de la edificación a construir, y teniendo en cuenta las curvas de nivel del terreno y las vías que rodean el lote se define la UMI para el análisis en cuestión.



Ilustración 9. Localización de la UMI.

The image shows a topographic map of a site, likely a construction or planning project. The map is overlaid on a grid with coordinates. The grid lines are labeled with values such as 1000000, 1000001, 1000002, 1000003, 1000004, 1000005, 1000006, 1000007, 1000008, 1000009, 1000010, 1000011, 1000012, 1000013, 1000014, 1000015, 1000016, 1000017, 1000018, 1000019, 1000020, 1000021, 1000022, 1000023, 1000024, 1000025, 1000026, 1000027, 1000028, 1000029, 1000030, 1000031, 1000032, 1000033, 1000034, 1000035, 1000036, 1000037, 1000038, 1000039, 1000040, 1000041, 1000042, 1000043, 1000044, 1000045, 1000046, 1000047, 1000048, 1000049, 1000050, 1000051, 1000052, 1000053, 1000054, 1000055, 1000056, 1000057, 1000058, 1000059, 1000060, 1000061, 1000062, 1000063, 1000064, 1000065, 1000066, 1000067, 1000068, 1000069, 1000070, 1000071, 1000072, 1000073, 1000074, 1000075, 1000076, 1000077, 1000078, 1000079, 1000080, 1000081, 1000082, 1000083, 1000084, 1000085, 1000086, 1000087, 1000088, 1000089, 1000090, 1000091, 1000092, 1000093, 1000094, 1000095, 1000096, 1000097, 1000098, 1000099, 1000100, 1000101, 1000102, 1000103, 1000104, 1000105, 1000106, 1000107, 1000108, 1000109, 1000110, 1000111, 1000112, 1000113, 1000114, 1000115, 1000116, 1000117, 1000118, 1000119, 1000120, 1000121, 1000122, 1000123, 1000124, 1000125, 1000126, 1000127, 1000128, 1000129, 1000130, 1000131, 1000132, 1000133, 1000134, 1000135, 1000136, 1000137, 1000138, 1000139, 1000140, 1000141, 1000142, 1000143, 1000144, 1000145, 1000146, 1000147, 1000148, 1000149, 1000150, 1000151, 1000152, 1000153, 1000154, 1000155, 1000156, 1000157, 1000158, 1000159, 1000160, 1000161, 1000162, 1000163, 1000164, 1000165, 1000166, 1000167, 1000168, 1000169, 1000170, 1000171, 1000172, 1000173, 1000174, 1000175, 1000176, 1000177, 1000178, 1000179, 1000180, 1000181, 1000182, 1000183, 1000184, 1000185, 1000186, 1000187, 1000188, 1000189, 1000190, 1000191, 1000192, 1000193, 1000194, 1000195, 1000196, 1000197, 1000198, 1000199, 1000200, 1000201, 1000202, 1000203, 1000204, 1000205, 1000206, 1000207, 1000208, 1000209, 1000210, 1000211, 1000212, 1000213, 1000214, 1000215, 1000216, 1000217, 1000218, 1000219, 1000220, 1000221, 1000222, 1000223, 1000224, 1000225, 1000226, 1000227, 1000228, 1000229, 1000230, 1000231, 1000232, 1000233, 1000234, 1000235, 1000236, 1000237, 1000238, 1000239, 1000240, 1000241, 1000242, 1000243, 1000244, 1000245, 1000246, 1000247, 1000248, 1000249, 1000250, 1000251, 1000252, 1000253, 1000254, 1000255, 1000256, 1000257, 1000258, 1000259, 1000260, 1000261, 1000262, 1000263, 1000264, 1000265, 1000266, 1000267, 1000268, 1000269, 1000270, 1000271, 1000272, 1000273, 1000274, 1000275, 1000276, 1000277, 1000278, 1000279, 1000280, 1000281, 1000282, 1000283, 1000284, 1000285, 1000286, 1000287, 1000288, 1000289, 1000290, 1000291, 1000292, 1000293, 1000294, 1000295, 1000296, 1000297, 1000298, 1000299, 1000300, 1000301, 1000302, 1000303, 1000304, 1000305, 1000306, 1000307, 1000308, 1000309, 1000310, 1000311, 1000312, 1000313, 1000314, 1000315, 1000316, 1000317, 1000318, 1000319, 1000320, 1000321, 1000322, 1000323, 1000324, 1000325, 1000326, 1000327, 1000328, 1000329, 1000330, 1000331, 1000332, 1000333, 1000334, 1000335, 1000336, 1000337, 1000338, 1000339, 1000340, 1000341, 1000342, 1000343, 1000344, 1000345, 1000346, 1000347, 1000348, 1000349, 1000350, 1000351, 1000352, 1000353, 1000354, 1000355, 1000356, 1000357, 1000358, 1000359, 1000360, 1000361, 1000362, 1000363, 1000364, 1000365, 1000366, 1000367, 1000368, 1000369, 1000370, 1000371, 1000372, 1000373, 1000374, 1000375, 1000376, 1000377, 1000378, 1000379, 1000380, 1000381, 1000382, 1000383, 1000384, 1000385, 1000386, 1000387, 1000388, 1000389, 1000390, 1000391, 1000392, 1000393, 1000394, 1000395, 1000396, 1000397, 1000398, 1000399, 1000400, 1000401, 1000402, 1000403, 1000404, 1000405, 1000406, 1000407, 1000408, 1000409, 1000410, 1000411, 1000412, 1000413, 1000414, 1000415, 1000416, 1000417, 1000418, 1000419, 1000420, 1000421, 1000422, 1000423, 1000424, 1000425, 1000426, 1000427, 1000428, 1000429, 1000430, 1000431, 1000432, 1000433, 1000434, 1000435, 1000436, 1000437, 1000438, 1000439, 1000440, 1000441, 1000442, 1000443, 1000444, 1000445, 1000446, 1000447, 1

Calle 30 Nro 43-45 Oficina 207 -Medellin
Cel: 312-776-69-26
www.abrilyasociados.com
@abril.y.asociados
abrilyasociadossas@gmail.com

