INGENIERÍA GEOTÉCNICA
& CAMBIO CLIMÁTICO



IDPC-CC-368-2023 ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS, COMPLEMENTARIOS Y NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO, AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA Y DISEÑO DE OBRAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LOS POLÍGONOS Y EQUIPAMIENTOS QUE SE UBICARÁN DENTRO DEL PREDIO DENOMINADO “HACIENDA EL CARMEN”, CATEGORIZADO COMO ÁREA DE PROTECCIÓN ARQUEOLÓGICA, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE USME, BOGOTÁ D.C.

ENTREGABLE 9 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

JULIO 2024

INGENIERÍA GEOTÉCNICA
& CAMBIO CLIMÁTICO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

INSTITUTO DISTRITAL DE PATRIMONIO CULTURAL

BOGOTÁ

INSTITUTO DISTRITAL DE PATROMONIO CULTURAL

CONTRATO IDPC-CC-368-23

IDPC-CC-368-2023 ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS, COMPLEMENTARIOS Y NECESARIOS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO, AMENAZA Y VULNERABILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA Y DISEÑO DE OBRAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LOS POLÍGONOS Y EQUIPAMIENTOS QUE SE UBICARÁN DENTRO DEL PREDIO DENOMINADO “HACIENDA EL CARMEN”, CATEGORIZADO COMO ÁREA DE PROTECCIÓN ARQUEOLÓGICA, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE USME, BOGOTÁ D.C.

ENTREGABLE 9 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE AMENAZA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

VERSIÓN 2

JULIO DE 2024

BOGOTÁ D.C.

Info@ciambiental.com 601 726 8982 ciambiental.com

CONTENIDO

1 Generalidades....4
2 Amenaza por movimientos en masa con medidas de mitigación....5
3 Amenaza por inundación con medidas de mitigación....11
4 Conclusiones y recomendaciones....13
5 Bibliografía....14

FIGURAS

Figura 2.1 Planta de la zona del sitio crítico de la quebrada Aguadulce....5
Figura 2.2 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición normal escenario extremo....6
Figura 2.3 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición normal con medidas de mitigación....7
Figura 2.4 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición extrema con medidas de mitigación....8
Figura 2.5 Amenaza por movimientos en masa para la condición normal con medidas de mitigación....9
Figura 2.6 Amenaza por movimientos en masa para la condición extrema con medidas de mitigación....10
Figura 3.1 Máxima profundidad del agua para la condición de lluvia crítica (Tr=100 años) y con obras de mitigación (terraplén)....11
Figura 3.2 Amenaza por inundación para Tr=100 años con medidas de mitigación....12

ANEXOS

Anexo Planos ....

1 GENERALIDADES

Una vez se propusieron y diseñaron las medidas de mitigación para los riesgos asociados, se definieron las siguientes intervenciones a realizar en el predio Hacienda El Carmen en el marco del proyecto del Parque Arqueológico:

1. Control de inundaciones en las bases del puente peatonal sobre la quebrada Aguadulce por medio de un terraplén de nivelación revestido con geomanto.
2. Protección de las zonas de aproximación a los culverts diseñados para los cruces de los accesos 1 y 2 al parque arqueológico mediante obras rígidas de ingeniería (colchacreto) y obras de bioingeniería.
3. Estabilización del sector crítico sobre la quebrada Aguadulce correspondiente a zonas de movimientos en masa recientes mediante micropilotes y revegetalización de la zona.
4. Redireccionamiento de escorrentía superficial adicional mediante uso de canaletas y cunetas laterales a las vías.
5. Diseño de cortes laterales a la vía vehicular para mitigación de riesgos por deslizamiento del suelo.
6. Delimitación de zonas de protección para evitar implantación de estructuras en el sector de mayor inestabilidad, a fin de continuar con el plan de reforestación y dar mayor estabilidad al sector.

En particular los numerales 2, 4, 5 y 6 tienen una ideología de mitigación mediante la prevención. Las obras propuestas buscan evitar la proliferación de nuevos sectores en amenaza media o alta que pudieran afectar las estructuras propuestas para el parque arqueológico.

En el caso de la obra propuesta en el numeral 1, correspondiente al terraplén de nivelación, el sector involucrado actualmente se encuentra en amenaza media por inundación. Considerando que los apoyos del puente peatonal se ubicarían en el sector de amenaza media, dichos elementos podrían verse afectados por cuenta de los efectos de inundaciones. Así las cosas, el terraplén propuesto permite controlar el flujo de la quebrada Aguadulce y evita el desborde del cuerpo de agua sobre la margen derecha de la quebrada, controlando la zona de amenaza por inundación. Así las cosas, esta obra tendría un impacto sobre la amenaza por inundación para el lote.

Por su parte las obras del numeral 3, los micropilotes sobre el talud inestable de la quebrada Aguadulce, corresponden a obras geotécnicas que dan mayor resistencia a la falla del suelo por deslizamiento en una zona que actualmente está caracterizada como de amenaza alta y media. Con la implementación de estas obras se estaría modificando el plano de amenazas tanto para la condición normal como para el escenario extremo.

