[JABM]+ingenieria
ING. JAIRO ALEXANDER BARRAGÁN MENDOZA

CONSTRUCCIÒN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ESTUDIO GEOTÉCNICO

SARAVENA, ARAUCA.
SEPTIEMBRE DE 2024

[EMAIL] ingenierobarragan@gmail.com [MOVIL] 057 + 314 266 7628

DATOS DEL DOCUMENTO

Título del documento	CONSTRUCCIÒN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.
Código del documento	ESTUDIO GEOTÉCNICO
Revisión No.	2

Este Documento ha sido revisado y aprobado como se indica abajo. Las modificaciones realizadas se describen a continuación en el índice de modificaciones. Por favor destruir todas las revisiones previas.

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión No.	Fecha	Sección modificada	Observaciones
1			
2	04-09-24	10	

ELABORACIÓN

Elaboró	Nombre	JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA
	Matrícula Profesional	25202-143899 CND
	Nombre	ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR
	Matrícula Profesional	25202-096569 CND

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. ASPECTOS GENERALES 6
2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 6
2.2. OBJETIVO 8
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8
2.2. ALCANCE 9
2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9
2.4. JUSTIFICACIÓN 9
2.1. ANTECEDENTES 10
3. METODOLOGÍA 10
3.1. ETAPA 1 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA 11
3.2. ETAPA 2 EXPLORACIÓN DE SUELOS 11
3.3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 12
4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA 12
4.1. GEOLOGÍA REGIONAL 12
4.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 13
4.3. GEOMORFOLOGÍA 13
4.4. GEOLOGÍA LOCAL 13
4.4.1. Depósitos Aluviales Antiguos – Q_1al 13
4.4.2. Depósitos Aluviales Recientes – Q_2al 14
4.4.3. Depósitos de Abanicos Inferiores – Q_1abi 14
4.4.4. Depósitos de Abanicos Superiores – Q_1abs 14
4.4.5. Depósitos de Planicies Aluviales – Q_1pal 14
4.4.6. Formación Caja – N_1c 14

4.4.7. Formación la Corneta – Q_1co 14
4.4.8. Serie Río Negro-Une – K_1rnu 15
4.5. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 16
5. EXPLORACIÓN DE SUELOS 16
5.1. GENERALIDADES 16
5.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR 18
5.1. ENSAYOS DE LABORATORIO 19
6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO 19
7. PERFIL ESTRATIGRÁFICO 21
8. PARÁMETROS SISMICOS 21
9. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS 23
10. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN CON MURO ESTABILIZADO MECÁNICAMENTE 23
10.1. ESTABILIDAD INTERNA 24
10.2. ESTABILIDAD EXTERNA 25
10.3. DISEÑO DEL MURO EN SUELO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO 25
10.4. ESTABILIDAD GLOBAL 27
10.1. CONDICION DE FLUJO DE AGUA 27
10.1. FACTORES DE SEGURIDAD 28
10.2. ESTABILIDAD GLOBAL CON NIVEL FREATICO ALTO 28
10.1. ESTABILIDAD GLOBAL CON DESEMBALSE RÁPIDO 30
11. CONCLUSIONES 31
12. LIMITACIONES 32
LISTA DE ANEXOS 33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización del tramo en estudio 7
Tabla 2. Localización de apiques sistema de coordenadas Magna - Este 17
Tabla 3. Resultados del ensayo de SPT en campo 18
Tabla 4. Resultados de ensayos de clasificación 19
Tabla 5. Potencial de expansión en función de los Límites de Atterberg 20
Tabla 6. Tipo de perfil de suelo 22
Tabla 7. Coeficiente sísmico de diseño 22
Tabla 8. Parámetros de diseño 23
Tabla 9. Factores de seguridad mínimos 25
Tabla 10. Parámetros de entrada Geosoft 25
Tabla 11. Factores de Seguridad obtenidos 26
Tabla 12. Factores de Seguridad normativos 27
Tabla 12. Factores de Seguridad obtenidos 28

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general, municipio de Saravena 7
Ilustración 2. Localización especifica de la zona de estudio 8
Ilustración 3. Metodología planteada para la fase del estudio en desarrollo 10
Ilustración 4. Distribución de apiques sobre el margen izquierdo del rio Banadia 12
Ilustración 5 Geología de la cuenca 15
Ilustración 6. Ubicación apiques de exploración 17
Ilustración 7. Esquema del diseño SME 27
Ilustración 8. Modelo de Jarillón 27
Ilustración 9. Líneas de flujo y tabla de agua 28
Ilustración 10. Talud izquierdo. Condición estática. 29
Ilustración 11. Talud izquierdo. Condición dinámica. 29
Ilustración 12. Talud derecho. Condición estática. 30
Ilustración 13. Talud derecho. Condición dinámica. 30
Ilustración 14. Talud izquierdo. Desembalse rápido. 31
Ilustración 15. Talud derecho. Desembalse rápido. 31

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han presentado procesos de inundación en las zonas aledañas del río Banadia en su paso por la vereda Bajo Banadia por el desbordamiento del rio. Esto ha expuesto a la población a condiciones de riesgo que repercuten en su desarrollo económico y en su cotidianidad. En consecuencia, se ha identificado la necesidad de la construcción de elementos elevados en la margen izquierda del río, con el fin de evitar la inundación en la vereda.

En el presente informe se presenta la caracterización del perfil estratigráfico, la caracterización geológica y los análisis de ingeniería para las obras de mitigación para la problemática que se presenta en el sector así como las recomendaciones de construcción.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de Saravena está ubicado en la Orinoquia colombiana, noroccidente del departamento de Arauca. Sus coordenadas geográficas son: Latitud norte entre 6°46′ y 7°00′ y Longitud 71°41′ y 72°06′. Está limitado por el norte con la República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras; por el sur con el municipio de Fortul; por el este con el municipio de Arauquita y Fortul y por el oeste con el Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

Código Dane: 81736
Coordenadas: 06°53′″N 71°54′″O
Extensión: 907 Km^2
Altitud: 223 m. s. n. m
Distancia: 196 Km a Arauca
Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 210 msnm
Temperatura media: 27 °C

La ubicación geográfica del municipio de Saravena se encuentra dentro de la Orinoquia araucana, del paisaje andino Orinocense el cual, desde el punto de vista paisajístico, puede dividirse de la siguiente manera:

- Piedemonte andino: Está localizado en la sección baja de la cordillera y conformado por un complejo relieve de materiales acumulados y estribaciones andinas donde sobresalen bajos, áreas de explayamiento, cunas, terrazas, mesetas, mesas, colinas, lomas y serranías. Esta zona estuvo cubierta de selva y está comprendida entre los 200 y 1000 metros sobre el nivel del mar.

- Vertiente cordillerana: Conformada por relieves escalonados descendientes hasta alcanzar los 1.000 metros sobre el nivel del mar. La zona cordillerana está cubierta por completo de selva de gran biodiversidad, riqueza hídrica y de suelos.

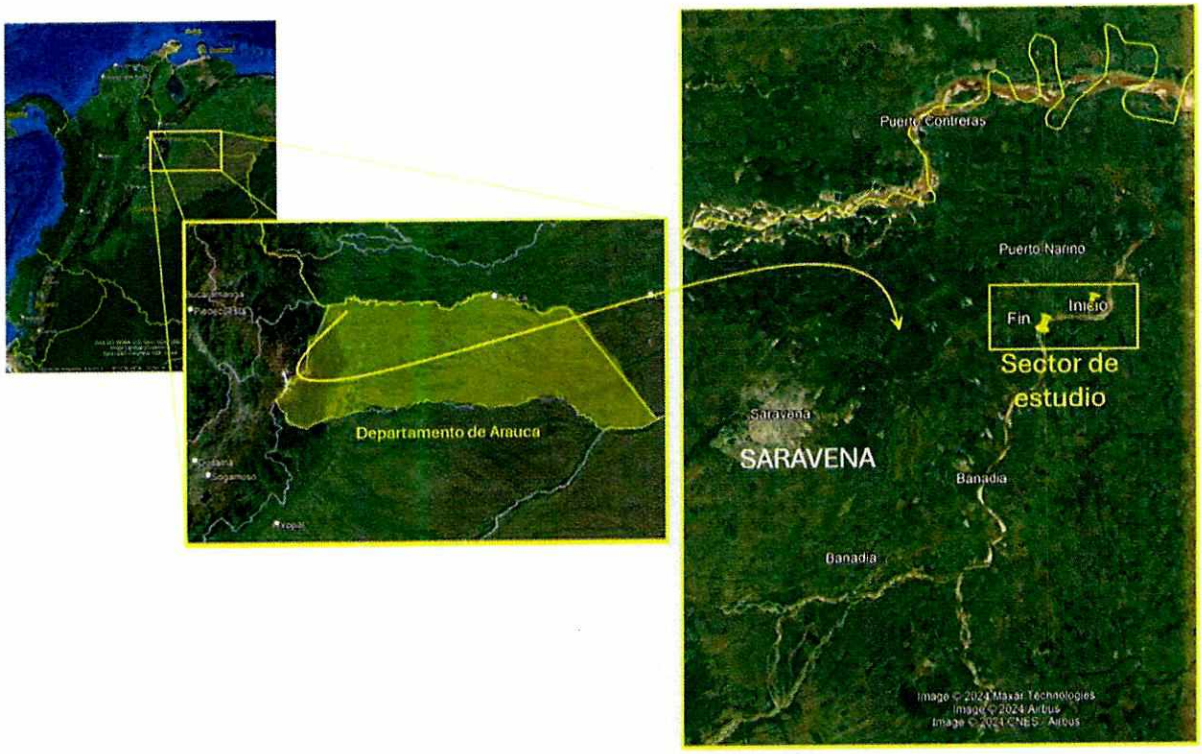


Ilustración 1. Localización general, municipio de Saravena

Para efecto del presente estudio, se analizará un tramo del Río Banadia a la altura de la vereda Bajo Banadia en el municipio de Saravena, el cual se encuentra localizado tomando como puntos de referencia su punto inicial y su punto final, georreferenciado mediante las coordenadas presentadas en la Tabla 1, con origen Magna Sirgas / Origen Este.

Tabla 1. Localización del tramo en estudio

Ítem	Corriente	Coordenadas			
		Inicio		Fin	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
1	Río Banadia	6°58'59.66"N	71°47'7.84"O	6°59'21.81"N	71°46'34.78"O

Fuente: Elaboración propia

Este tramo presenta una longitud aproximada de 1.108 km, donde se plantean obras de adecuación hidráulica mediante remoción de sedimentos, así como la protección del talud para

la reducción de los efectos generados por la inundación de la banca izquierda del río Banadia en el sector de análisis.



