MEJORAMIENTO Y RECUPERACION DE ANDENES Y ESPACIO PEATONAL MARGEN IZQUIERDA DE LA VIA URBANA EN EL SECTOR DE LA CALLE 10 ENTRE CARRERA 11 Y CARRERA 12 DEL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, DEPARTAMENTO DE CASANARE

ESTUDIO GEOLOGICO

ELABORÓ:

PADILLA PLATA MAURICIO
NIT. 1020712827-3

FREDY MAURCIO PADILLA PLATA
INGENIERO CIVIL
ESPECILISTA EN GEOTECNIA
M.P. 25202-261634 CND

AGOSTO DE 2026

ELABORÓ	REVISÓ	CONSECUTIVO NO.	OBJETO	FECHA
ING. MAURICIO PADILLA PLATA			MEJORAMIENTO Y RECUPERACION DE ANDENES Y ESPACIO PEATONAL MARGEN IZQUIERDA DE LA VIA URBANA EN EL SECTOR DE LA CALLE 10 ENTRE CARRERA 11 Y CARRERA 12 DEL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, DEPARTAMENTO DE CASANARE	Agosto de 2026

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4

1. GENERALIDADES 5

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO 5

1.2 UBICACION DEL SITIO DE ESTUDIO 5

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 6

2. ASPECTOS GEOTECNICOS DEL AREA DEL PROYECTO 6

2.1 UBICACION GEOLOGICA 6

2.2 GEOLOGICA ESTRUCTURAL 8

2.3 UBICACIÓN GEOMORFOLÓGICA 10

3. CONDICIONES SISMICAS 16

4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 19

4.1 CARACTERISTICAS Y DISTRIBUCION DE LAS EXPLORACIONES 19

4.2 ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO 20

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 22

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio. 5
Ilustración 2. Mapa de ubicación geológica del sitio de estudio. 8
Ilustración 3. Corte geológico en la zona de estudio. 10
Ilustración 4. Mapa de ubicación geomorfológica del sitio de estudio. 14
Ilustración 5. Mapa de ubicación de amenaza sísmica. 16
Ilustración 6. Mapa de localización de las exploraciones. 19

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo. 17
Tabla 2. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de Amenaza sísmica de los municipios de Casanare. 17
Tabla 3. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 18
Tabla 4. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. 18
Tabla 6. Parámetros de movimientos sísmicos de diseño. 18
Tabla 7. Coordenadas de localización y profundidad de las exploraciones. 20

INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados del estudio de geología para ingeniería de la "**MEJORAMIENTO Y RECUPERACION DE ANDENES Y ESPACIO PEATONAL MARGEN IZQUIERDA DE LA VIA URBANA EN EL SECTOR DE LA CALLE 10 ENTRE CARRERA 11 Y CARRERA 12 DEL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, DEPARTAMENTO DE CASANARE**".

El documento incluye el reconocimiento de campo y recopilación de información para definir las características geológicas y geomorfológicas del área donde se proyecta el desarrollo de actividades adicional que el proyecto requiere y sus zonas perimetrales.

La caracterización geológica y geomorfológica del sitio del proyecto, se lleva a cabo a partir de la recopilación y análisis de la información de referencia de geología en documentos publicados por entidades públicas o privadas, como la generada a partir del levamiento en campo, donde se identificaron las unidades geológicas y su composición, así como los procesos geomorfológicos según su ambiente de formación.

El reconocimiento geológico y geomorfológico permitirá, definir el plan de exploración geotécnica más adecuado para la caracterización físico-mecánica del terreno, con el fin de determinar los parámetros geomecánicos que rigen la resistencia al corte y por ende las condiciones de estabilidad. Lo anterior teniendo en cuenta el reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción INVIAS 2022.

El estudio se realizó en Agosto de 2026

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Establecer las características de las principales formaciones geológicas y geomorfológicas en el área circundante del proyecto con el fin de identificar fallas geológicas activas, movimientos en masa y el grado de sismicidad al que pueda estar sometido.