Se mostrará a continuación los resultados más importantes de las modelaciones realizadas y los nuevos mapas de amenaza, considerando de igual forma lo establecido en la resolución 111 de 2022 y la resolución 503 de 2023.

2 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Como se indicó en el capítulo anterior, el mapa de amenaza por movimientos en masa fue modificado considerando la implantación de micropilotes en la zona del sector crítico de la quebrada Aguadulce.

El análisis de estabilidad para la zona de movimientos en masa recientes, arrojó resultados satisfactorios de estabilidad considerando tanto lo establecido por la resolución 111 de 2022 como los criterios solicitados por la NSR-10 para comprobación de estabilidad de taludes.

Para la comprobación de la estabilidad se presenta la planta de la zona de interés (Figura 2.1) en que se resalta la zona de amenaza media y alta atravesada por los perfiles 24-24' y 25-25', utilizados en la modelación con medidas de mitigación.

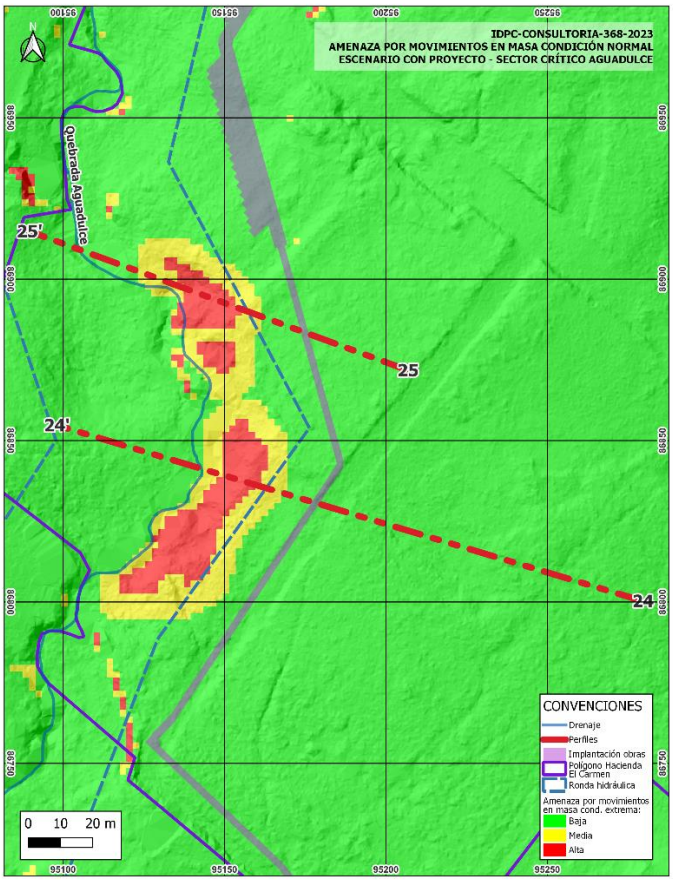


Figura 2.1 Planta de la zona del sitio crítico de la quebrada Aguadulce.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los resultados del análisis en condición normal para el escenario actual se presentan en la Figura 2.2. Como se puede apreciar toda la extensión del material coluvial producto del movimiento en masa se ubica en zona categorizada como de amenaza alta o media. Realizando los análisis con micropilotes se encuentra los resultados de la Figura 2.3 y la Figura 2.4.