Ilustración 2. Localización especifica de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

2.2. OBJETIVO

Realizar una caracterización geológica regional y local sobre el tramo de estudio sobre el río Banadia y diseñar las obras requeridas para la reducción del riesgo por inundación y socavación en el margen izquierdo del río Banadia, en el municipio de Saravena, departamento de Arauca.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica regional y local sobre el tramo de estudio sobre el río Banadia, cercanías con la vereda Bajo Banadia del municipio de Saravena, departamento de Arauca.
- Identificar y caracterizar los suelos del tramo objeto de estudio mediante exploración de este y ensayos de laboratorio.
- Caracterizar geotécnicamente los suelos sobre el tramo de estudio en función de los resultados de la exploración en campo y ensayos de laboratorio

- Realizar análisis de estabilidad geotécnica de las obras propuestas en pro de la reducción del riesgo de inundación, determinando el factor de seguridad para los mismos, así como las recomendaciones constructivas necesarias.

2.2. ALCANCE

Partiendo de la necesidad de llevar a cabo los estudios y diseños de la obra de reducción del riesgo por inundación para el sector vereda Bajo Banadia en el municipio de Saravena, se realiza una caracterización geológica sobre el área de estudio cuenca río Banadia; así mismo, se realiza toma de muestras en campo del suelo en estudio con el fin de identificar y caracterizar estos y generar el insumo necesario para el análisis de estabilidad geotécnica requerida, esto bajo condiciones estáticas y dinámicas (sismo).

2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El deterioro del medio ambiente en el caso específico de la cuenca del río Banadia, está relacionado principalmente con el uso inadecuado de los suelos y la pérdida de bosques primarios y de galería, debido a la falta de conocimiento en el manejo de los suelos, la falta de capacitación y apoyo técnico a los campesinos.

En el caso particular del presente estudio se presenta inundación en las zonas aledañas del río Banadia en su paso por la vereda Bajo Banadia. En los últimos años se han generado situaciones relacionadas con desbordamientos del cuerpo de agua en mención que han ocasionado inundaciones sobre su área urbana y rural. Esto descrito ha expuesto a la población a condiciones de riesgo que han repercutido en su desarrollo económico y en su cotidianidad.

2.4. JUSTIFICACIÓN

Las intensas lluvias de la temporada invernal actual, sumadas a las históricas de la región, han incrementado el riesgo de inundaciones y erosión en la ribera del río Banadia, a la altura de la vereda Bajo Banadia, municipio de Saravena. Esta situación amenaza la seguridad y el bienestar de la población, así como sus bienes materiales y económicos.

Para mitigar estos riesgos, se propone la construcción de una obra de protección en la margen izquierda del río Banadia (Jarillón). La obra evitará las inundaciones y la erosión, protegiendo a la población de Bajo Banadia.

Para el diseño y construcción de la obra de protección, se requiere un estudio geotécnico que determine las características del terreno y las condiciones del río, para lo cual se requiere la ejecución de la recopilación y análisis de la información geológica que permita reconocer la problemática del sector.

2.1. ANTECEDENTES

El municipio de Saravena ha sufrido las consecuencias de los eventos de precipitaciones máximas presentadas en los últimos años. Las pérdidas materiales que ha tenido la población ribereña se enmarcan principalmente en cultivos, ganados, enseres, bienes inmuebles y bienes colectivos, llegando a poner en riesgo de inundación por crecidas del río Banadía a la población del municipio de Saravena.

El evento de inundación que se presentó en el año 2018 afecto alrededor de 400 familias, es decir, un 95% de la población, presentándose niveles de agua que superaron los 20 centímetros, lo cual presenta un alto riesgo para los habitantes de la zona. Se realiza el proceso de revisión documental de la cual no se encuentra ningún registro de estudios realizados anteriormente relacionados con el objeto.

3. METODOLOGÍA

Se presenta a continuación, la descripción detallada del procedimiento seguido para adelantar los estudios objeto del proyecto, desde la búsqueda y recopilación de la documentación e información pertinente, hasta el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto.

Para el desarrollo del presente documento, se lleva a cabo la metodología de la Etapa 3 partiendo de los insumos recogidos en las Etapas 1 y 2, como se muestra en la siguiente ilustración:

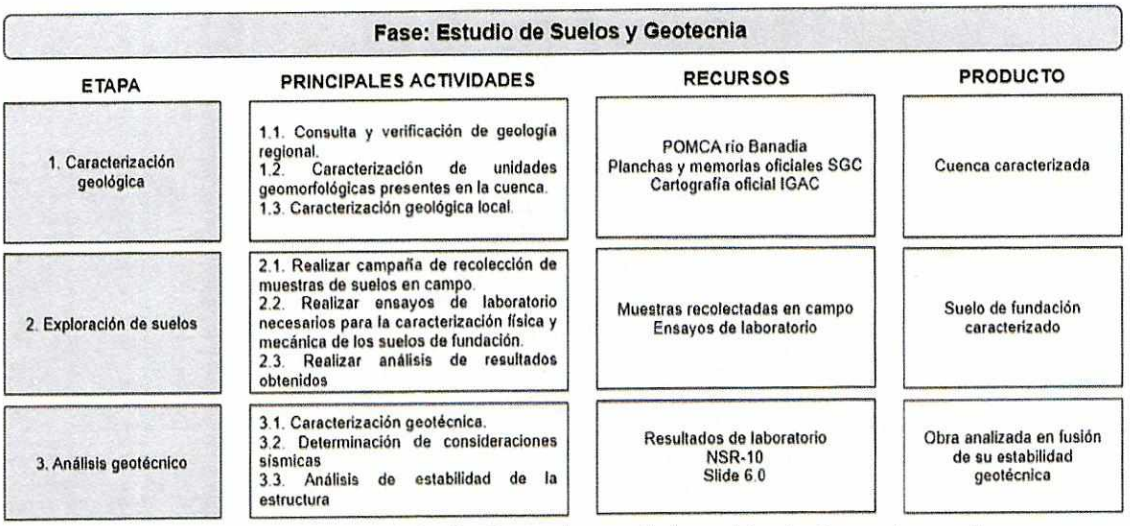


Ilustración 3. Metodología planteada para la fase del estudio en desarrollo

Fuente: Elaboración propia

3.1. ETAPA 1 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Descripción de unidades litoestratigráficas, estructuras geológicas y la historia geológica, que inciden en el proyecto. Se presentará un mapa de localización geológica del área de estudio, con la cual se pueda de manera práctica y sencilla ubicar y tomar decisiones sobre las diferentes formaciones que atraviesa el proyecto. Así mismo, se definirá el comportamiento e influencia de la tectónica, en este caso la geología estructural del sector sobre la obra proyectada.

Por otra parte, se analizará los diferentes elementos geomorfológicos del área de estudio, referentes a morfogénesis, morfología y morfometría. Se caracterizará las geoformas que se identifiquen sobre esta área.

3.2. ETAPA 2 EXPLORACIÓN DE SUELOS

Por medio de la información secundaria y a partir de los resultados de la exploración geotecnica, se creará un modelo geológico y geomorfológico mediante el que es posible detallar con mayor precisión la problemática del sector.

En función de la información disponible en el capítulo de geología, así como de los estudios previos existentes para la formulación del proyecto en ejecución, se realiza una campaña de exploración de suelos en función del objetivo principal de este estudio el cual busca analizar la estabilidad geotécnica de la estructura proyectada.

En ese sentido, se proyectan cuatro (04) apiques distribuidos sobre la margen izquierda donde se proyecta la obra de protección, a una profundidad de 4.0 m, con toma de muestra para los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Humedad natural
- Corte directo (CD)

Es de aclarar que la normatividad que rige a estos ensayos programados es la Norma INVIAS para Ensayos 2013.

La distribución de la exploración se muestra a continuación:



Ilustración 4. Distribución de apiques sobre el margen izquierdo del rio Banadia
Fuente: ELAB Ingeniería

3.3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Para esta etapa, tomando como referencia los resultados de laboratorio de suelos desarrollados, se realiza una caracterización mecánica de los mismo, esto con el fin de proyectar posibles escenarios futuros bajo condiciones estáticas (seco) y dinámicas (saturado y con influencia de sismo) en función de su estabilidad.

4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Según el Servicio Geológico Colombiano, en el departamento de Arauca emergen rocas sedimentarias. En el sector occidental, estas rocas exhiben una antigüedad superior, mientras que en el piedemonte se encuentran las más jóvenes. En la zona de piedemonte, se observa la interacción de rocas de diversas edades debido a la acción de importantes fallas de cabalgamiento. En la cuenca del río Banadia, área de estudio, se destaca la presencia de rocas de grano fino, del periodo más reciente generalmente areniscas y lodolitas de las formaciones Rio Negro, Aguardiente, Capacho, La Luna, Colón- Mito Juan, Guayabo y Caja.

En proximidades del rio, se encuentran depósitos de llanura aluvial (Qlal), caracterizados por poco aporte de arenas y gravas y abundante vegetación; y depósitos aluviales recientes (Qal) y

de abanico aluvial (Qa) formados por gravas y fragmentos de roca provenientes de las unidades geológicas del piedemonte llanero.

4.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La morfología del departamento de Arauca se define como planicie hasta encontrarse con el sistema de fallas compresionales del Borde Llanero, encontrándose en el área actividad tectónica. Se encuentra la Falla de Chucarima (NW a E) es una falla regional inversa, con un rango de desplazamiento que pone en contacto rocas de Paleozoico inferior (Formación Silgará) con unidades del Paleógeno (Formación Mirador).

Otros sistemas de fallas destacado, es el sistema de falla del Borde Llanero, se observa que esta falla pone en contacto a las formaciones Caja y Corneta del Neógeno con unidades cuaternarias. Este sistema de fallas está constituido por fallas subparalelas en dirección NE-SW.

4.3. GEOMORFOLOGÍA

Se observa un proceso compresivo impulsado por la dinámica de la tierra. La expresión morfológica de este proceso se caracteriza por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades geológicas. Como resultado de esta compresión, en la zona se identificaron las siguientes unidades:

- **Estructural plegado (sp)**
  La zona centro-occidental muestra rocas sedimentarias plegadas de las formaciones Diablo, Caja y La Corneta. La alineación de estas unidades corresponde con la estratificación que es el resultado de los esfuerzos que han actuado en esta región.

- **Estructural plegado denudado (Spd)**
  Relieve de montañas de contraste extremadamente alto, laderas abruptas e inclinadas muy largas y extremadamente largas. Se observa un drenaje dendrítico, pero con tramos alineados debido a los controles estructurales, la densidad de la red de drenaje es moderada y los cauces principales corren por valles en V.