1.2 UBICACION DEL SITIO DE ESTUDIO

El proyecto a construir se localiza en la margen izquierda de la via urbana en el sector de la calle 10 entre carrera 11 y 12, casco urbano del municipio de Hato Corozal - departamento de Casanare. Más exactamente entre las siguientes coordenadas (Ver ilustración 1). INICIO: 923881.451 E - 1172729.060 N - FIN: 923804.863 E - 1172752.741 N

Ilustración 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto corresponde mejoramiento y recuperación de andenes y espacio peatonal, incluyendo andenes en loseta prefabricada, con un muro perimetral al drenaje existente, un sistema de puentes de paso peatonal en tuberia estructural con cimentación en concreto reforzado.

2. ASPECTOS GEOTECNICOS DEL AREA DEL PROYECTO

2.1 UBICACION GEOLOGICA

La litología expresada como el tipo de roca o depósitos presentes en un área representa un papel considerable en el comportamiento dinámico de las laderas, taludes, terrazas, etc. La litología, edad, origen, características geomecánicas, estructurales y texturales, influyen en un alto porcentaje en la estabilidad de una ladera, de una estructura de cimentación o de contención, e igualmente en la resistencia a los procesos erosivos. Las unidades estratigráficas del área de estudio se describen a continuación:

Formación Caja (N1c): la formación se puede subdividir, de base a techo en dos segmentos.
Segmento A: Está compuesto por arcillolitas y lodolitas de color amarillento a rojizo, con intercalaciones de arenitas de cuarzo de 2 a 4 m de espesor, con lentejones de conglomerados. El espesor aproximado de este segmento es de 300 m.
Segmento B: Se compone de una alternancia de areniscas gris amarillenta, de grano fino a conglomeráticas, en estratos gruesos a muy gruesos, con intercalaciones de limolitas, lodolitas, limolitas arenosas, limolitas conglomeráticas con guijos, cantos, fragmentos de arenitas y cherts. El espesor aproximado es de 650 m.

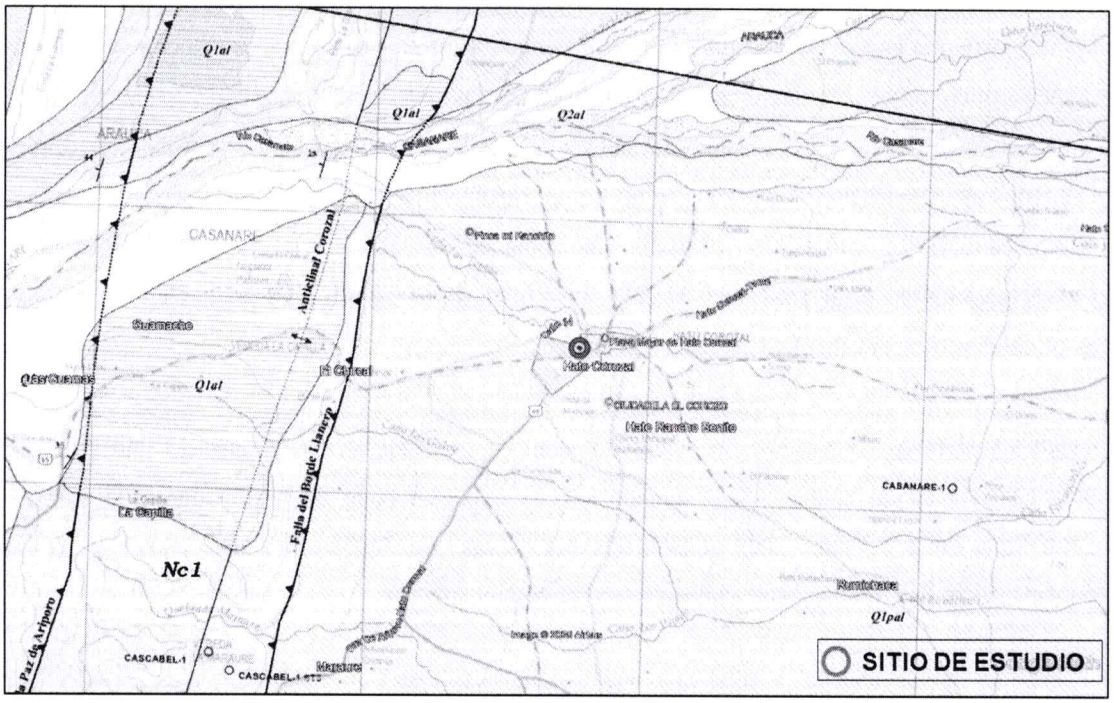
Depósitos Aluviales Antiguos (Q1al): Los depósitos aluviales antiguos con geoformas de terrazas, se encuentran contiguas a depósitos aluviales recientes del río Casanare; se componen de gravas, con bloques, cantos, guijos, de areniscas embebidos en una matriz areno arcillosa. El espesor de estos depósitos varía entre 30 m y 50 m aproximadamente.