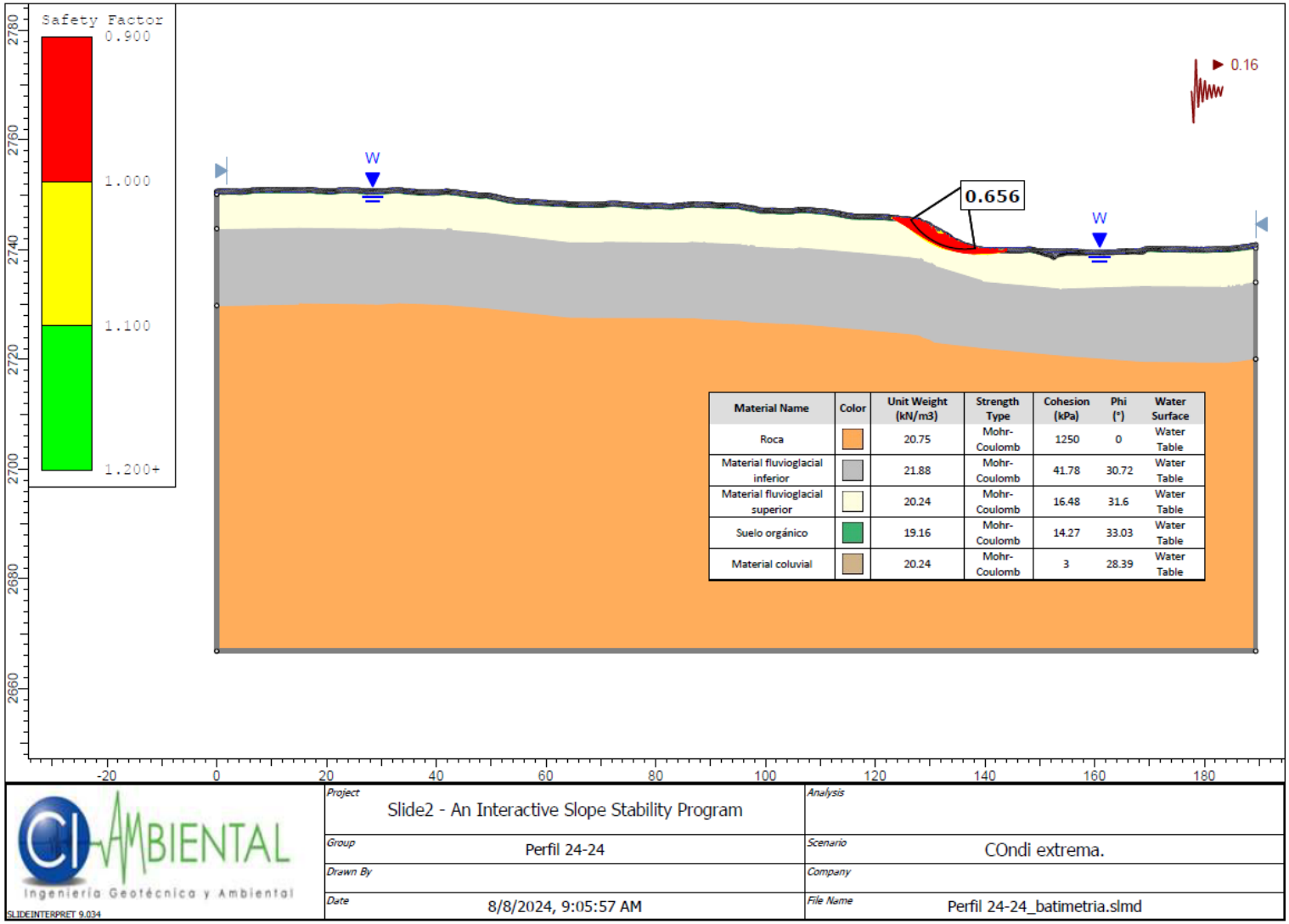
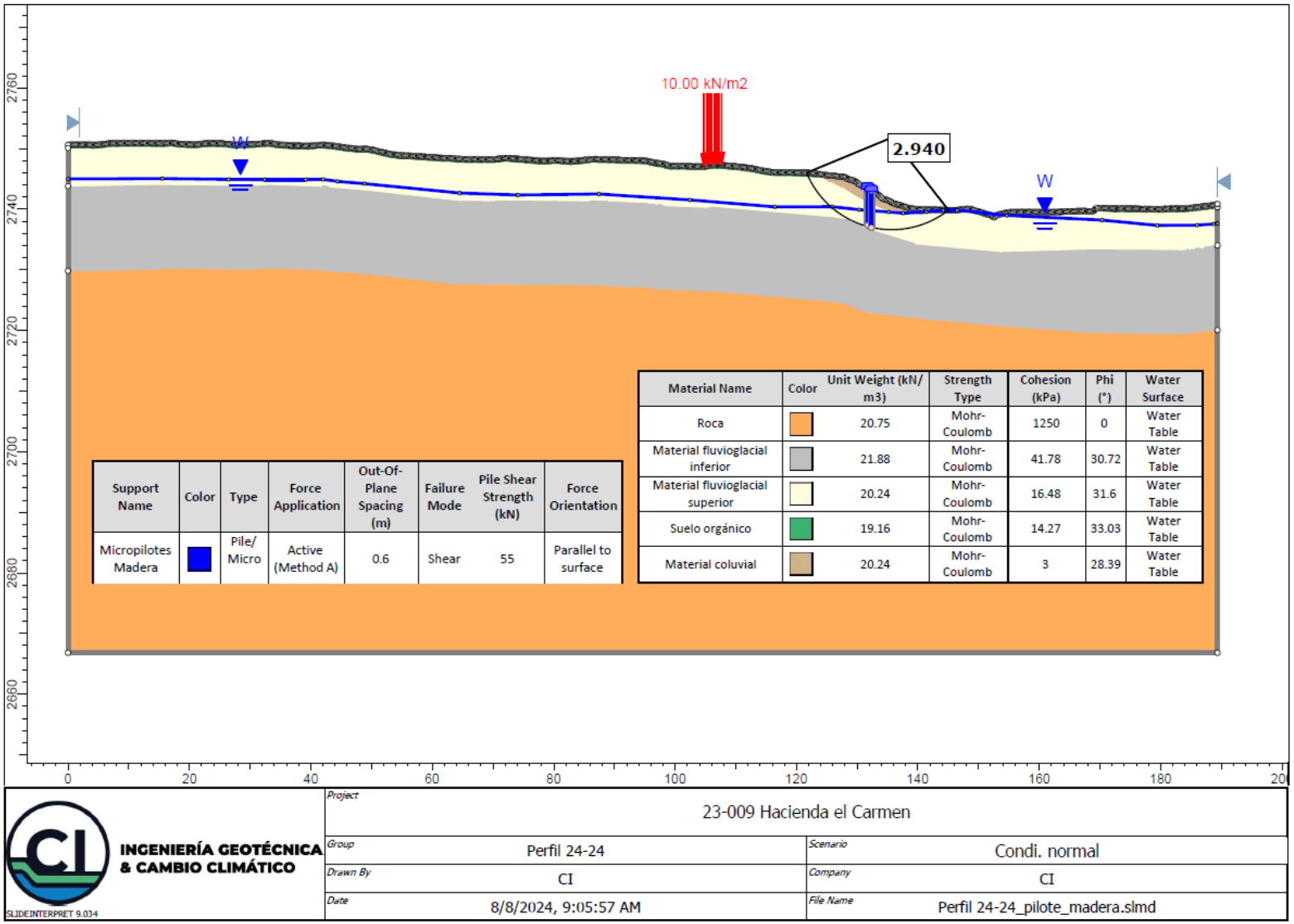