4.4. GEOLOGÍA LOCAL

La caracterización geológica que comprende la cuenca del río Banadia contiene principalmente ocho (8) conjuntos litológicos, los cuales se describen a continuación:

4.4.1. Depósitos Aluviales Antiguos – Q_1al

Presentan una morfología plana y debido a que se encuentran varios metros por encima de los cauces de los ríos Cubara, Bojabá, San Miguel y Calafitas. El perfil de suelo característico está constituido por arenas finas a medias, limos y bajo contenido de arcillas. En algunas partes el relieve es plano y escalonado, producto de la erosión y deposición de antiguas corrientes fluviales, acumuladas en las márgenes por desbordes de los ríos que drenan la llanura.

4.4.2. Depósitos Aluviales Recientes – Q_2al

Corresponden a sedimentos de limos arcillosos, arenosos y arenas finas, asociados a morfología plana a levemente ondulada, producto de la dinámica aluvial de los ríos Arauca, Banadía, Agua Clara, Satocá y sus afluentes menores Caño Claro, Cascarrón, La Colorada, Botadero, La Cabaña, entre otros.

4.4.3. Depósitos de Abanicos Inferiores – Q_1abi

Los depósitos de abanicos están relacionados con las descargas intempestivas y en forma de avalanchas de los ríos Cusay, Cravo Norte y Tame. En general están conformados por bloques, gravas, arenas de formas variadas en una matriz por lo general areno-limosa. Los clastos corresponden principalmente a cuarzo arenitas y conglomerados.

4.4.4. Depósitos de Abanicos Superiores – Q_1abs

Estos depósitos se localizan hacia la parte central del área asociados a la dinámica de los ríos Cusay, Cravo Norte y Tame. Morfológicamente presentan una pendiente aproximada de 3°. Su composición es similar a los depósitos de abanicos inferiores, aunque con un contenido más elevado de bloques, guijos y guijarros de rocas cuarzosas.

4.4.5. Depósitos de Planicies Aluviales – Q_1pal

Presenta un relieve plano con ligeras ondulaciones. El perfil de suelo característico está conformado por arena limosa y en menor proporción limoarcillosa, seguida de una capa más arenosa.

4.4.6. Formación Caja – N_1c

Presenta una morfología de colinas suaves a costillar de picos y valles. Esta unidad presenta una alternancia de arenisca con intercalaciones de rocas de grano fino.

4.4.7. Formación la Corneta – Q_1co

La Formación la Corneta presenta una morfología con relieves suaves y en algunas partes drenaje radial. Esta formación está constituida por conglomerados que incluyen clastos

redondeados desde bloques hasta guijos compuestos de areniscas cuarzosas, lodolitas y arcillolitas, en una matriz arenosa gruesa.

4.4.8. Serie Río Negro-Une – K_1rnu

La Serie presenta una morfología escarpada de lomos alargados, separados por zonas con relieve inclinado que por lo general coinciden con pendientes estructurales. Fabre (1985) subdividió la formación Rio Negro en nueve segmentos, diferenciados por la presencia de areniscas cuarzosas, lutitas oscuras.

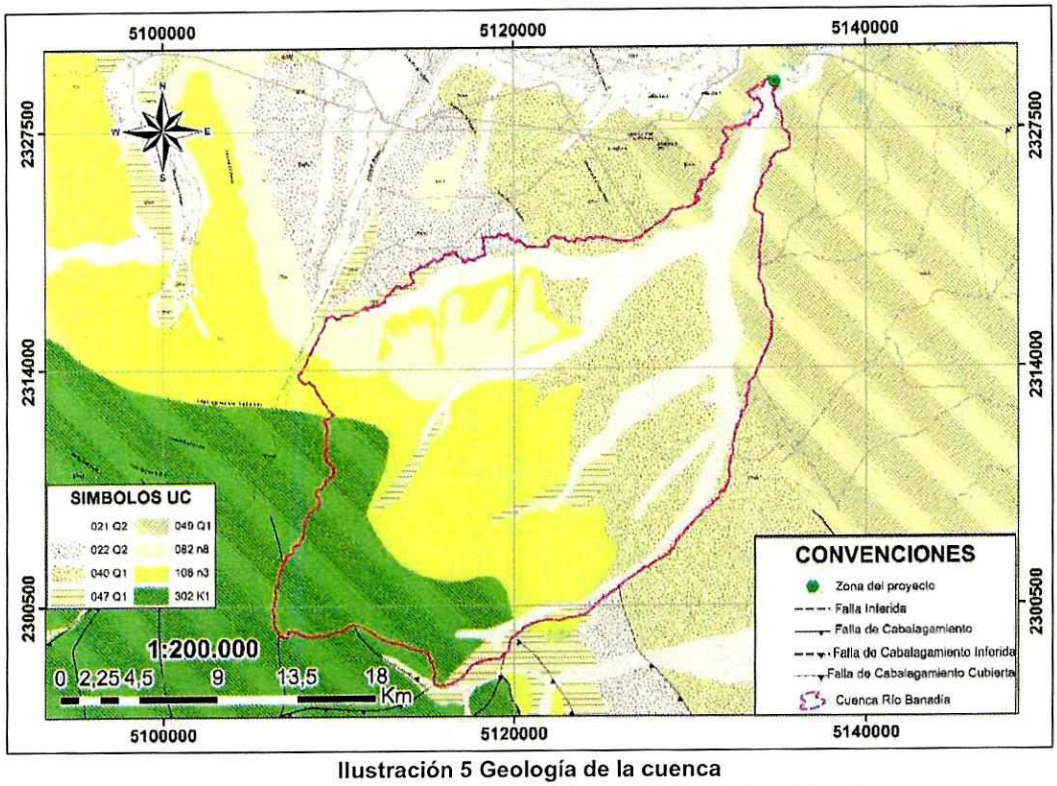


Ilustración 5 Geología de la cuenca
Fuente: Adaptación autor (Servicio Geológico Colombiano)

4.5. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

Fisiográficamente el área de estudio corresponde a zonas de transición entre la cordillera oriental y los llanos orientales, por lo cual se genera un contraste de topografía que forma unidades geomorfológicas diferentes.

Dentro de la información cartográfica recolectada se identificaron 3 ambientes morfogenéticos; dentro de los cuales los ambientes estructural y fluvial son los que predominan y en menor proporción el ambiente glaciar.

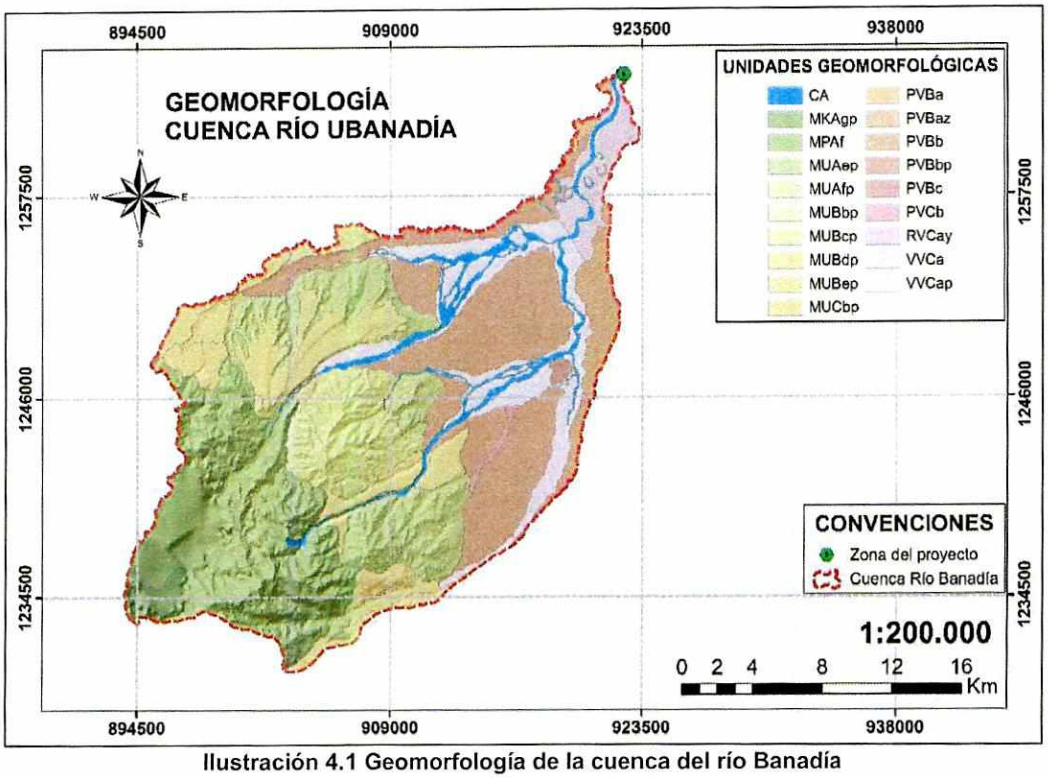


Ilustración 4.1 Geomorfología de la cuenca del río Banadía

Fuente: Elaboración propia – ArcMap

5. EXPLORACIÓN DE SUELOS

5.1. GENERALIDADES

Para conocer el perfil estratigráfico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición de cada una de ellas y el nivel freático, se realizaron cuatro (4) apiques manuales con apoyo mecánico, esto hasta alcanzar una profundidad de exploración de 4,00 m para la totalidad de los apiques. De estos apiques se recuperaron muestras representativas alteradas de los

diferentes estratos encontrados, registrando los datos de campo para su posterior clasificación por medio de ensayos de laboratorio y obtener un perfil del subsuelo.