Depósitos de Planicies Aluviales (Q1pal): Corresponden a materiales que son transportados por los drenajes que corren de Oeste a Este. Los sedimentos que conforman estos depósitos son principalmente materiales retrabajados de las rocas que se encuentran al Oeste de la Falla Borde Llanero. Los materiales no litificados y de composición variable, se componen de arenas finas cuarzosas (0,15-0,2 mm), líticos (<5%) con bajo contenido de arcillas y limos (<0,1 mm). Presentan coloraciones rojizas. En algunas zonas se encuentran materiales arcillosos en superficie y a medida que se profundiza el contenido de arena cuarzosa aumenta.

Depósitos aluviales recientes (Q2al): Se encuentran en casi toda la Plancha 154 – Hato Corozal, principalmente en las márgenes de los principales ríos como San Lope, Casanare, Tocoragua, Purare, Cano Puna Puna y Tame. Están constituidos por gravas con tamaños bloques, cantos y guijos principalmente de areniscas, embebidos en una matriz limoarenosa.

En la Ilustración 2, se observa que geológicamente el área de estudio se encuentra sobre Depósitos de Planicies Aluviales (Q1pal), correspondiente a materiales que son transportados por los drenajes que corren de Oeste a Este, conformados principalmente por guijarros, gravas y arenas mal seleccionados; composicionalmente corresponden a arenitas de cuarzo, embebidos en una matriz lodo arenosa.

Ilustración 2. Mapa de ubicación geológica del sitio de estudio.



Q2al	Depósitos Aluviales Recientes	Q1co	Formación La Corneta
Q1al	Depósitos aluviales Antiguos	N1c	Formación Caja
Q1pal	Depósitos de Planicies Aluviales	N1d	Formación Diablo

Fuente: Plancha Geológica 154 – Hato Corozal, Servicio Geológico Colombiano.

2.2 GEOLOGICA ESTRUCTURAL

Los elementos tectónicos más importantes en Hato corozal se pueden distinguir en tres áreas:

La primera, de la Falla de Guaicáramo al Occidente, que corresponde a un área de gran compresión estructural, en donde se presentan grandes bloques, separados por fallas inversas y de cabalgamiento, buzando hacia el occidente.

La segunda área, localizada entre la Falla de Guaicáramo y la Falla de Borde Llanero, caracterizada por amplios pliegues, sinclinales y anticlinales y una falla inversa (Paz de Ariporo).

La tercera, se sitúa entre la Falla del borde Llanero y Los Llanos Orientales, con una topografía plana; en subsuelo y con base en las líneas sísmicas efectuadas en esta parte del país, por lo cual se infieren estratos subhorizontales.

FALLAS

Falla Paz de Ariporo: Presenta una dirección general N5°E, inclinada hacia el noroeste y afecta las secuencias de la Formación Caja en la zona al occidente de la Falla del Borde Llanero. Su longitud aproximada es superior a 40 km.

Falla de Borde Llanero: Se localiza en la parte oriental de la zona de estudio, presenta una dirección N5°E, y se constituye como el límite entre la zona del piedemonte llanero y la cuenca de los Llanos Orientales; en cercanías al municipio de Hato Corozal, se observa el contraste entre la zona montañosa asociada a las secuencias de la Formación Caja y la zona plana que conforman las planicies aluviales, la cual morfológicamente se relaciona con escarpes, similar a lo descrito por Suarez.

Esta estructura se interpreta como una falla inversa, que levanta parte de las secuencias de la Formación Caja.