Figura 2.2 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición normal escenario extremo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Failure Mode	Pile Shear Strength (kN)	Force Orientation
Micropilotes Madera		Pile/ Micro	Active (Method A)	0.6	Shear	55	Parallel to surface

Material Name	Color	Unit Weight (kN/ m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Water Surface
Roca		20.75	Mohr-Coulomb	1250	0	Water Table
Material fluvioglacial inferior		21.88	Mohr-Coulomb	41.78	30.72	Water Table
Material fluvioglacial superior		20.24	Mohr-Coulomb	16.48	31.6	Water Table
Suelo orgánico		19.16	Mohr-Coulomb	14.27	33.03	Water Table
Material coluvial		20.24	Mohr-Coulomb	3	28.39	Water Table

INGENIERÍA GEOTÉCNICA & CAMBIO CLIMÁTICO

SLIDEINTERPRET 9.034

Project	23-009 Hacienda el Carmen		
Group	Perfil 24-24	Scenario	Condi. normal
Drawn By	CI	Company	CI
Date	8/8/2024, 9:05:57 AM	File Name	Perfil 24-24_pilote_madera.slmd

Figura 2.3 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición normal con medidas de mitigación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

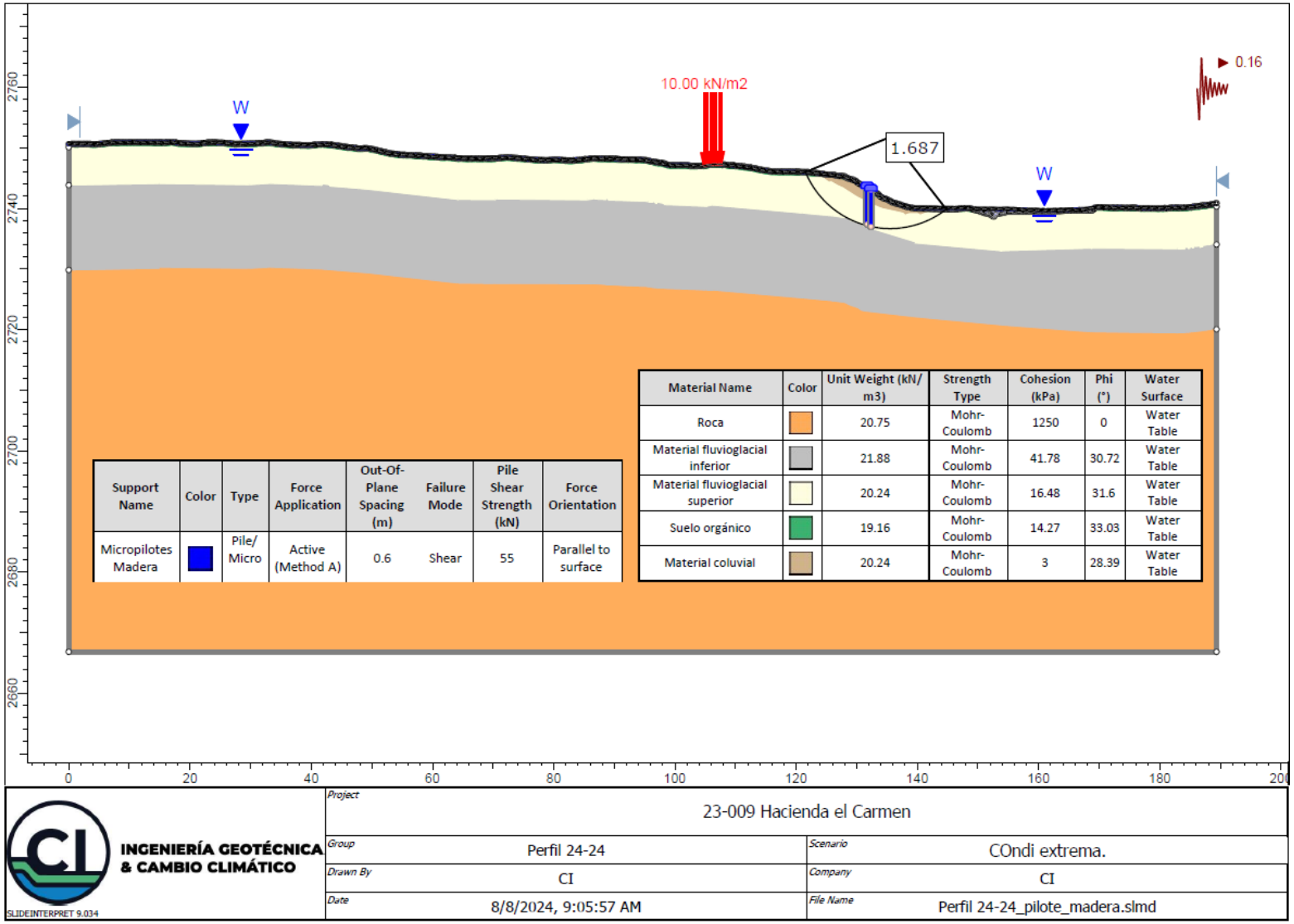


Figura 2.4 Análisis de estabilidad del sector crítico de la Aguadulce en condición extrema con medidas de mitigación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Como es de apreciarse los factores de seguridad son superiores a los mínimos establecidos por la resolución 111 de 2022 y la norma NSR-10. Por lo anterior la amenaza de la zona pasaría a un rango de “baja”. Se presentan los resultados del mapa de amenazas por movimientos en masa con medidas de mitigación en condición normal (Figura 2.5) y extrema (Figura 2.6), siguiendo las indicaciones de la resolución 111 de 2022.

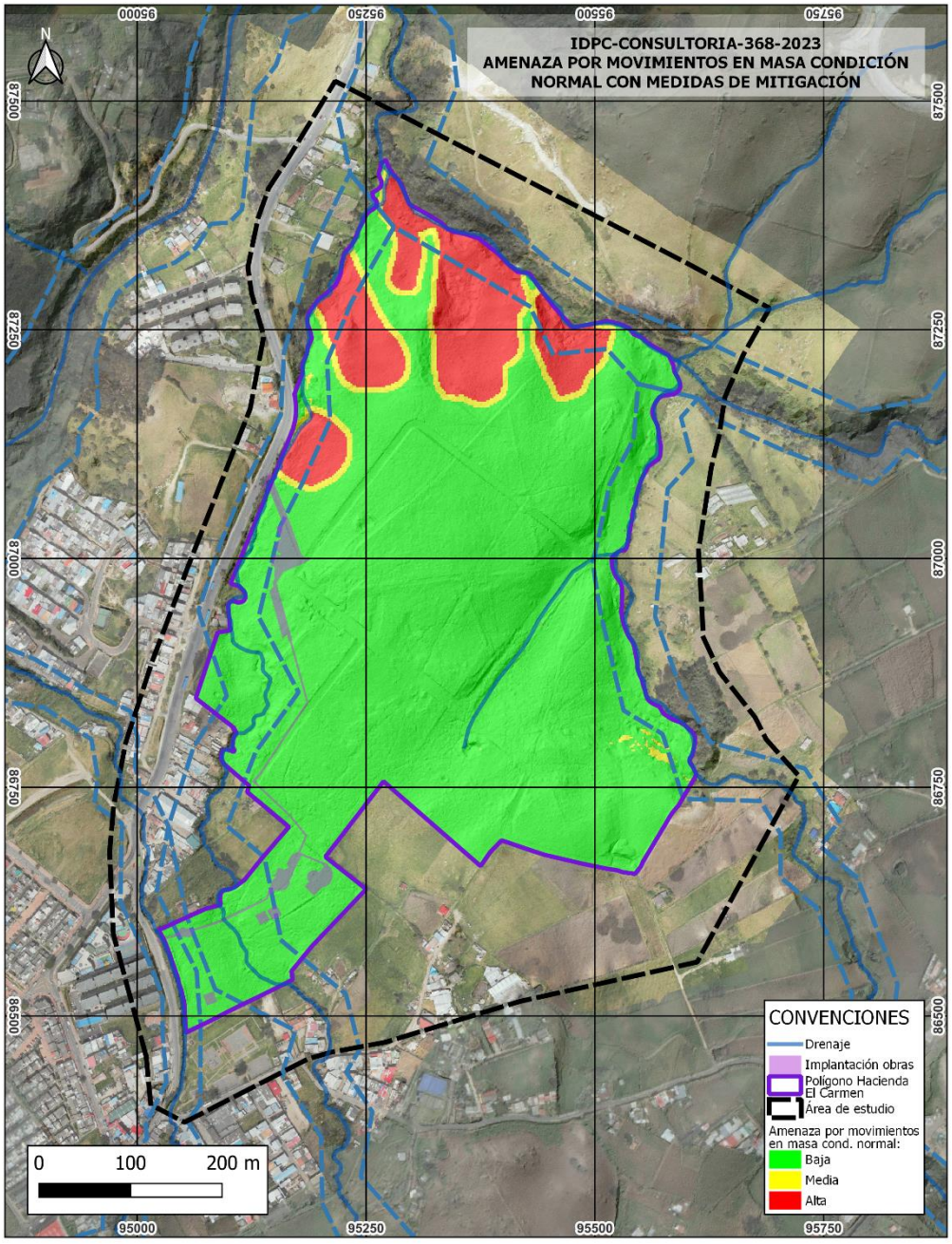


Figura 2.5 Amenaza por movimientos en masa para la condición normal con medidas de mitigación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