Para cada uno de los apiques se consideraron:

- Análisis Granulométrico
- Límites de consistencia (determinación del límite líquido, límite plástico e límite de plasticidad).
- Ensayo de Humedad natural
- Ensayo de corte directo

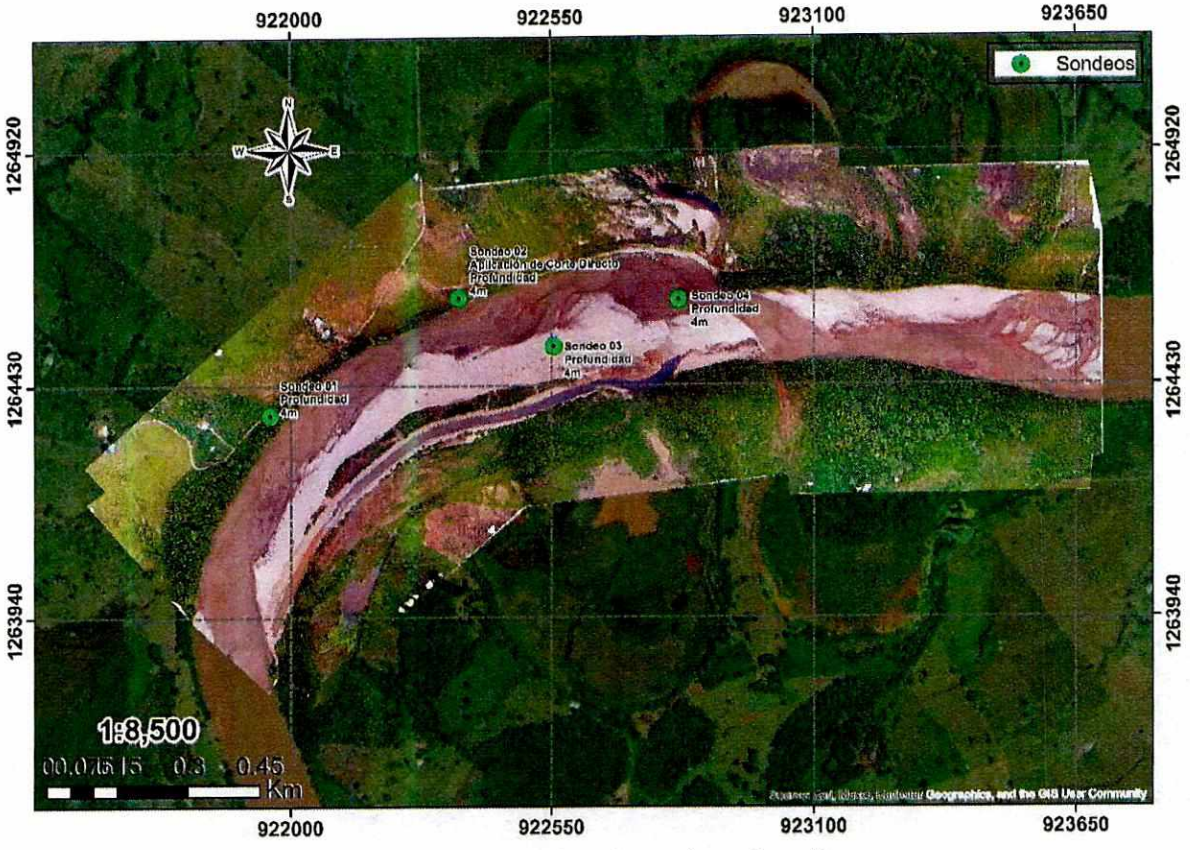


Ilustración 6. Ubicación apiques de exploración
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Localización de apiques sistema de coordenadas Magna - Este

Sondeo No.	Zona	Latitud	Longitud
1	Margen Izquierdo río	6°59'10.70"N	71°47'1.27"O
2	Margen Izquierdo río	6°59'18.52"N	71°46'48.54"O

Sondeo No.	Zona	Latitud	Longitud
3	Lecho río	6°59'15.61"N	71°46'42.30"O
4	Lecho río	6°59'18.86"N	71°46'33.55"O

Fuente: Elaboración propia

5.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

Simultáneamente al desarrollo de los apiques, se adelantó el ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR. Corresponde al método in situ más simple para tener una idea sobre las características de la resistencia de un suelo. Consiste en contar el número de golpes necesario para hincar un muestreador o cuchara partida, 30 cm en el terreno con un martillo de peso determinado y una altura de caída fija.

Como método exploratorio preliminar arroja información útil, además permite el muestreo del suelo, proporcionando muestras alteradas representativas del suelo que sirven para determinar características tales como límites de consistencia, humedad, etc.

De acuerdo con las correlaciones de Terzaghi (1948) y Hunt (1984) es posible asignar una calificación de resistencia preliminar, que para el caso de estudio se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resultados del ensayo de SPT en campo

Sondeo No.	Nivel freático (m)	Penetración SPT		Consistencia (Terzaghi, 1948) Compacidad (Hunt,1984)
		Profundidad (m)	N_{campo}	
1		0.0-1.5	5	Consistencia blanda
	2.00	1.5 - 2.5	10	Compacidad suelta
		2.5 – 3.5	11	Compacidad suelta
2		0.0-1.5	6	Consistencia medio blanda
	2.00	1.5 - 2.5	12	Compacidad medio suelta
		2.5 - 3.5	18	Compacidad medio suelta
3	0.50	0.0 - 1.0	4	Compacidad suelta
		1.0 2.0	6	Compacidad suelta
		2.0 - 3.0	10	Compacidad suelta
4	0.40	0.0 – 1.0	4	Compacidad suelta
		1.0 – 2.0	6	Compacidad suelta
		2.0 – 3.0	12	Compacidad suelta

Fuente: Elaboración propia

5.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Por medio de este ensayo se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una cantidad de muestra determinada según tamaño máximo del material, por separación a través de una serie de tamices de diferentes aberturas, los cuales van ordenados de mayor a menor abertura de la malla. Con el resultado obtenido de este ensayo, se permite la clasificación del material determinado si son gravas, arenas o materiales tipo limo o arcilla.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados de laboratorio efectuados en las muestras extraídas de los apiques:

Tabla 4. Resultados de ensayos de clasificación

APIQUE/ MUESTRA	Profundidad (m)	Wn (%)	LIMITES DE CONSISTENCIA (%)			GRANULOMETRIA (%)			USCS
			LL	LP	IP	F	A	G	
A1-M1	0.0 – 2.0	12.8	21.0	15.4	5.6	59,4	40,6	0	CL-ML
A1-M2	2.0 – 4.0	4.6	NL	NP	NP	3,6	96,4	0	SP-SM
A2-M1	0,0 - 0,8	13,1	21	15,4	5,6	21,5	78,5	0	CL-ML
A2-M2	0,8 - 2,0	4,2	NL	NP	NP	2,4	97,6	0	SP
A2-M3	2,0 - 4,0	18,3	NL	NP	NP	22,8	77,2	0	SM
A3-M1	0,0 - 1,0	13,8	NL	NP	NP	4,3	95,4	0,3	SP
A3-M2	1,0 - 4,0	14,3	NL	NP	NP	5,6	94,4	0	SP
A4-M1	0,0 - 2,0	15,1	NL	NP	NP	5,1	94,7	0,2	SP
A4-M2	2,0 - 4,0	19,4	NL	NP	NP	5,1	94,9	0	SP

Fuente: Elaboración propia – ELAN Laboratorio

Adicionalmente se adelantó un ensayo de Corte Directo en condición Consolidada Drenada, en la muestra 2, localizada entre los 0.8m y 2.0m del Apique 2 que dio como resultado un valor de Cohesión de 0.1kPa y 28.2º de ángulo de fricción.

6. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO

LICUACIÓN

La condición más desfavorable para los suelos encontrados en el sitio corresponde a su alto potencial de licuación descrita en la NSR-10 como sigue:

"Los suelos granulares tienen una tendencia natural a densificarse bajo carga, ya sea ésta monotónica o cíclica. Cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, esta tendencia a la densificación causa el crecimiento de la presión de poros, en

exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo hasta que sobreviene la flotación de las partículas, lo que ha recibido el nombre genérico de licuación.

Considerando esta condición, se deberán adoptar medidas a la estabilización o densificación del terreno, selección de tipos de cimentaciones a profundidades apropiadas o selección de obras que se acomoden a los desplazamientos y fuerzas anticipadas, o alguna combinación de estas medidas.

POTENCIAL EXPANSIVO

El potencial expansivo está asociado a los valores de los límites de Atterberg, como se muestra en la siguiente tabla. Puede observarse que los valores de LL e IP de las muestras de suelo del proyecto presentan un potencial de expansión Bajo.

Tabla 5. Potencial de expansión en función de los Límites de Atterberg

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LÍMITE LÍQUIDO LL, EN (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP, EN (%)
Muy Alto	> 63	> 32
Alto	50 - 63	23 - 45
Medio	39 - 50	12 - 34
Bajo	< 39	< 20

POTENCIAL DE COLAPSO

El potencial de colapso puede estimarse a partir de su peso específico seco. Para el proyecto, se adelantó un ensayo de Corte Directo donde se estableció el valor de la Gravedad Especifica de los materiales siendo en promedio 2.63gr/cm3 y un peso específico seco promedio de 1.79gr/cm3. De acuerdo con el siguiente criterio de evaluación, se obtiene que el suelo es estable.

$$\frac{\gamma d}{\gamma dcrit} > 1 \; el\ suelo\ es\ estable\ o\ expansivo$$

$$\frac{\gamma d}{\gamma dcrit} \leq 1 \; el\ suelo\ es\ colapsable$$

Donde

$$\gamma dcrit = \frac{\gamma w}{\left(\frac{1}{Gs}\right) + Wl}$$

Se tiene:

Yw	1,00
Gs	2,63
Wl	21,00
Ydcrit	0,05
Yd	1,79
Yd / Ydcrit	38,27

7. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo con los perfiles registrados durante las exploraciones y las propiedades de compactación y propiedades físicas, se definieron cuatro tipos de estratos diferentes en el área correspondiente a la margen izquierda del río Banadia a la altura de la vereda Bajo Banadia en el municipio de Saravena - Arauca, sobre la zona del Jarillón.

En la zona del proyecto que abarca el apique número 1 y numero 2, se obtienen de dos estratos a tres estratos, considerando la profundidad de evaluación de 4.00 m, los materiales presentes en la zona se distribuyen de la siguiente manera:

0.00m a ± 2.00m: Arcilla limosa a limo de baja plasticidad.
±2.00m a 4.00m: Arena mal gradada

Sobre el lecho del rio, se ejecutaron los apiques 3 y 4. En ellos se evidenció la predominancia de un estrato:

0.00m a 4.00m: Arena mal gradada.

El nivel freático encontrado varía de acuerdo con la proximidad del rio Banadia; en los apiques 1 y 2 que se realizan al margen izquierdo se encuentra un nivel freático a 2.00 m de profundidad, mientras que los apiques 3 y 4 realizados en el lecho del rio entre 0.50 m y 0.40 m de profundidad. Es evidente que este nivel cambia con las condiciones climáticas y de las características de los materiales, en el caso donde se presenta nivel freático a 0.40 m de profundidad se encuentra arena mal gradada con limos color gris claro.

8. PARÁMETROS SISMICOS

El Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, clasifica el área de estudio dentro de una zona de amenaza sísmica ALTA, para los que espera un coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva (Aa) igual a 0.30g y Coeficiente de aceleración vertial (Av) 0.25.