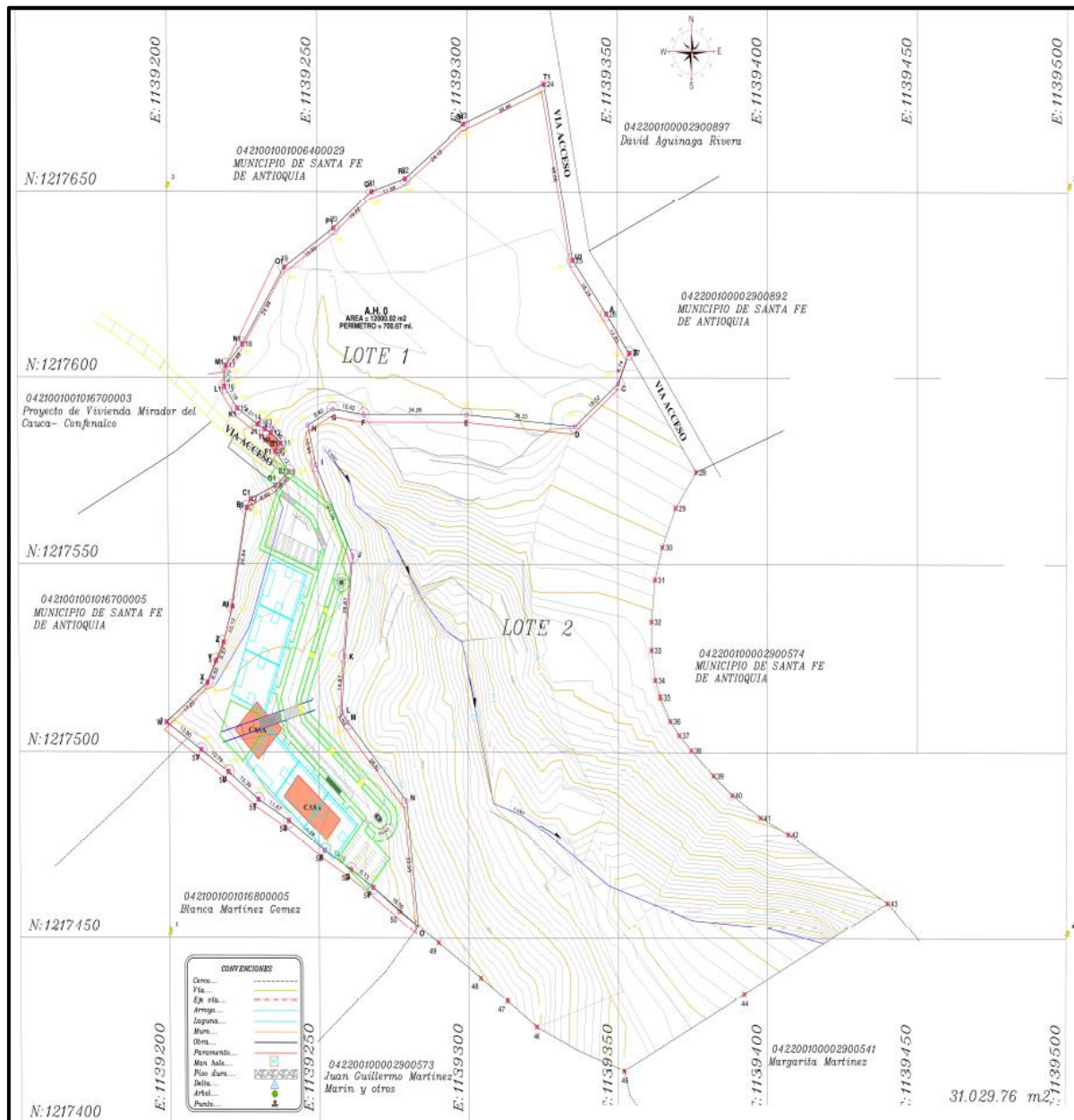


Ilustración 11. Topografía antigua realizada antes del estudio de suelos.

Tras el chequeo de la compatibilidad y precisión de ambas topografías se optó por la definición de los dos perfiles del terreno a obtener, en el que el perfil 1, se divide en 1a y 1b, donde la letra a indica su trayectoria a través de la nueva topografía y la letra b indica su trayectoria a través de la topografía realizada durante el estudio de suelos; y el perfil 2 solo fue trazado sobre la antigua topografía. Mediante el uso del complemento Vías en el programa AutoCAD, se trazan en total los dos (2) perfiles más críticos los cuales

atraviesan la futura ubicación de la edificación y se extienden hacia la ladera posterior al predio como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 12. Perfiles definidos en planta.

A continuación, se presentan los dos perfiles seleccionados para realizar el análisis de estabilidad de laderas.

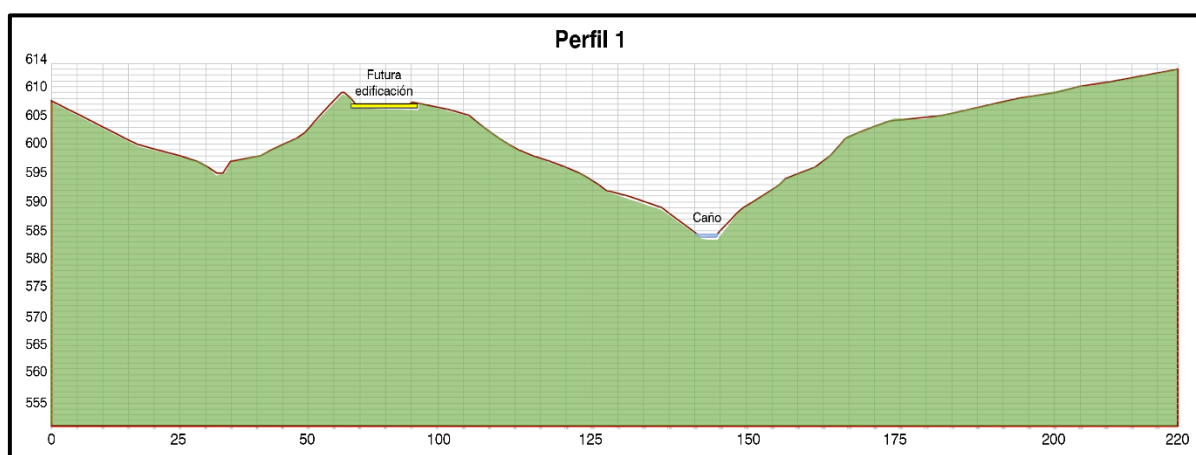


Ilustración 13. Morfología del Perfil 1, se observa la futura edificación y caño.