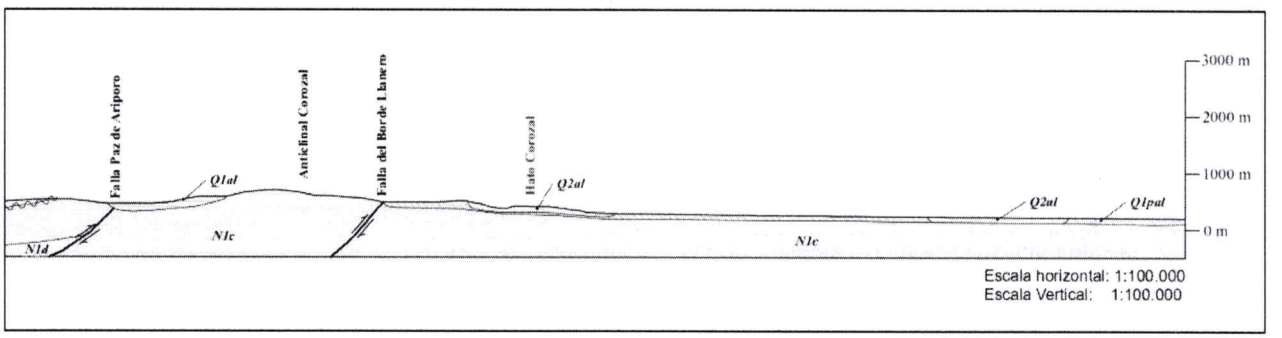
PLIEGUES

Anticlinal Corozal: El anticlinal presenta una dirección general N5°E, sus flancos son simétricos, inclinados entre 10° a 20°, extendiéndose más de 40 km; está limitado al occidente por la Falla Paz de Ariporo y al oriente por la Falla del Borde Llanero. Esta estructura afecta rocas de la Formación Caja y en diversas zonas, se halla cubierto por depósitos aluviales recientes y antiguos. El anticlinal se prolonga hacia el sur, donde se trunca finalmente con la Falla del Borde Llanero.

Diederix & Romero (2009), lo describen como el flanco occidental de un anticlinal en crecimiento, en donde se observan rasgos geomorfológicos que evidencian una tectónica activa que ha deformado los depósitos cuaternarios, como la presencia de una serie de escarpes de terrazas con variación progresiva en altura generada por la migración del río Casanare hacia el Norte, producto de un leve cabeceo del anticlinal.

En el marco de la tectónica regional en el área de estudio existe una estructura anticlinal que deforma las secuencias de la formación Caja presentes al oriente del municipio de Hato Corozal. A su vez, debido a la cercanía con la zona de piedemonte se presentan las fallas de Paz de Ariporo y del Borde Llanero, que indican que el sector cuenta con una tectónica activa, asociada al proceso orogénico que produjo el levantamiento de la cordillera oriental. A continuación, en la Ilustración 3, se observa el perfil geológico del área de estudio.

Ilustración 3. Corte geológico en la zona de estudio.



Fuente: Plancha 154 – Hato Corozal corte A-A´, Servicio Geológico Colombiano.

2.3 UBICACIÓN GEOMORFOLÓGICA

Los procesos geomorfológicos que actúan sobre las rocas y suelos determinan la forma de la superficie. El municipio de Hato Corozal presenta una geomorfología variada, el cual ofrece una diversidad de formas: Hato Corozal está localizada en la franja del piedemonte, donde pueden diferenciarse dos áreas de topografía contrastante: hacia el Oeste se encuentra el área montañosa de la Cordillera Oriental y

hacia el Este una zona plana que conforma los Llanos Orientales; en estas regiones se diferencian unidades geomorfológicas distribuidas en dos ambientes morfogenéticos: denudacional y fluvial.

- **Ambiente denudacional:**

Escarpe de erosión (Deeme): Se considera como una ladera inclinada con pendientes escarpadas mayor a 40 °, de forma recta y de longitudes de hasta 100 m, el índice relativo del relieve es bajo, dicha unidad es generada por la erosión y socavación de los ríos circundantes.

Lomo denudado moderado de longitud larga (Dldeml): Se caracteriza por presentarse como un sistema de lomos con un índice de contraste de relieve moderado entre 250 m y 1.000 m, con laderas de tipo convexa y cuyo índice de inclinación de sus laderas es de tipo muy inclinado a abrupta con rangos que oscilan entre los 11° y 20°, con longitudes moderadas, y donde la longitud promedio del eje principal de estos lomos es de 1.900 m aproximadamente.

Ladera ondulada (Dlo): Esta unidad se identifica por ser una superficie con índices de inclinación muy inclinada entre 11° y 15°, la forma de esta ladera es cóncava – convexa y de longitudes moderadamente larga, en promedio 1.000 m. La unidad es poco disectada por drenajes menores los cuales conforman un drenaje de tipo subparalelo. Algunos procesos morfodinámicos como deslizamientos traslacionales y reptación de suelos han sido identificados sobre la unidad.

Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo): Unidad se caracteriza por presentar elevaciones del terreno menor de 50 metros sobre su nivel de base local, de morfología colinada, de laderas cóncavas y convexas inclinadas a muy inclinadas, con un rango de pendiente de 7° a 15° y el sistema de drenaje característico es divergente y subdentrítico; estas formas deben su origen a procesos de meteorización y erosión intensa, sobresaliendo en forma de montículo.

- **Ambiente Fluvial:**

Abanico aluvial antiguo (Faaa): Esta unidad se caracteriza por presentar una superficie es en forma de cono, de laderas cóncavas a convexas y morfología plana, aterrazada. Su origen es relacionado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar varios kilómetros de largo y de ancho. Este término se aplica para describir el abanico de mayor edad relativa, cuando se presentan dos o más abanicos juntos que se pueden separar como unidades geomorfológicas. Normalmente por ser de mayor edad están más incisados.

Abanico aluvial sub-reciente (Faas): Esta unidad se caracteriza por su morfología plana, posee un índice de relieve relativo muy bajo, y una inclinación de 1° a 4°, esta unidad es disectada por los drenajes presentes en la zona de estudio. El origen de la unidad está relacionado a la acumulación de productos por procesos fluvio-torrenciales sobre las zonas de baja pendiente, en la zona de depósito ocurre la gradación del material, la cual se debe a la perdida de la energía de la corriente que transporta dichos materiales, donde los materiales de mayor tamaño se ubican en el ápice y los más finos hacia la base del abanico.

Barra compuesta (Fbc): Corresponde a un conjunto de barras unitarias ubicadas en el cauce del río Casanare. Su origen es relacionado al amalgamiento de varias barras, como resultado de múltiples eventos de erosión y sedimentación y por la reocupación de canales y cauces abandonados.

Barra puntual (Fbp): Esta subunidad geomorfológica se localiza en todo el cauce del rio Casanare; y consiste en un cuerpo elongado, en forma romboidal convexo en planta y, en superficie de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo al centro de los cauces fluviales mayores, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen es relacionado a la acumulación de sedimentos durante

grandes inundaciones, que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente.

Cauce aluvial (Fca): Unidad en forma de canal irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. En su recorrido, dichos cauces transportan grandes cantidades de sedimentos que se depositan sobre zonas de menor pendiente formando otro tipo de geoformas. En las zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo, y por la alta carga de sedimentos llegan a formar sistemas anastomosados y trenzados divergentes.

Escarpe de abanico fluvial (Fea): Consiste en plano subvertical de longitud muy corta a corta, cóncavo o convexo, presente en los bordes de la superficie del abanico. Su origen es relacionado a procesos de incisión de la red de drenaje tributaria. Pueden alcanzar varios metros en la medida que se acerque al ápice del abanico.

Plano o llanura de inundación (Fpi): Geológicamente está constituida por depósitos aluviales recientes y fragmentos de las rocas circundantes que han sido erosionados y depositados en el sector. La geoforma se define como la planicie aledaña a los cauces aluviales de ríos y quebradas, los planos tienen un índice de contraste del relieve muy bajo, de morfología plana, donde se han depositado sedimentos aluviales transportados por los propios cauces al momento de desbordarse. Estas unidades por lo general, están limitadas por escarpes de terraza, generados por los cauces en su recorrido.