El perfil de suelo se define según el numeral A.2.4.3.2 del NSR-10, mediante el método del cálculo del Nmedio, que corresponde al promedio ponderado del número de golpes promedio del Ensayo de Penetración Estándar de los primeros 30m de profundidad, según la siguiente formulación:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$$

di = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30m superiores del perfil

Ni = número de golpes por pie obtenido en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El Valor de Ni a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$\bar{N}$ = Nmedio: número de golpes promedio del Ensayo de Penetración estándar (SPT) en golpes/pie, (Norma ASTM D1586) para los 30m superiores del perfil del suelo.

En el Anexo Memorias de Cálculo, se presentan los cálculos que dan lugar a los siguientes resultados:

Tabla 6. Tipo de perfil de suelo

PERFORACIÓN	NMEDIO	PERFIL DE SUELO
Apique 1	7.75	E
Apique 2	12.09	E
Apique 3	6.99	E
Apique 4	8.18	E
PROMEDIO	**8.75**	**E**

Partiendo de los criterios establecidos en el NSR-10, se definieron los parámetros requeridos para el diseño sísmico, considerando los parámetros de caracterización para cada los tipos de suelo encontrados, como se muestra en la siguiente tabla. Para el coeficiente sísmico vertical se utilizará 10% de $a_{máx}$.

Tabla 7. Coeficiente sísmico de diseño

Aa	0.30
Fa	1.2
I	1
KST/a_{max}	0.67
a_{max}=KST*Aa*Fa*I	0.24

Fuente: Elaboración propia a partir del NSR-10

Donde:

Aa: Coeficiente de aceleración símica horizontal (Apéndice A-4 NSR-10)
Fa: Coeficiente para la zona de periodos cortos del espectro (Tabla A.2.4-3 NSR-10)
I: Coeficiente de Importancia (Tabla A.2.5-1 NSR-10)
KST: Coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes (Tabla H.5.2-1 NSR-10)

9. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

A partir de la exploración directa y la interpretación geológica, se definió el perfil estratigráfico sobre el que se construirán las obras de mitigación, y que se indica a continuación:

0.00m a 4.00m: Arena mal gradada.

A partir del ensayo de Corte Directo ejecutado en una de las muestras de suelo, se pudo determinar los parámetros geomecánicos que se utilizarán para los diseños de ingeniería. Los parámetros de los materiales de relleno, se han definido a partir de bibliografía técnica. A continuación, el resumen de los materiales que hacen parte del modelo de análisis:

Tabla 8. Parámetros de diseño

MATERIAL	PESO UNITARIO (KN/m^3)	COHESIÓN (KPa)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
Arena mal gradada	17.96	0.1	28.2
Arena Limosa	23.87	5	30.9
Colcho gavión	26	20	40
Relleno	21.24	4	32.6

Fuente: Elaboración propia.

10. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN CON MURO ESTABILIZADO MECÁNICAMENTE

El proyecto consiste en el diseño de un Jarillón que evite el flujo de agua del rio Banadía hacia la zona inundable de su margen izquierda, con una altura de 3m y 4m. El Jarillón no estará expuesto a condiciones de carga especiales como tráfico vehicular o alguna estructura en su corona.

Para el diseño se utiliza el software Geosoft V4.0 elaborado por Wavin, de licencia libre; metodología WSD (Working Stress Design). El software Geosoft verifica la estabilidad interna y externa del muro en suelo mecánicamente estabilizado, como se comenta en los siguientes numerales.

10.1. ESTABILIDAD INTERNA

El diseño por estabilidad interna determina principalmente la separación entre capas (S_v), la resistencia a la tensión última o admisible del geosintético (T_{ult}, T_{adm}) y la longitud de empotramiento del geosintético (L_e), como sigue:

$$S_V = \frac{T_{adm}}{\sigma_H * FS_g}$$

Donde:
S_v: Separación entre capas
T_{adm}: Tensión admisible del geosintético
σ_H: Esfuerzo horizontal
FS_g: Factores que varían entre 1.3 a 1.5 en condición estática.

El esfuerzo horizontal se calcula como:

$$\sigma_H = \left[(\gamma_r * Ka_r * z) + (ES + LS) * Ka_r\right]$$

Donde:
Yr: Peso unitario del relleno
Kar: Presión activa
Z: Profundidad
ES: Empuje de la sobrecarga

La Tensión admisible corresponde a

$$T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS}$$

Donde:
Tult: Tensión última
FS: Factor de Seguridad

Con

$$FS \text{ o } RF = RF_{ID} * RF_{FL} * RF_{DQB}$$

Donde:
RF_{ID}: Factor de reducción por daños durante la instalación = 1.1 – 2.0
RF_{FL}: Factor de reducción por carga continua sobre el geosintetico = 1.5 – 3.0
RF_{DQB}: Factor de reducción por degradación química = 1.1 – 1.5

Finalmente, la longitud de empotramiento Le se obtiene de la sumatoria de fuerzas en X al nivel de cada capa, comparando las fuerzas actuantes horizontales sobre la capa de Geosintético con las fuerzas resistentes derivadas del grado de confinamiento y la interacción suelo Geosintético.

10.2. ESTABILIDAD EXTERNA

En los muros en suelo reforzado al ser estructuras por gravedad es necesario revisar su estabilidad externa ante condiciones de deslizamiento, volcamiento, excentricidad y capacidad de carga.

La metodología WSD se basa en la aplicación de factores de seguridad. Funciona relacionando los estados de fuerzas, esfuerzos o momentos resistentes sobre las fuerzas, esfuerzos o momentos actuantes. La relación de los resistentes sobre los actuantes se compara con un factor de seguridad mínimo, definido para cada tipo de análisis en las etapas de estabilidad interna, externa y global. Los siguientes son los factores de seguridad aplicados en cada estado de análisis para la estabilidad externa y global.

Tabla 9. Factores de seguridad mínimos

Tipo de Análisis	Factor de seguridad estático (FS)	Factor de seguridad pseudoestático
Deslizamiento	1.50	1.05
Volcamiento	3.00	2.00
Capacidad Portante	3.00	N.A.
Estabilidad Global	1.50	1.05

Fuente: Manual Geosoft. Wavin.

10.3. DISEÑO DEL MURO EN SUELO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO

Mediante el uso del software Geosoft V4.0 se obtiene el reporte que se incluye en el Anexo Memorias de Cálculo para el muro del costado derecho es decir el costado que da hacia el rio Banadia y para el costado izquierdo. En él se encuentran los parámetros de entrada así:

Tabla 10. Parámetros de entrada Geosoft

Parámetro de Entrada	MURO IZQ.	MURO DER.
	Valor	Valor
Altura total del muro	3.40m	4.20m
Ancho de base	3.00m	3.00m
Profundidad de desplante	1.00m	1.50m
Inclinación de la cara del muro	39°	30°
Inclinación del terreno	5°	5°

Parámetro de Entrada	MURO IZQ.	MURO DER.
	Valor	Valor
Sobrecarga	15KPa	15KPa
Parametro sísmico Kh	0.24	0.24
Parametro sísmico Kv	0.02	0.02

Fuente: Elaboración propia.

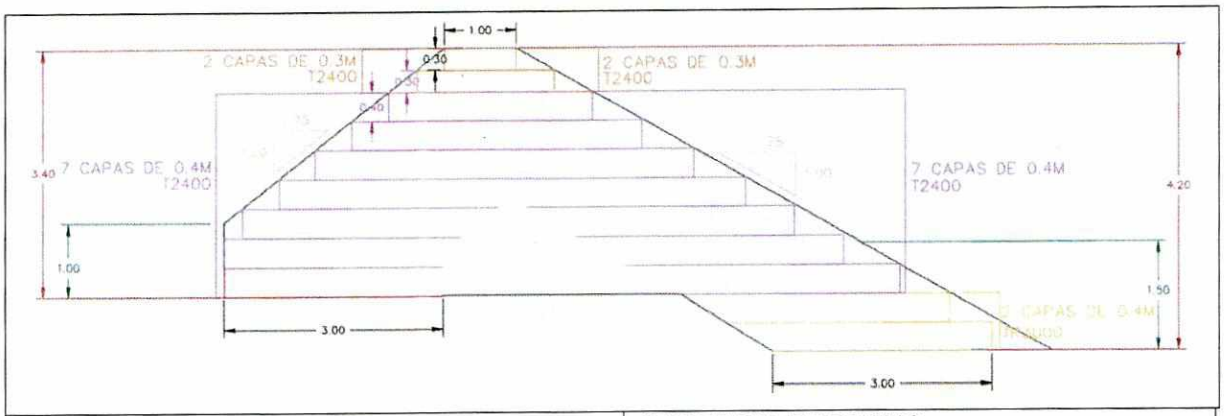
Obteniéndose los siguientes factores de seguridad:

Tabla 11. Factores de Seguridad obtenidos

Parámetro	IZQUIERDA				DERECHA			
	Estático		Con sismo		Estático	Con sismo	Estático	Con sismo
	FS	Observación	FS	Observación	FS	Observación	FS	Observación
Deslizamiento	2.40	Cumple	1.28	Cumple	3.12	Cumple	2.36	Cumple
Volcamiento	8.36	Cumple	4.86	Cumple	5.86	Cumple	3.67	Cumple
Capacidad portante	3.39	Cumple	N/A		3.77	Cumple	N/A	

Fuente: Resultados Geosoft

El esquema del diseño del muro en SME por cada lado del Jarillón corresponde al siguiente:



COSTADO IZQUIERDO	COSTADO DERECHO
Altura del muro: 3.4m	Altura del muro: 4.2m
Profundidad de desplante: 1m	Profundidad de desplante: 1.5m
Longitud de la base: 3m	Longitud de la base: 3m
Configuración:	Configuración:
2 capas de 0.3m T2400	2 capas de 0.3m T2400
7 capas de 0.4m T2400	7 capas de 0.4m T2400

Longitud de traslapo: 1.5m	2 capas de 0.4m TR3000 Longitud de traslapo: 1.5m

Ilustración 7. Esquema del diseño SME
Fuente: Elaboración propia

10.4. ESTABILIDAD GLOBAL

Se realizaron las modelaciones de la sección transversal del jarillón empleando el Software Slide 6.0 de la Casa Rockscience el cual evalúa la condición de estabilidad mediante el método de Equilibrio Límite, expresando la condición mediante un Factor de Seguridad. Los análisis para están regidos por los requerimientos de la NSR-10, los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 12. Factores de Seguridad normativos

FACTORES DE SEGURIDAD EN LOS ESCENARIOS DE ANÁLISIS	
CONDICIÓN	**F.S. SOLICITADO NSR 10**
Estático	1.50
Seudo-estático	1.05

Fuente: Elaboración propia a partir de la NSR-10.