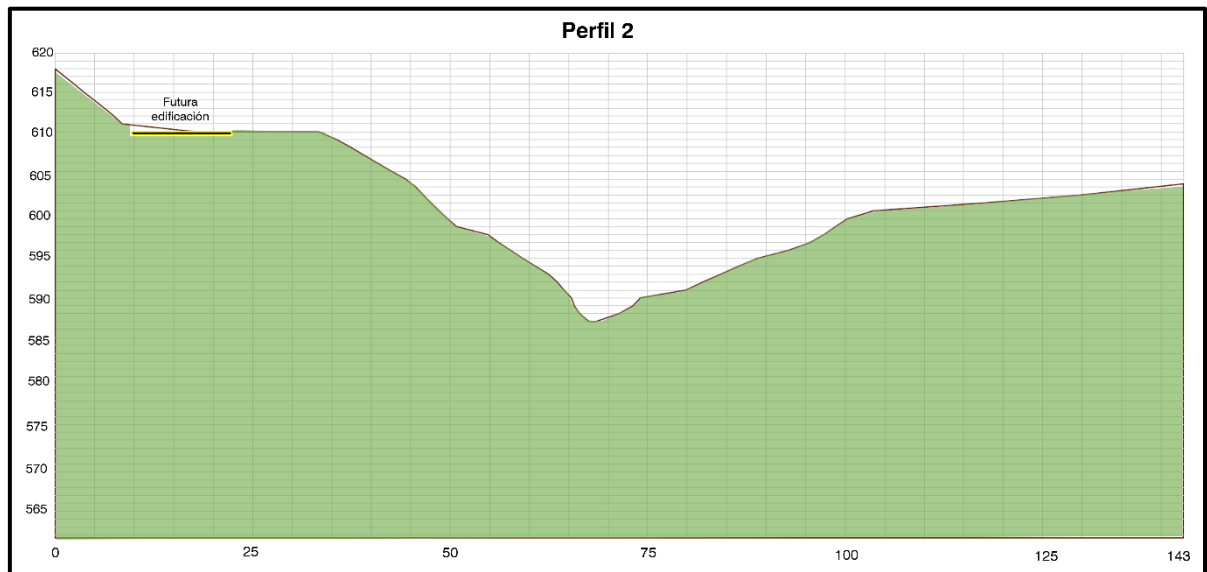


Ilustración 14. Morfología del Perfil 2, se observa la futura edificación

7.3 MODELACIÓN DE PERFILES DE ANÁLISIS

Una vez definidos los perfiles más críticos para el análisis general de la ladera, es correspondiente importar al software Slide e iniciar con el proceso de asignación de materiales como se especificaron en el estudio de suelos (Tabla 2) y del nivel freático que, aunque no fue registrado se asumirá en base al caño que traza su recorrido por la parte baja de la ladera.

Se presenta la disposición geométrica modelada a partir del programa de análisis geotécnico Slide para el trazado a analizar (perfil 1 y perfil 2), en la cual se puede identificar los diferentes estratos, su disposición en profundidad, el nivel freático y la zona donde se ubicará en el futuro el proyecto.

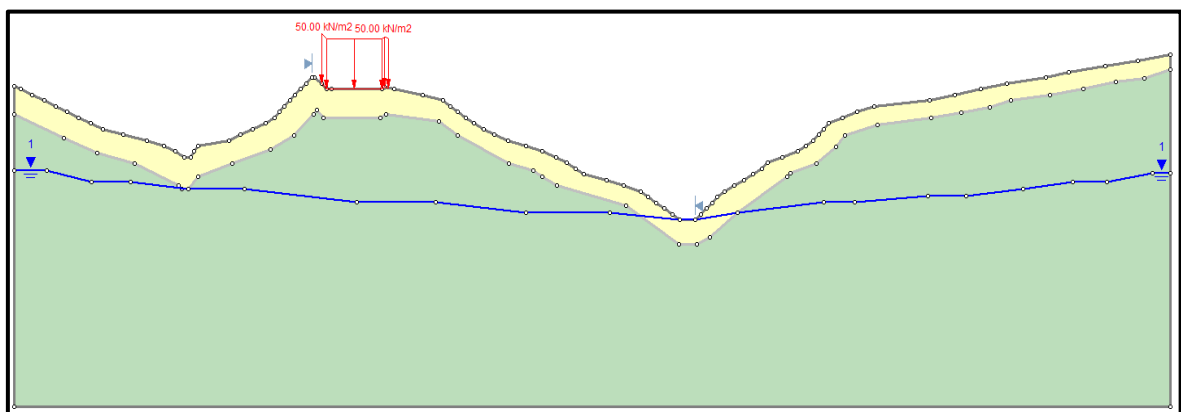


Ilustración 15. Perfil 1 modelado en el software Slide.

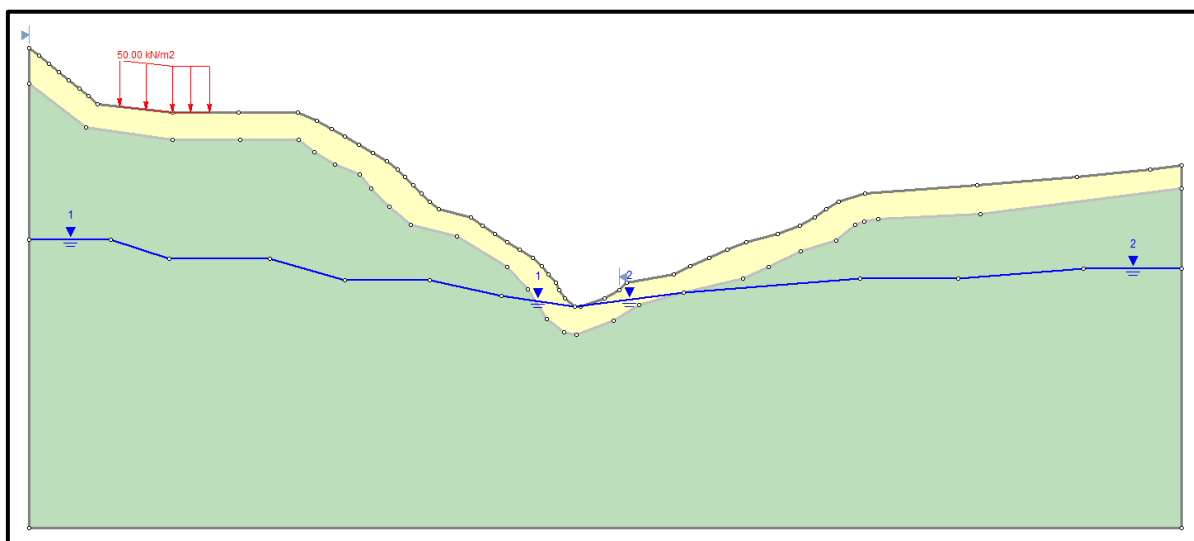


Ilustración 16. Perfil 2 modelado en el software Slide.