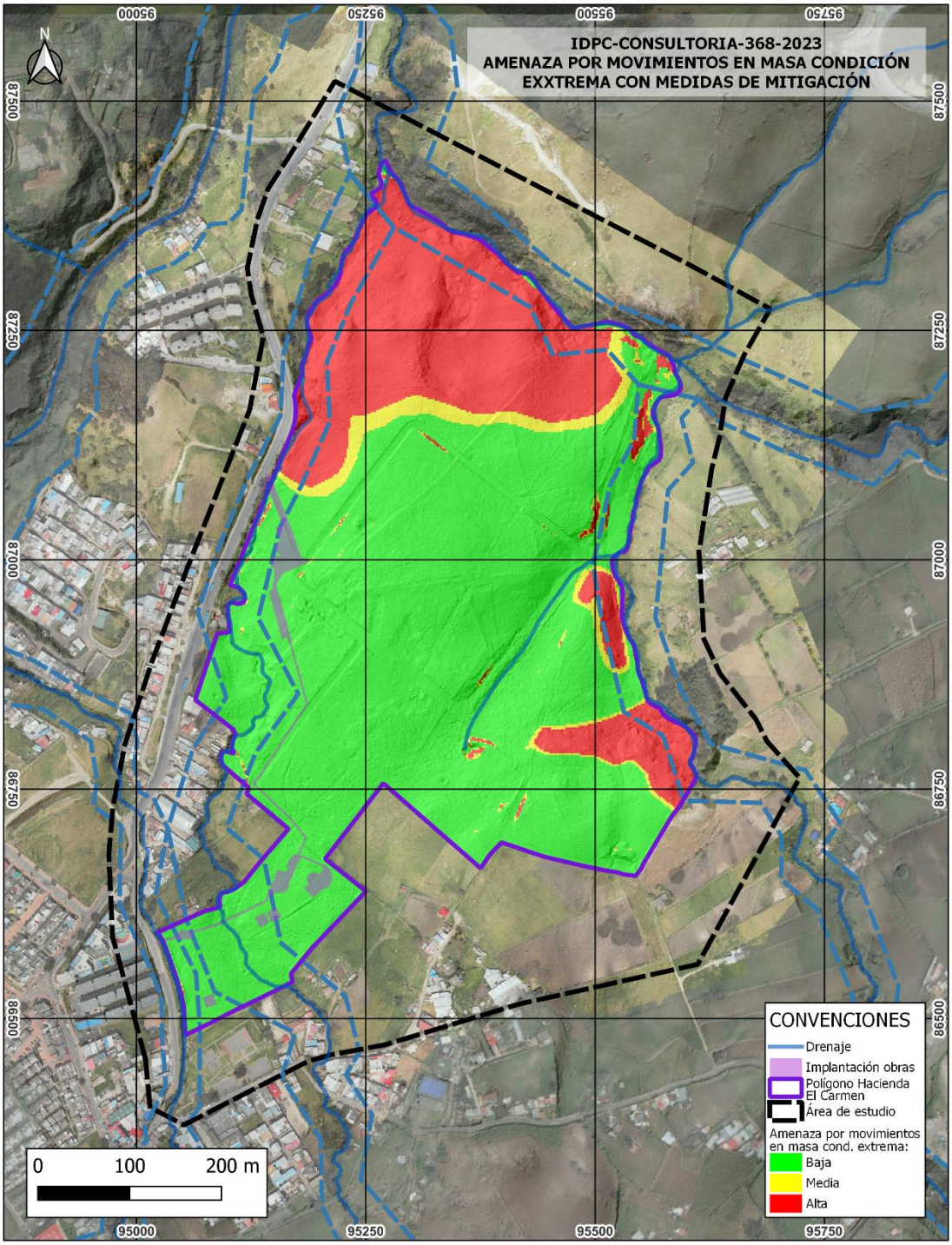


Figura 2.6 Amenaza por movimientos en masa para la condición extrema con medidas de mitigación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se incluyen los correspondientes mapas de amenaza con obras de mitigación en el anexo.

3 AMENAZA POR INUNDACIÓN CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A partir de la propuesta de protección de apoyos del puente peatonal con el terraplén de nivelación, se evidenció que hubo un desvío de las aguas con efecto de evitar la inundación en la zona inferior al puente sobre la margen derecha de la quebrada Aguadulce.

El valor de profundidad máxima del agua se presenta en la Figura 3.1:

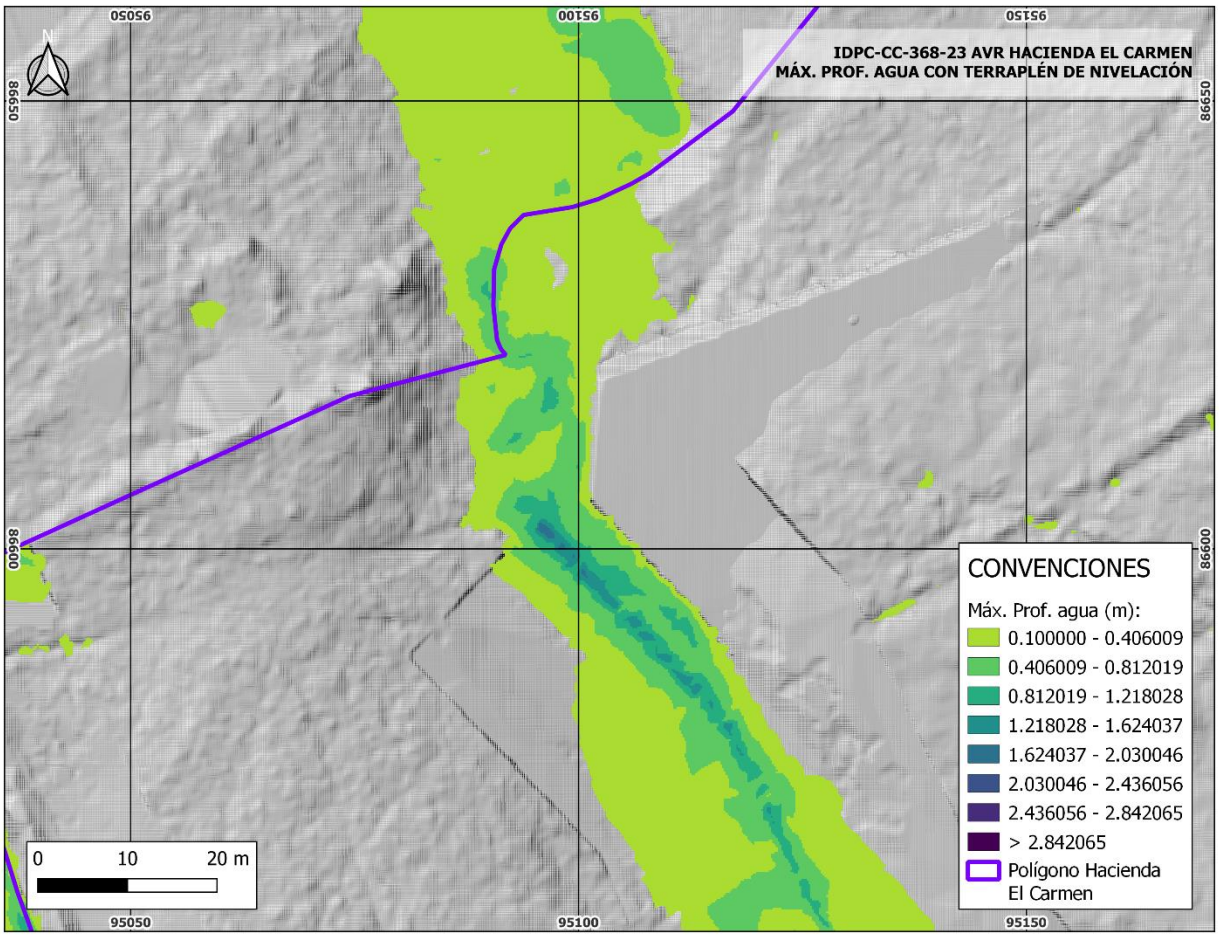


Figura 3.1 Máxima profundidad del agua para la condición de lluvia crítica (Tr=100 años) y con obras de mitigación (terraplén).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

A partir de los resultados actualizados de profundidad y velocidad se estima el nuevo mapa de amenaza por inundación con medidas de mitigación (Figura 3.2). el mapa actualizado se presenta en el anexo.