En este sentido, se muestran a continuación los diferentes resultados del análisis de equilibrio límite, para los diferentes escenarios estipulados en la sección que se ilustra en la siguiente figura:

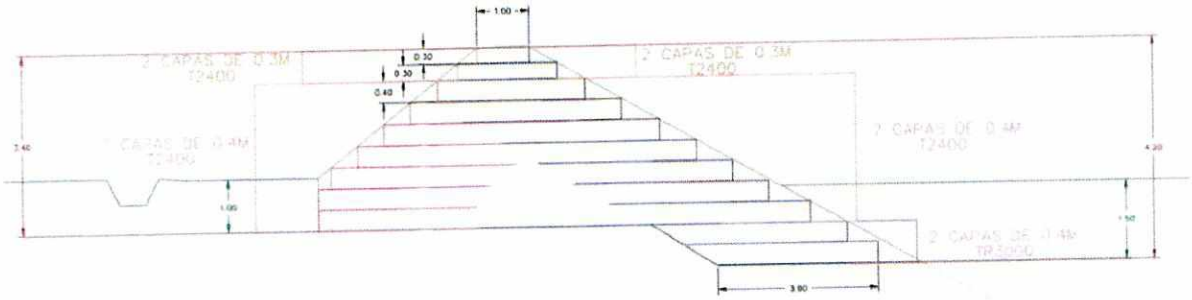


Ilustración 8. Modelo de Jarillón
Fuente: Elaboración propia

10.1. CONDICION DE FLUJO DE AGUA

En principio se modeló un escenario en el cual el nivel del rio Banadia sube 2m desde la pata del muro. Con ello se obtienen las líneas de flujo y el nivel freatico como se muestra en la siguiente figura. A partir de este modelo, se adopta esta condición de tabla de agua para los análisis de estabilidad que se utilizará en algunos de los siguientes numerales.

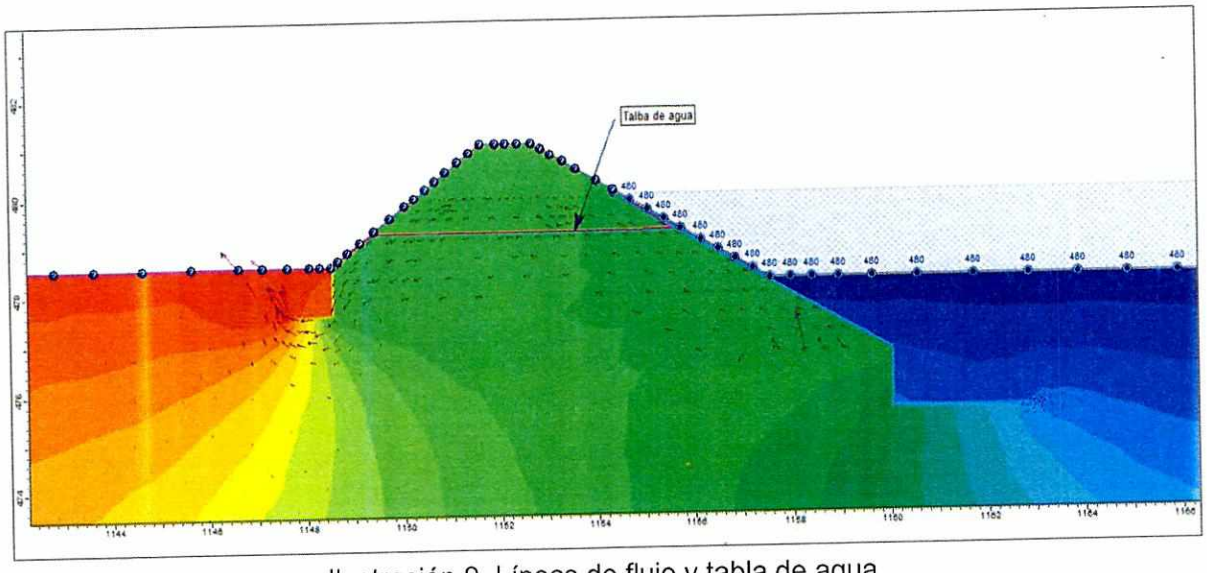


Ilustración 9. Líneas de flujo y tabla de agua
Fuente: Elaboración propia

10.1. FACTORES DE SEGURIDAD

En los siguientes numerales (10.2 y 10.1) se muestran las modelaciones relacionadas con la estabilidad global del jarillon, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 13. Factores de Seguridad obtenidos

Condición	Talud Izquierdo		Talud Derecho	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
Nivel freático alto	2.30	1.08	4.65	1.40
Desembalse rápico	2.03	-	2.70	-

10.2. ESTABILIDAD GLOBAL CON NIVEL FREATICO ALTO

Con la condición de agua supuesta en el numeral anterior, se efectúa el análisis de estabilidad de ambos costados del Jarillón, mostrando que los Factores de Seguridad en condición estática y dinámica son superiores a los exigidos por la normatividad vigente.