La tabla que se presentan a continuación hace posible la identificación de las características y nomenclatura para cada estrato según el color del modelado.

Tabla 3. Parámetros de modelación de los perfiles.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
Material 1	Yellow	21.39	Mohr-Coulomb	49.52	13.94
Material 2	Green	24.5	Mohr-Coulomb	107.62	16.96

8 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para el análisis de la estabilidad de las laderas presentes en el área de estudio se calcula el factor de seguridad, FS, el cual representa la estabilidad o la inestabilidad del talud, tanto para el caso estático como para el caso pseudoestático en la ladera correspondiente al terreno en estudio, adicionalmente se tendrá en cuenta la ladera antes de la construcción y después de la construcción de la edificación proyectada.

NOTA: Los factores de seguridad son calculados por los siguientes métodos y se presenta el menor factor de seguridad obtenido.

- Bishop simplificado.
- Cuerpo de ingenieros #1.

- Cuerpo de ingenieros #2.
- GLE/Morgenstern-Price.
- Janbu simplificado.
- Janbu corregido.
- Lowe-Karafiath.
- Ordinario/Fellenius.
- Spencer.

8.1 CONDICIÓN ESTÁTICA

El perfil 1 contará con seis (6) factores de seguridad, debido a que será modelado para la parte anterior y posterior de la ladera teniendo como referencia la edificación proyectada (derecha a izquierda, e izquierda a derecha), el FS será el parámetro para la medición del riesgo o no del sitio en términos de movimientos en masa.

PERFIL 1: Condición estática antes de la construcción, ladera anterior a la futura edificación (izquierda a derecha).

Resultados: $FS = 2.192$ con Janbu Simplificado

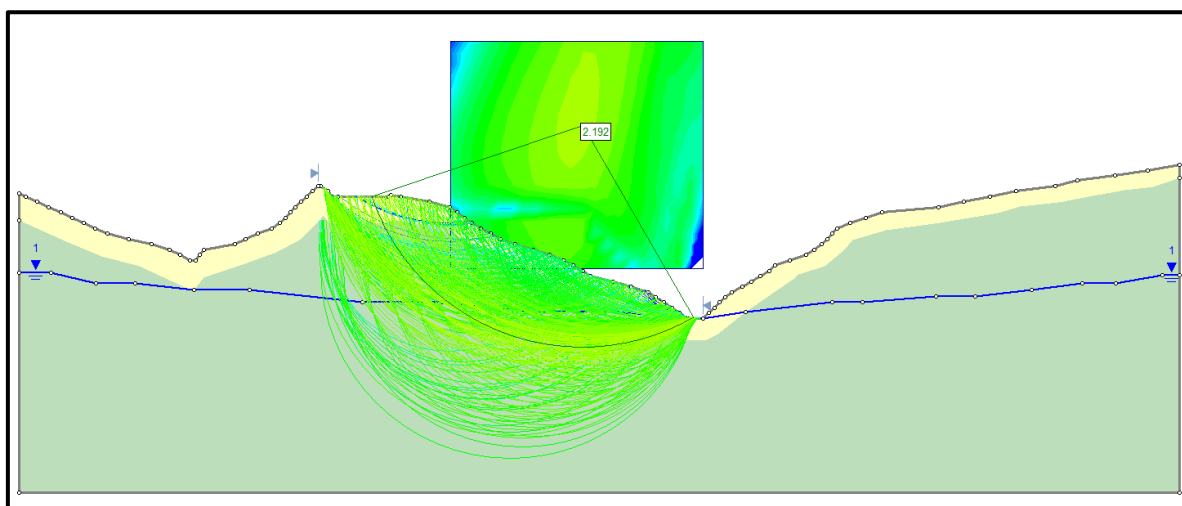


Ilustración 17. FS Condición estática antes de la construcción, ladera anterior a la futura edificación del perfil 1.

PERFIL 1: Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación (derecha a izquierda).

Resultados: $FS = 2.131$ con Janbu Simplificado

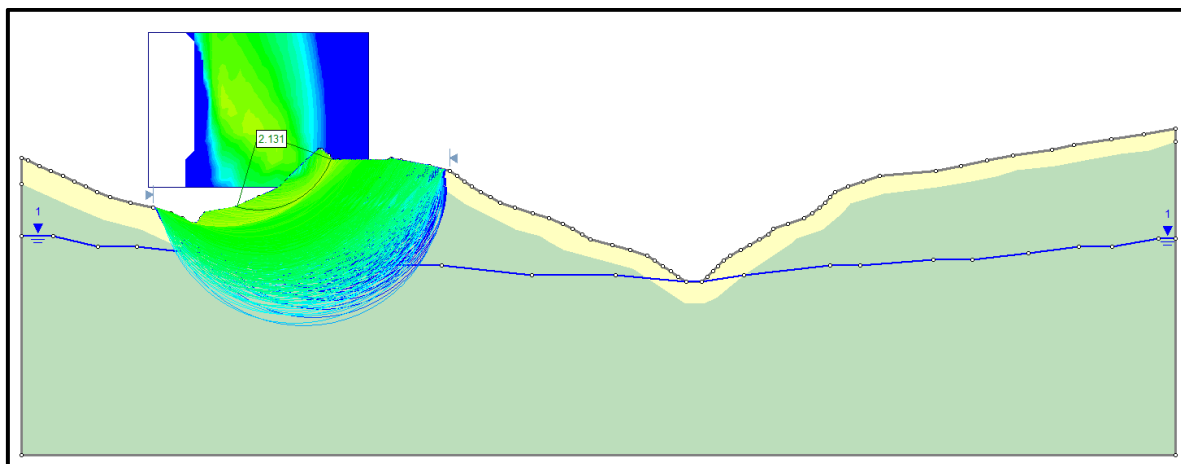


Ilustración 18. FS Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación del perfil 1.