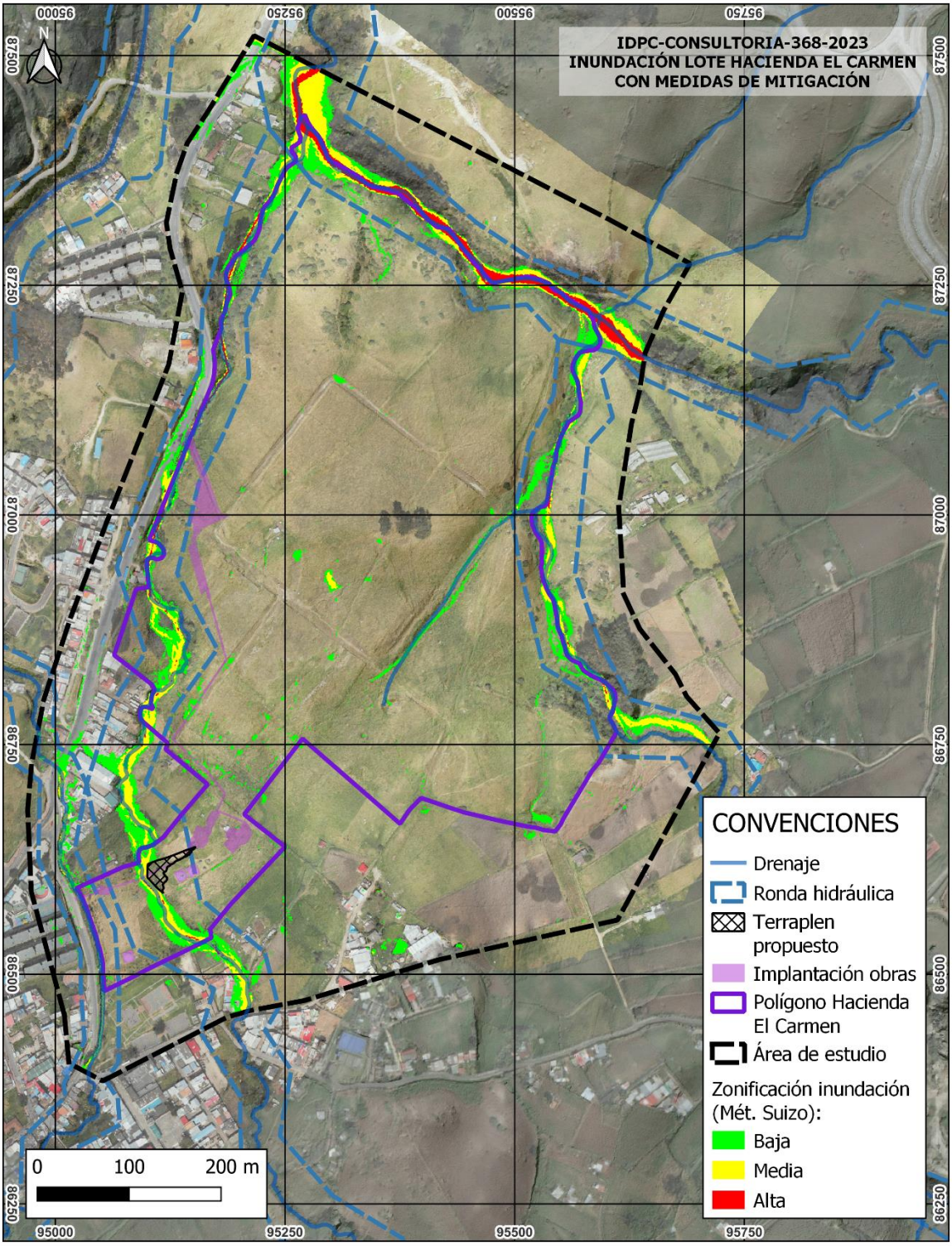


Figura 3.2 Amenaza por inundación para Tr=100 años con medidas de mitigación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre las principales conclusiones que se pueden inferir se encuentran:

- Las medidas de mitigación tuvieron un efecto tangible en la transformación del mapa de amenaza en particular para sectores identificados como problemáticos.
- Para las obras de estabilización de la ladera inestable en la margen de la quebrada Aguadulce, se percibe un efecto de reducción de la amenaza por movimientos en masa tanto para la condición normal como para la condición extrema.
- Por otro lado, el terraplén de nivelación fue una medida efectiva para el control de las inundaciones sobre el margen de la quebrada Aguadulce a la altura de su cruce con el sendero peatonal.

5 BIBLIOGRAFÍA

CONSORCIO NVP. (2023). ESTUDIOS TÉCNICOS, DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA NECESARIOS Y COMPLEMENTARIOS PARA LAS OBRAS DE URBANISMO, REDES DE SUMINISTRO DE SERVICIOS PÚBLICOS Y CONSTRUCCIÓN DE LOS ACCESOS PRINCIPALES DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN, UBICADO EN. *LA LOCALIDAD DE USME, BOGOTÁ D.C.* Bogotá DC.

Consorcio Urbanismo 2017. (2018). ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS URBANÍSTICOS, PAISAJÍSTICOS, SOCIALES Y TÉCNICOS. ASÍ COMO LA REVISIÓN, AJUSTES, ACTUALIZACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA. - *FASE II PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE URBANISMO CORRESPONDIENTES A LA UNIDAD DE GESTIÓN UNO QUE HACE PARTE DEL POLÍGONO UNO EN LA OPERACIÓN ESTRATÉGICA NUEVO USME. V1*. Bogotá DC.

Fundación Trenza. (2021). *INFORME DE DISEÑO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA ARQUEOLÓGICA PROTEGIDA, HACIENDA EL CARMEN (Usme, Colombia).* Bogotá DC.

Fundación Trenza. (2021). *LÍNEA BASE ECOLÓGICA Y AMBIENTAL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA ARQUEOLÓGICA PROTEGIDA, HACIENDA EL CARMEN (USME, COLOMBIA).* Bogotá DC.

Fundación Trenza. (2021). *LÍNEA BASE ECOLÓGICA Y AMBIENTAL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA ARQUEOLÓGICA PROTEGIDA, HACIENDA EL CARMEN (USME, COLOMBIA).* Bogotá DC.

Fundación Trenza. (2021). *MEMORIA COMPONENTE PAISAJE - PARQUE ARQUEOLOGICO HACIENDA EL CARMEN USME, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA.* Bogotá DC.

Fundación Trenza. (2021). *Pre-guión museográfico Museo de sitio - Parque Arqueológico y del Patrimonio cultural de Usme.* Bogotá DC.

IDECA. (2023). *Mapas Bogotá.* Obtenido de https://mapas.bogota.gov.co/

Instituto Distrital de Patrimonio Cultural IDPC. (2022). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO ARQUEOLÓGICO.* Bogotá DC.

Secretaría de Planeación . (2021). Decreto 555 de 2021. *Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Bogotá Reverdece 2022 – 2035*. Bogotá DC.