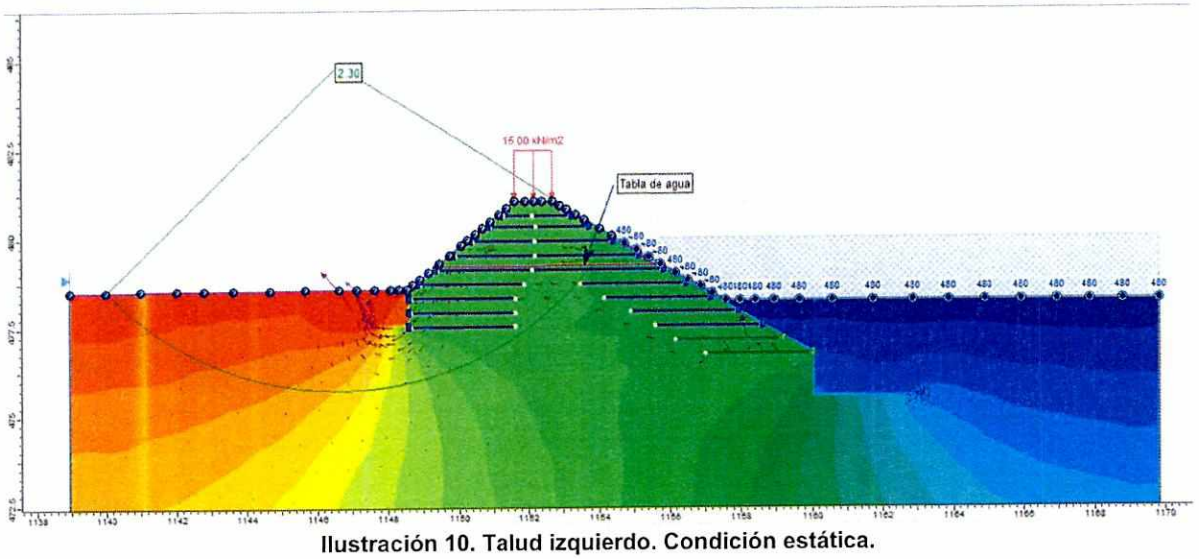


Ilustración 10. Talud izquierdo. Condición estática.
Fuente: Elaboración propia

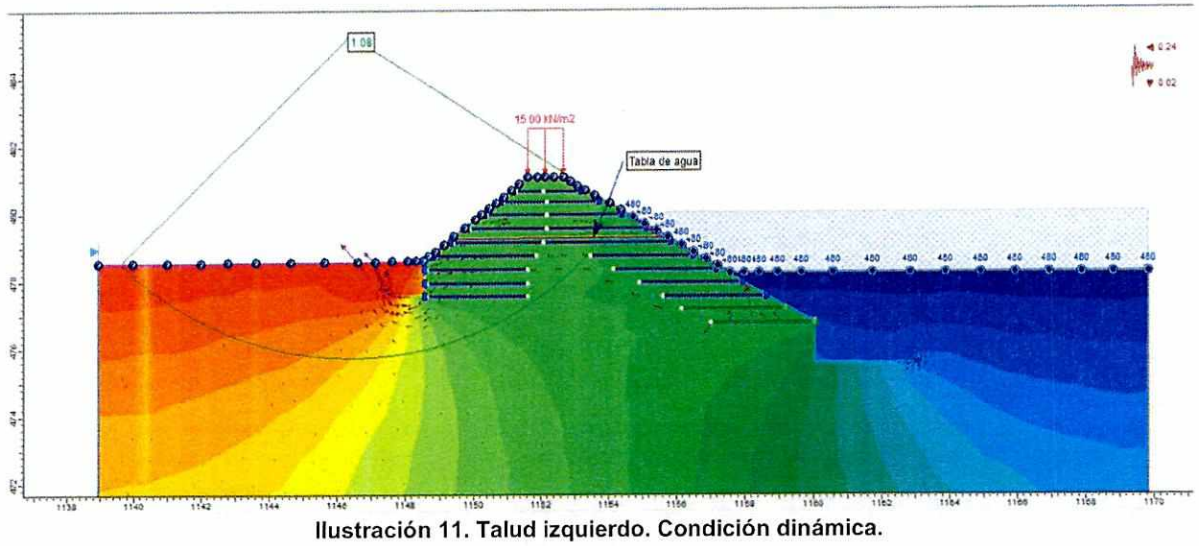


Ilustración 11. Talud izquierdo. Condición dinámica.
Fuente: Elaboración propia

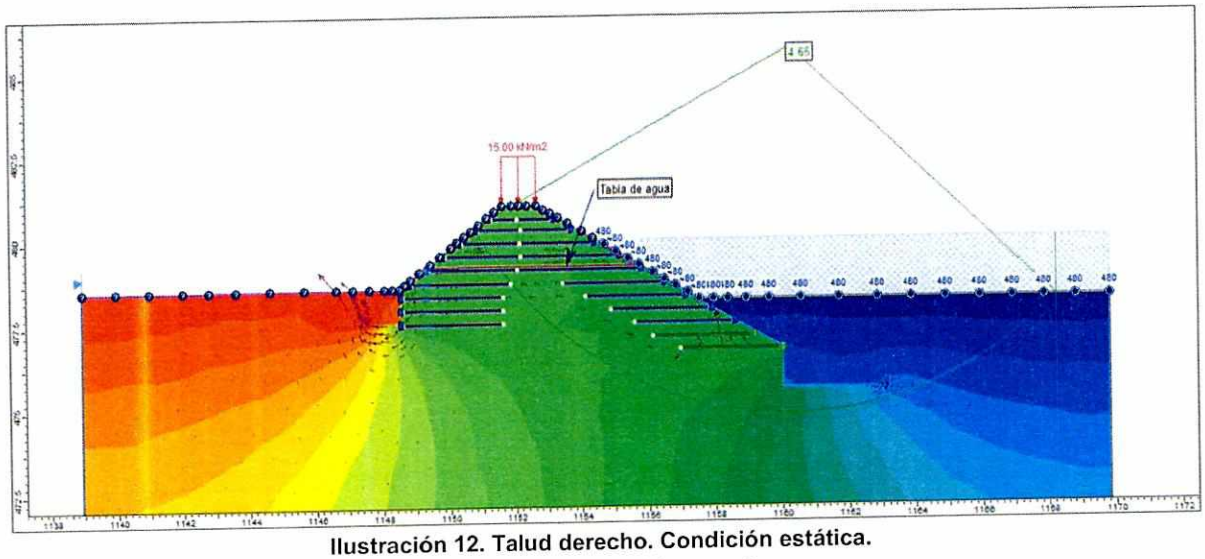


Ilustración 12. Talud derecho. Condición estática.
Fuente: Elaboración propia

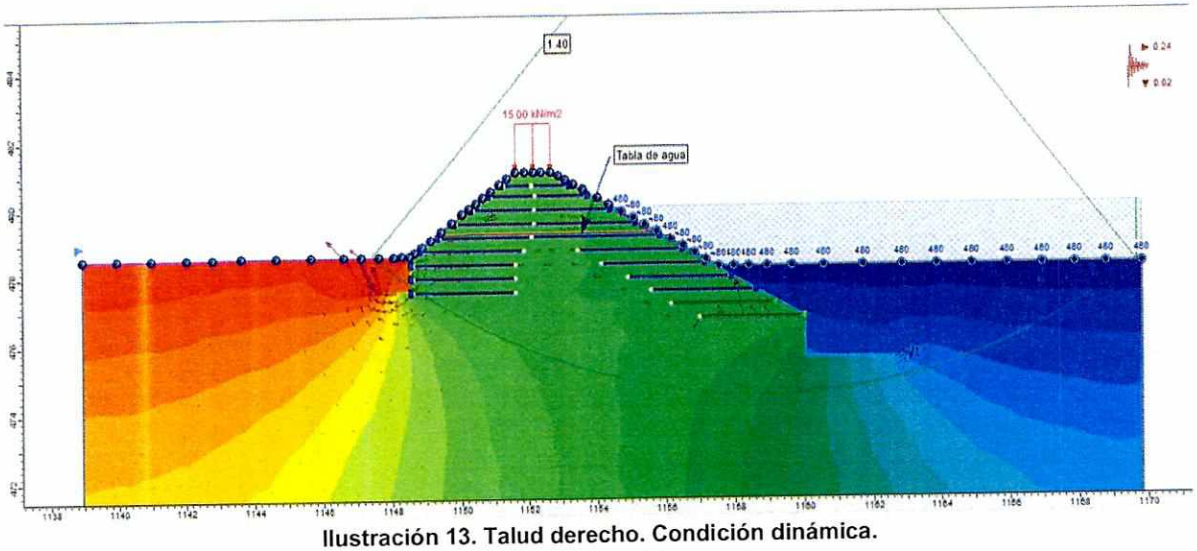


Ilustración 13. Talud derecho. Condición dinámica.
Fuente: Elaboración propia

10.1. ESTABILIDAD GLOBAL CON DESEMBALSE RÁPIDO

Mediante el software Slide V6.0, es posible modelar una condición de desembalse rápido que solo se adelantará para condición estática. El modelo requiere indicar una tabla de agua inicial, en este caso tomada como un nivel de 2m en el rio, y una tabla de agua final que en este caso será nivel 0m en el rio. A continuación se muestran los resultados en los que se observa que los Factores de Seguridad cumplen los requerimientos de la nrmatividad vigente.

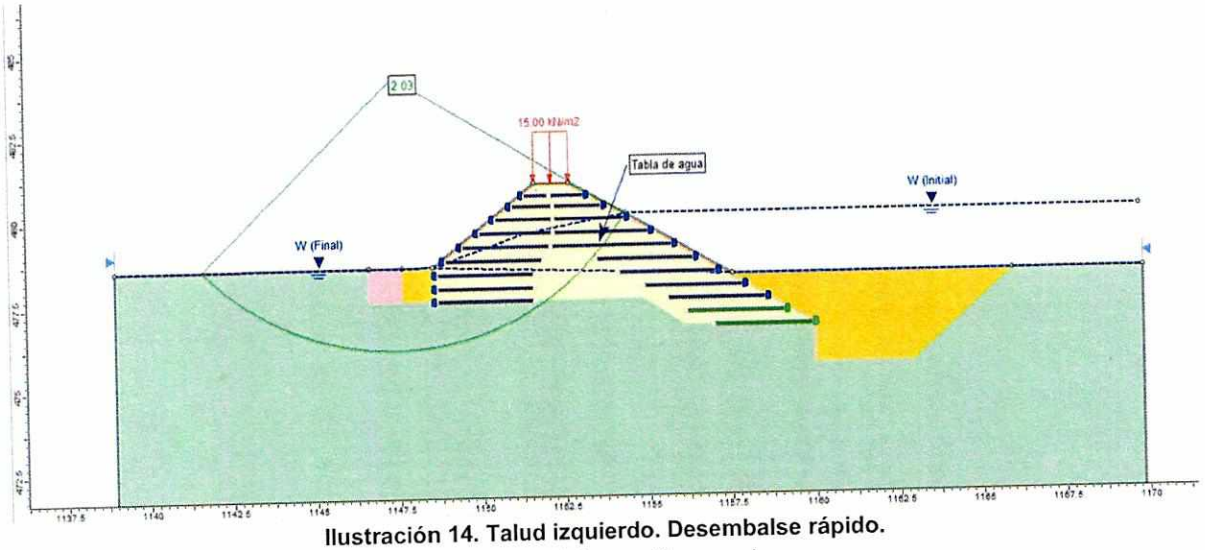


Ilustración 14. Talud izquierdo. Desembalse rápido.
Fuente: Elaboración propia

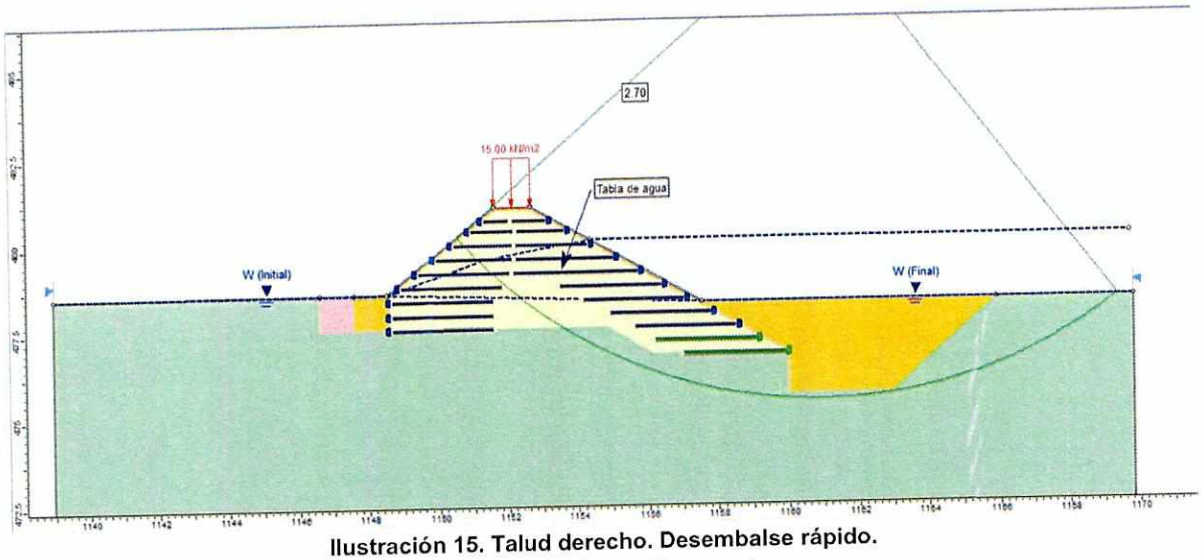


Ilustración 15. Talud derecho. Desembalse rápido.
Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES

Geológicamente hablando, la zona de estudio del río Banadia en su paso por la vereda Bajo Banadia en el municipio de Saravena – Arauca, se encuentra sobre el cierre de la cuenca, específicamente la unidad litológica Cuaternaria - Depósitos Aluviales Recientes, donde la topografía se evidencia plana. La geomorfologia del sector, corresponde a una unidad de Depósitos Aluviales Recientes (Q2al), geológicamente el terreno presenta una incidencia media desde el punto de vista tectónico dada por la Falla del Borde Llanero, siendo está falla de cabalgamiento cubierta.

- Mediante la revisión de la información secundaria y ensayos de laboratorio, se pudo determinar que el perfil estratigráfico se compone de Depósitos Aluviales Recientes que corresponden a material de sedimentos no litificados de limos arcillosos, arenosos y arenas finas, asociados a morfología plana a levemente ondulada, producto de la dinámica aluvial del rio Banadia.

- Con el fin de caracterizar los suelos de fundación del área de estudio, se realizó una exploración en campo correspondiente a 4 apiques, los cuales mostraron en la estratificación de la zona de estudio dos materiales, siendo: **CL – ML arcilla limosa a** limo arenoso y **SP** arena mal gradada, encontrando en mayor parte gravas en una matriz limo arenosa color gris con pigmentos cafés en los primeros 4 metros.

- Se evidencia en el estudio de suelos un resultado de SPT con valores normales, para el tipo de suelo encontrado en la exploración geotécnica, ante eso se evidencia un grado de compactación natural blando y la incidencia del nivel freático en los resultados del SPT. Es de importancia resaltar que no se obtienen límites de consistencia de gran parte de los materiales recolectados en campo, esto a razón del predominio de material granular.

- A partir de los ensayos de laboratorio se encontró además que los suelos no presentan características de suelos expansivos ni colapsables pero si un alto potencial de licuación por lo que se deben acometer medidas a la estabilización o densificación del terreno, selección de tipos de cimentaciones a profundidades apropiadas o selección de obras que se acomoden a los desplazamientos y fuerzas anticipadas, o alguna combinación de estas medidas.

- Se presentó el diseño de los muros en suelo mecánicamente estabilizado para ambos costados del Jarillón que se requiere construir en la margen izquierda del rio Banadia. El diseño geotécnico de estabilidad interna, externa y global presentan Factores de Seguridad acordes con la normatividad vigente.