PERFIL 1: Condición estática después de la construcción, ladera anterior a la futura edificación (izquierda a derecha).

Resultados: $FS = 2.054$ con Janbu Simplificado

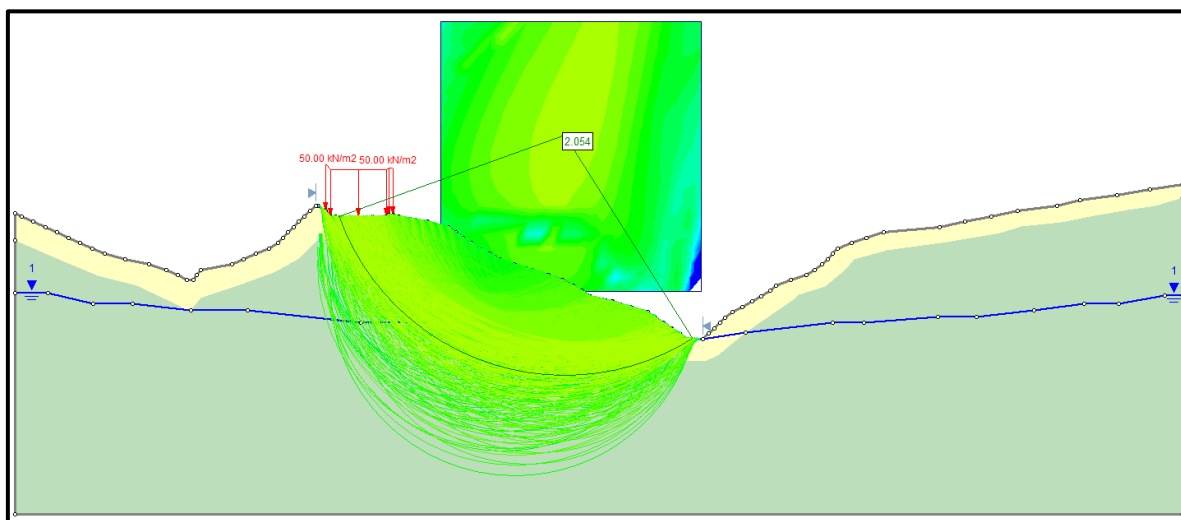


Ilustración 19. FS Condición estática después de la construcción, ladera anterior a la futura edificación del perfil 1.

PERFIL 1: Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación (derecha a izquierda).

Resultados: $FS = 1.815$ con Janbu Simplificado

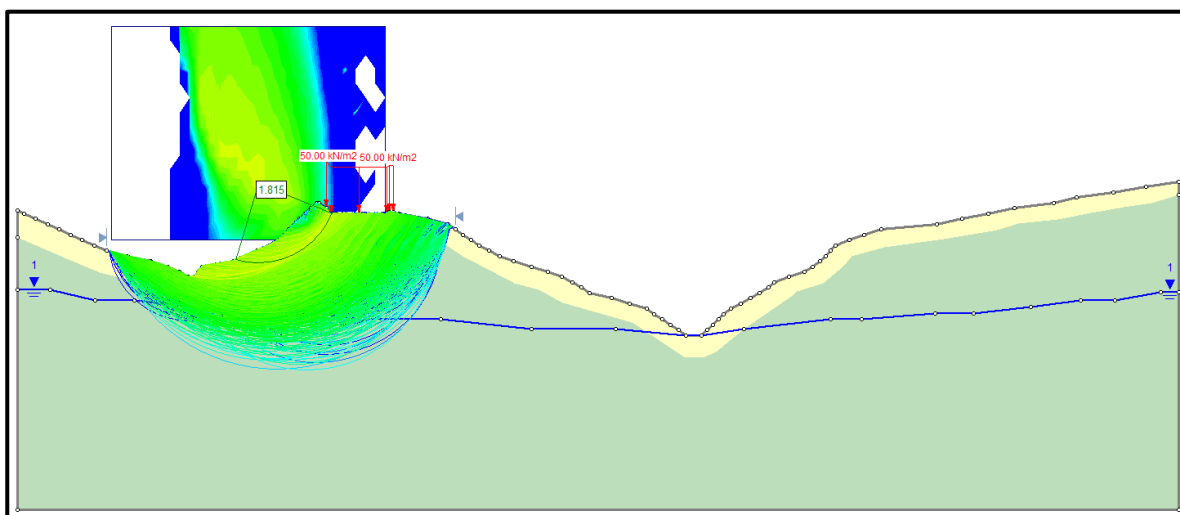


Ilustración 20. FS Condición estática antes de la construcción, ladera posterior a la futura edificación del perfil 1.

El perfil 2 solo será analizado de izquierda a derecha debido a que su pendiente más crítica y próxima a la futura edificación se encuentra en esa dirección y al igual que en el perfil 1, se modelará para el caso sin la carga de la edificación (antes de la construcción) y con la carga de la edificación (después de la construcción).

PERFIL 2: Condición estática antes de la construcción.

Resultados: $FS = 1.825$ con Janbu Simplificado

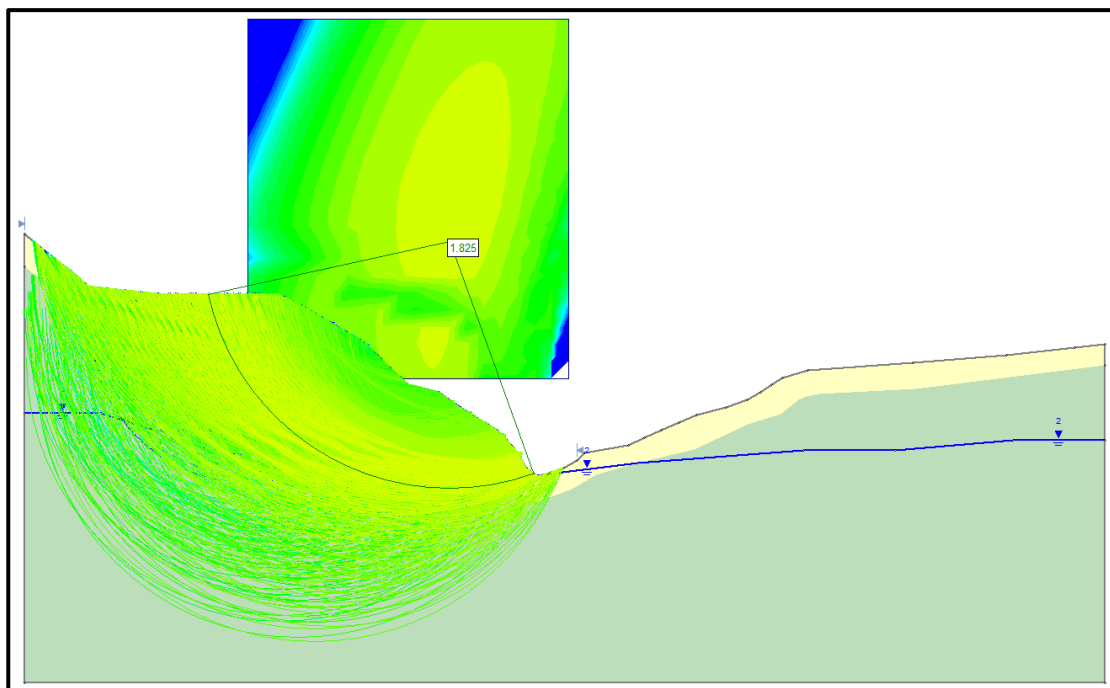


Ilustración 21. FS Condición estática antes de la construcción del perfil 2.

PERFIL 2: Condición estática después de la construcción.

Resultados: $FS = 1.782$ con Janbu Simplificado

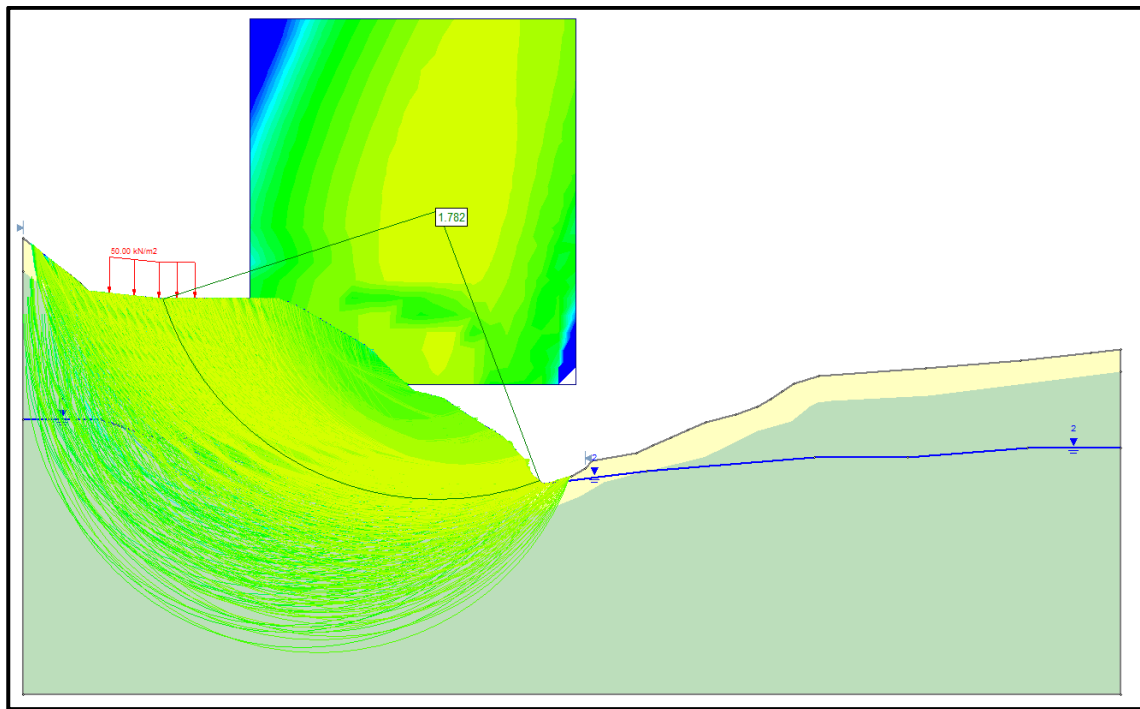


Ilustración 22. FS Condición estática después de la construcción del perfil 2.

Es notable que para el perfil 1 y el perfil 2 en condiciones estáticas antes y después de la edificación proyectada los factores de seguridad mínimos se mantienen por encima del factor de seguridad básico mínimo directo expuesto en la Tabla H.2.4-1 del reglamento NSR-10 $FS_{BM} = 1.50$. El factor de seguridad mínimo obtenido $FS = 1.782$ demuestra que la ladera se encuentra actualmente estable y se mantendrá estable una vez el terreno sea cargado durante y tras la construcción de la edificación.

8.2 CONDICIÓN PSEUDOESTÁTICA

Para la asignación de la carga sísmica, se le asigna la pseudoaceleración correspondiente al uso e importancia de la edificación y al posible periodo de la estructura que normalmente se encontrará en la meseta del espectro. Por lo tanto, para este caso al ser un perfil de suelo tipo C, el S_a se establece en 0.60 g y siguiendo las especificaciones de la Tabla H.5.2-1 se obtiene un valor de componente horizontal del sismo de 0.4 g y para la componente vertical del sismo se asigna (2/3) de la componente horizontal que resulta ser 0.27 g según lo mencionado en H.7.1.2 (Se permiten variaciones entre el 50% y el 100%

del valor de la aceleración horizontal). A continuación, se presentan los resultados obtenidos para ambos perfiles teniendo en cuenta las cargas de la futura edificación:

PERFIL 1: Condición pseudoestática después de la construcción, ladera anterior a la futura edificación (izquierda a derecha).