12. LIMITACIONES

La interpretación geológica presentada, se basa en el análisis de información secundaria y los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio entregados. Si al momento de la ejecución de las obras, se encuentran materiales diferentes a los aquí mostrados, deberá informarse al Especialista Geotécnico del proyecto para adelantar las verificaciones que considere.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los trabajos de campo
Anexo 2. Ensayos de laboratorio
Anexo 3. Memorias de Cálculo
Anexo 3. Planos

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR, identificada con cédula de ciudadanía No 52.420.745 expedida en Bogotá, en mi condición de INGENIERO CIVIL, portador de la tarjeta Profesional N° 20202-096569 CND, especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos; por medio de la presente certifico que realicé el "ESTUDIO GEOTÉCNICO" para el proyecto cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos y librar de cualquier responsabilidad técnica al DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi tarjeta profesional y Certificado de Vigencia de la misma.

Se expide a solicitud del interesado, a los (10) días del mes de julio de 2024.

ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR
C.C.: 52.420.745
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR, identificada con cédula de ciudadanía No 52.420.745 expedida en Bogotá, en mi condición de INGENIERO CIVIL, portador de la tarjeta Profesional N° 20202-096569 CND, especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos; por medio de la presente documento hago constar que elaboro bajo mi responsabilidad el "ESTUDIO GEOTÉCNICO" para el proyecto cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Que en la elaboración del citado Proyecto he utilizado los criterios y normas de ingeniería vigentes y generalmente aceptados para este tipo de proyectos. Es de anotar que los elementos diseñados y las proyecciones previstas en los documentos de diseño, funcionarán adecuadamente siempre y cuando en su proceso constructivo se empleen los materiales sugeridos y su implementación se rija estrictamente a las recomendaciones consignadas en los documentos de diseño.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi tarjeta profesional y Certificado de Vigencia de la misma.

Se expide a solicitud del interesado, a los (10) días del mes de julio de 2024.

ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR
C.C. 52.420.745
ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES

MATRICULA No. 2520209655 CND
INGENIERA CIVIL
DE FECHA 27/02/200
APELLIDOS
NARANJO CORREDOR
NOMBRES
ALBA LUCIA
C.C. 5242
UNIVERSIDAD
NACIONAL - BOGOTA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

Esta tarjeta es un documento público que autoriza a su titular para ejercer la profesión de Ingeniero dentro de los parámetros establecidos en la Ley 64/78, y el Decreto Reglamentario 2500/87, de acuerdo con los cuales se expide.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA.

Cra. 7 No. 64 - 19 Tel. 2498138 Bogotá D.C.

VÁLIDO PARA EL ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN SOBRE EL RIO BANADÍA DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2891195

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ALBA LUCIA NARANJO CORREDOR, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 52420745, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-096569 desde el 27 de Febrero de 2003, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 3358.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los treinta (30) días del mes de Julio del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

[JABM]+ingenieria
ing. Jairo Alexander Barragán Mendoza

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA, identificado con cedula de ciudadanía N°80.109.920 expedida en Bogotá, en mi condición de INGENIERO CIVIL, portador de la tarjeta Profesional N° 25202143899 CND, especialista en Ingenieria Hidraulica y Ambiental, especialista en estructuras, especialista en vías y transporte; por medio de la presente certifico que realice el "ESTUDIO GEOTÉCNICO" para el proyecto cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi tarjeta profesional y Certificado de Vigencia de la misma.

Se expide a solicitud del interesado, a los (10) días del mes de julio de 2024.

JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA
C.C.: 80109920
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería Hidráulica y ambiental
Especialista en Vías y Transporte
Especialista en Estructuras
Auditor ISO39001:2012
Profesional acreditado en AWS

[EMAIL] ingenierobarragan@gmail.com [MOVIL] 057 + 314 266 7628

[JABM]+ingenieria
ing. Jairo Alexander Barragán Mendoza

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA, identificado con cedula de ciudadania N°80.109.920 expedida en Bogotá, en mi condición de INGENIERO CIVIL, portador de la tarjeta Profesional N° 25202143899 CND, especialista en Ingenieria Hidraulica y Ambiental, especialista en estructuras, especialista en vías y transporte; por medio de la presente documento hago constar que elaboro bajo mi responsabilidad el "ESTUDIO GEOTÉCNICO" para el proyecto cuyo objeto es CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE PROTECCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO Y PREVENCIÓN DE INUNDACIONES SOBRE EL RIO BANADIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Que en la elaboración del citado Proyecto he utilizado los criterios y normas de ingeniería vigentes y generalmente aceptados para este tipo de proyectos. Es de anotar que los elementos diseñados y las proyecciones previstas en los documentos de diseño, funcionarán adecuadamente siempre y cuando en su proceso constructivo se empleen los materiales sugeridos y su implementación se rija estrictamente a las recomendaciones consignadas en los documentos de diseno.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi tarjeta profesional y Certificado de Vigencia de la misma.

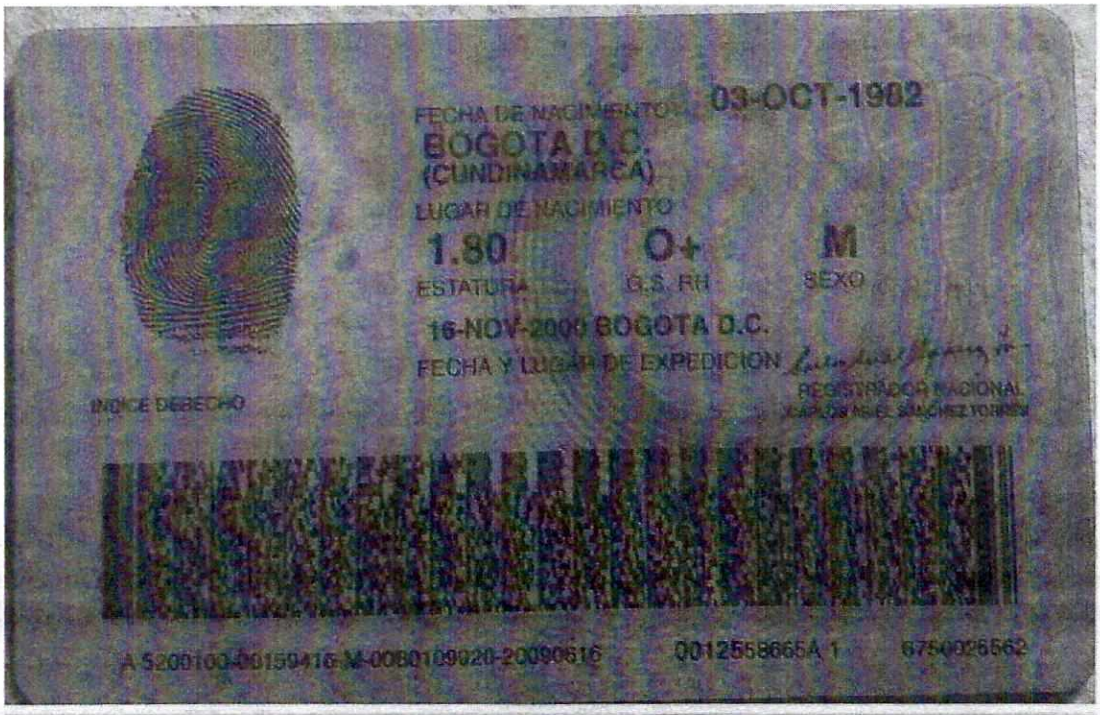
Se expide a solicitud del interesado, a los (10) días del mes de julio de 2024.

JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA
C.C.: 80109920
Ingeniero Civil
Especialista en Ingeniería Hidráulica y ambiental
Especialista en Vías y Transporte
Especialista en Estructuras
Auditor ISO39001:2012
Profesional acreditado en AWS

[EMAIL] ingenierobarragan@gmail.com [MOVIL] 057 + 314 266 7628

__ [JABM]+ingenieria
ING. JAIRO ALEXANDER BARRAGÁN MENDOZA

CEDULA DE CIUDADANIA





__ [EMAIL] ingenierobarragan@gmail.com [MOVIL] 057 + 314 266 7628

MATRICULA PROFESIONAL


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
25202143899CND
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 21/06/2007
JAIRO ALEXANDER
BARRAGAN MENDOZA
C.C. 80109920
UNIVERSIDAD DE LA SALLE
PRESIDENTE DEL CONSEJO

DIPLOMA PREGRADO INGENIERO CIVIL

LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Personería Jurídica
Resolución 4307 del 12 de Febrero de 1965

EN ATENCIÓN A QUE

Jairo Alexánder Barragán Mendoza

C.C. 80'109.920 de Bogotá, D.C.

HA CURSADO TODOS LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA UNIVERSIDAD Y LAS DISPOSICIONES LEGALES PARA OPTAR EL GRADO UNIVERSITARIO EN LA FACULTAD DE

Ingeniería Civil

En la Notaría Cuarenta de este Círculo se registró la presente fotocopia que corresponde con el original que se ha tenido a la vista.
26 ABR. 2007
NOTARIO CUARENTA (E)
Alexander Ortiz Betancourt

LE OTORGA
EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
Y POR AUTORIZACIÓN DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

EL TÍTULO DE **Ingeniero Civil**

EN FE DE LO CUAL FIRMAMOS Y SELLAMOS ESTE DIPLOMA EN
BOGOTÁ, D. C. A LOS 20 DÍAS DEL MES DE abril AÑO DE 2007

Fabio Gallego Rubio, F.S.C. — Héctor Vega Garzón — Guillermo Pinzuara Morales

Folio 1413
Libro 3

DIPLOMA POSGRADO ESPECIALISTA

Ingeniería hidráulica y ambiental



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Jairo Alexander Barragán Mendoza

C.C. 80.109.920 de Bogotá

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Ingeniería Hidráulica y Ambiental

En la ciudad de Manizales, a los 14 días del mes de septiembre de 2018

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro n.º 1406, Folio 14 del Libro de Diplomas n.º 3
de la Sede Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura

54145

DIPLOMA POSGRADO ESPECIALISTA

ESTRUCTURAS



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Jairo Alexander Barragán Mendoza

C.C. 80.109.920 de Bogotá D.C.

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Estructuras

En la ciudad de Manizales, a los 5 días del mes de diciembre de 2019

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro No 1950, Folio 30 del Libro de Diplomas n.° 3
de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Sede Manizales

58105

DIPLOMA POSGRADO ESPECIALISTA

ESTRUCTURAS



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Jairo Alexander Barragan Mendoza

C.C. 80.109.920 de Bogotá D.C.

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Vías y Transporte

En la ciudad de Manizales, a los 25 días del mes de octubre de 2021

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro No 2524, Folio 69 del Libro de Diplomas n.° 3
de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Sede Manizales

64917

CERTIFICADO DE VIGENCIA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2888909

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JAIRO ALEXANDER BARRAGAN MENDOZA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 80109920, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-143899 desde el 21 de Junio de 2007, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 341.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintinueve (29) días del mes de Julio del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.