Resultados: $FS = 1.373$ con Janbu Simplificado

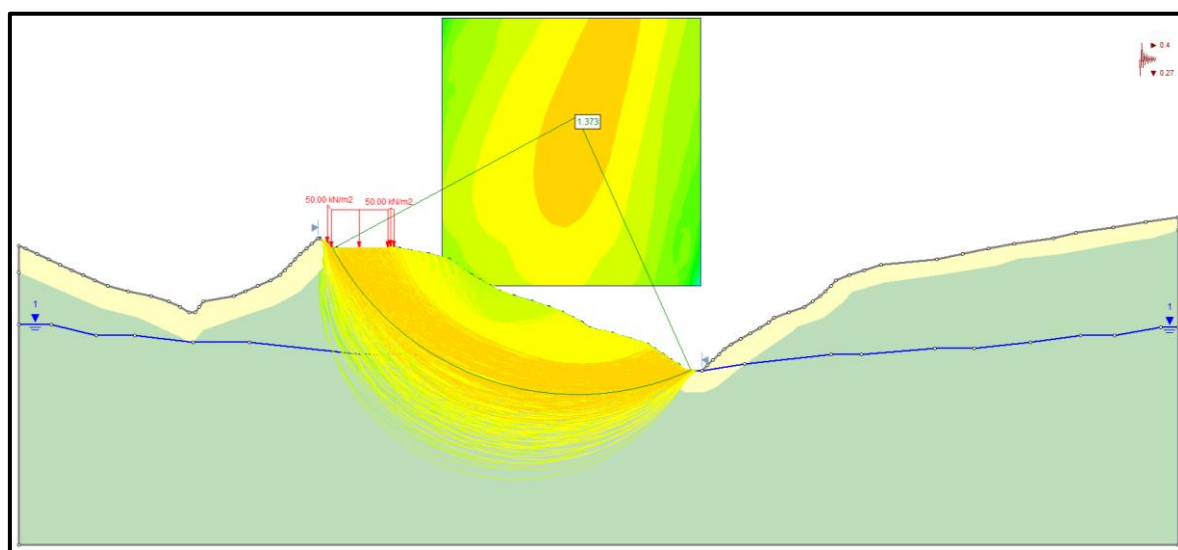


Ilustración 23. FS Condición pseudoestática del perfil 1 después de la construcción, ladera anterior.

PERFIL 1: Condición pseudoestática después de la construcción, ladera posterior a la futura edificación (derecha a izquierda).

Resultados: $FS = 1.383$ con Janbu Simplificado

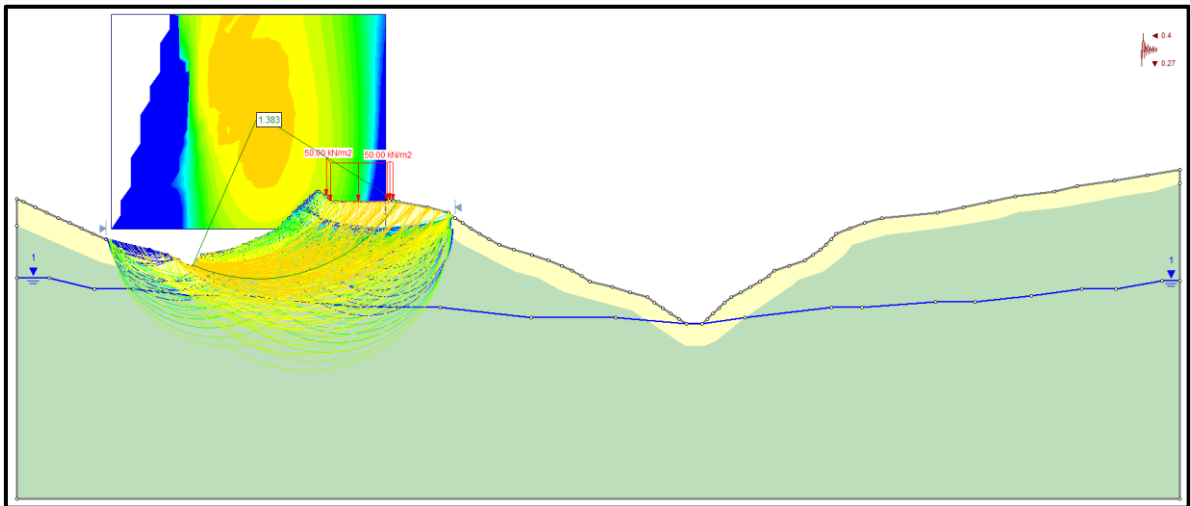


Ilustración 24. FS Condición pseudoestática del perfil 1 después de la construcción, ladera posterior.

PERFIL 2: Condición pseudoestática después de la construcción.

Resultados: $FS = 1.238$ con Janbu Simplificado

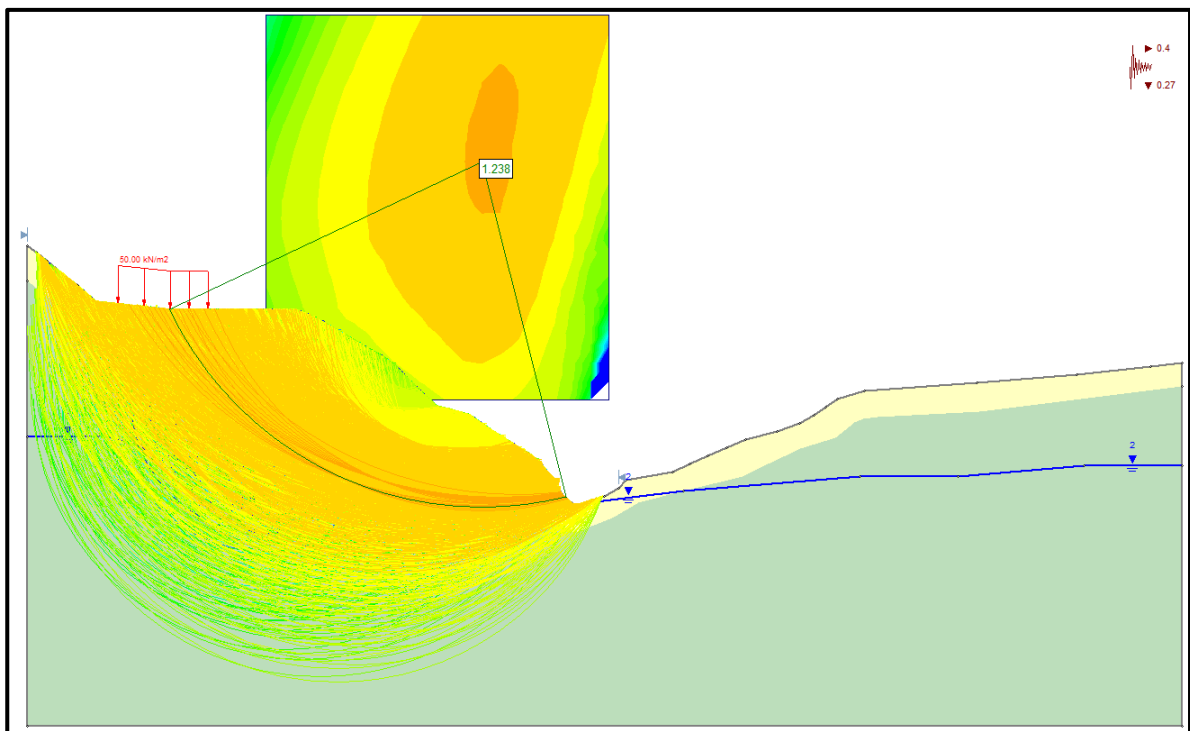


Ilustración 25. FS Condición pseudoestática del perfil 2 después de la construcción de la futura edificación.

En condiciones pseudoestáticas la ladera en la cual se apoya la estructura proyectada se mantendrá estable según los resultados del factor de seguridad, el menor valor para el perfil 1 y 2 se encuentra en:

$FS = 1.283$, el cual es un valor mayor a lo estipulado en el reglamento colombiano de construcción sismorresistente en la Tabla H.2.4-1 $FS_{BM} = 1.05$.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Actualmente el lote presenta una topografía variada. Desde el punto de vista geotécnico, previa al inicio de las obras, se deberán identificar zonas de acumulación y/o circulación de aguas de escorrentía con el fin de dar un adecuado manejo de estas mediante la construcción de cunetas y evitar cambios en el porcentaje de saturación del terreno que podrían alterar la estabilidad de este.
- Se deberán identificar los sitios idóneos para el almacenamiento de los materiales de construcción, preferiblemente sobre vías o zonas que ofrezcan evitar la aplicación directa de cargas superficiales en el terreno. Es importante tener en cuenta que no se debe disponer y/o almacenar sobre el terreno y en periodos largos los materiales sobrantes de las excavaciones de necesarias ya que estas sobrecargas alteran el estado de esfuerzo del terreno y podrían en conjunto con otros factores, desencadenar problemas de estabilidad superficiales en el lote.
- Es recomendable que previo al inicio de la obra se tengan análisis y recomendaciones generadas por un asesor o ingeniero hidráulico para la adecuación del lote con respecto al manejo de las aguas de escorrentía.
- Previo a las intervenciones a realizar, el contratista deberá prever en el lote todas las obras temporales necesarias para el adecuado manejo de las mismas aguas escorrentía tales como: cunetas impermeables, pañetes en mortero pobre en la cara de los taludes excavados (de ser necesarios), pozos para la recolección del agua y sitios de disposición temporales de los sobrantes de las excavaciones por fuera del área del lote.
- Posterior a la terminación de la estructura y de la implementación de todas las medidas aquí descritas se recomienda verificar con periodicidad su estado en el tiempo. Los sistemas de drenaje contruidos requieren de mantenimiento periódico con el fin de que estos puedan ser funcionales en el tiempo, y se pueda mantener condiciones de saturación adecuadas en el lote intervenido.

- En todo caso se debe mantener en óptimas condiciones las obras de drenaje construidas en el lote. Su adecuado mantenimiento permitirán mantener las características hidromecánicas de los suelos presentes en el lote.
- Los factores de seguridad en cada uno de los casos analizados (condiciones estáticas y pseudoestáticas antes y después de la construcción de la estructura) fueron mayores a los especificados en el reglamento NSR-10 Tabla H.4.2-1. Por lo tanto, se concluye que los taludes existentes son estables antes y después de la construcción y por ende, **se descarta amenazas por movimientos en masa.**
- El proyecto de la construcción URB. MONSEÑOR BENJAMIN PARDO no contempla la intervención de los taludes, ya que la implantación de los bloques de apartamentos se proyecta en la sección plana del lote. Sin embargo, se recomienda que se tenga precaución al momento de realizar cortes, llenos y movimientos de tierras en general, que modifiquen la morfología de la ladera y exponga su estabilidad ante agentes erosivos; en dichos casos, será necesario realizar un nuevo análisis de estabilidad que contenga las variaciones en la topografía y las cargas empleadas.

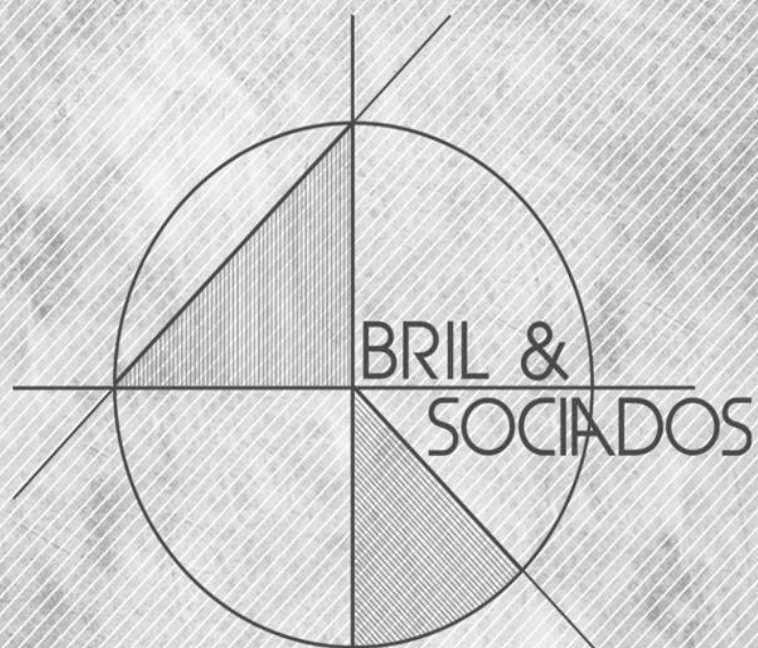
10 LIMITACIONES

Los análisis y recomendaciones de este informe están basados en los lineamientos del proyecto y las características del subsuelo definidas en la investigación realizada en el estudio de suelos. Variaciones en las cargas del proyecto, excavaciones, morfología del terreno o condiciones del subsuelo, deberán ser evaluados en conjunto con la obra ya que estas se salen del alcance del informe.

HUGO ABRIL

ING. CIVIL –ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

MP 05202107187ANT



CONSULTORIA PARA LA CONSTRUCCION

Este documento está protegido por la ley 23 de 1982 "sobre derechos de autor" cualquier uso, modificación al contenido del mismo sin la autorización de Abril & Asociados SAS y el profesional firmante se considera violación a la misma y acarrea las sanciones legales prevista para el caso en particular.