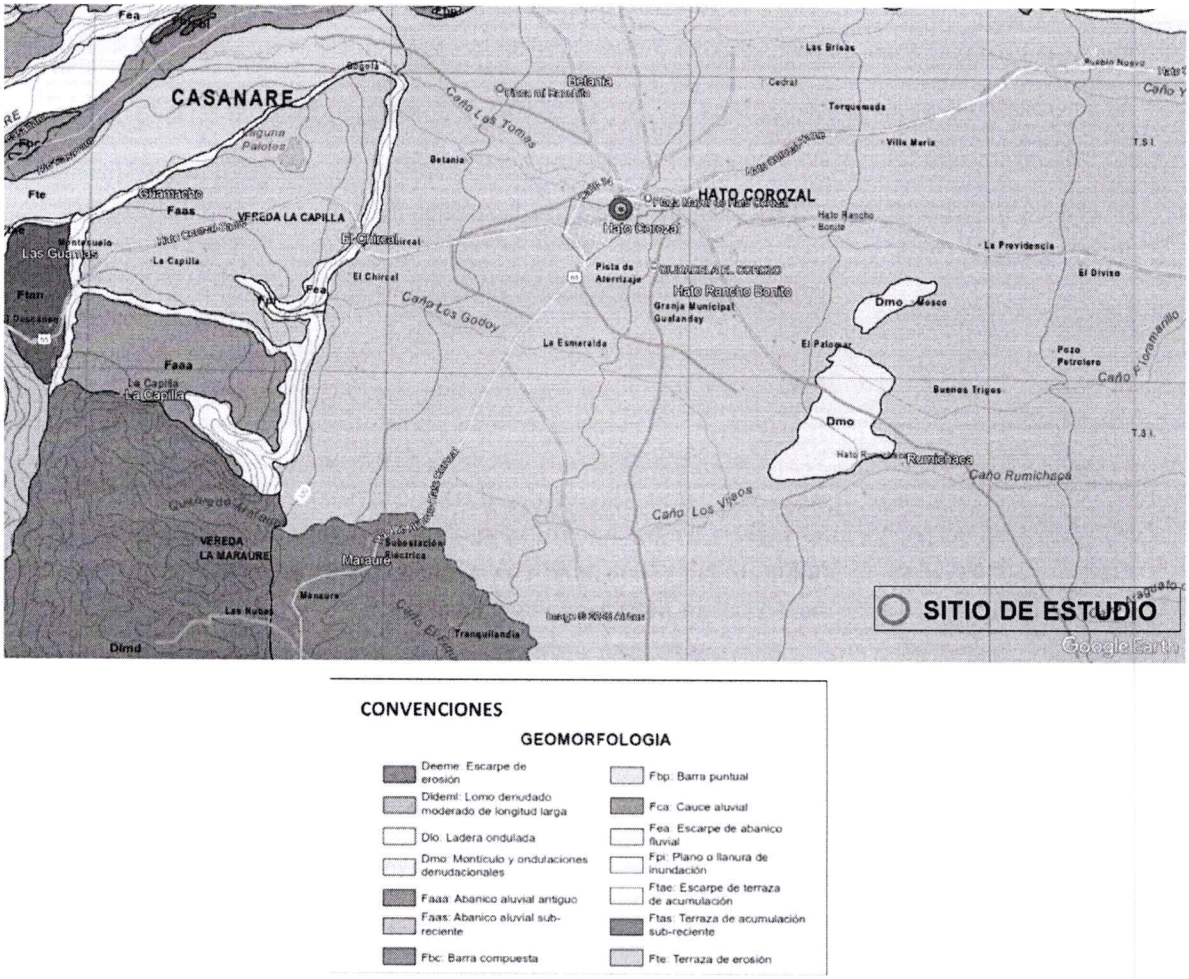
Escarpe de terraza de acumulación (Ftae): Esta unidad geomorfológica se localiza en los bordes donde forman terrazas los ríos, y consiste en un plano vertical a subvertical, escalonado, excavado en

sedimentos aluviales que bordean las terrazas de acumulación. Su origen es relacionado a la incisión y profundización del cauce.

Terraza de acumulación sub-reciente (Ftas): Geomorfológicamente corresponde con una superficie plana a levemente inclinada, de morfología aterrazada, levemente basculadas (3° a 5°), que se encuentran en forma pareada a lo largo de drenajes principales. Estas superficies se encuentran limitadas por escarpes de terraza de pendientes muy abruptas y longitudes entre cortas a muy cortas. Son consideradas como remanentes de terrazas de acumulación, que por efectos de ampliación de la llanura aluvial y posterior erosión y profundización del mismo, quedan más elevadas que el cauce principal y las terrazas recientes, además de adosadas a los márgenes del valle aluvial.

Terraza de erosión (Fte): Esta unidad se caracteriza por ser de superficie elongada, plana a suavemente ondulada, limitada por escarpes de diferente altura, que se presenta en forma alterna no pareada, a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión aluvial lateral y procesos de levantamiento tectónico que afectan el sustrato rocoso, esto por efecto de la falla del Borde Llanero. Generalmente contiene una delgada capa de grava que cubre la superficie plana.

Ilustración 4. Mapa de ubicación geomorfológica del sitio de estudio.



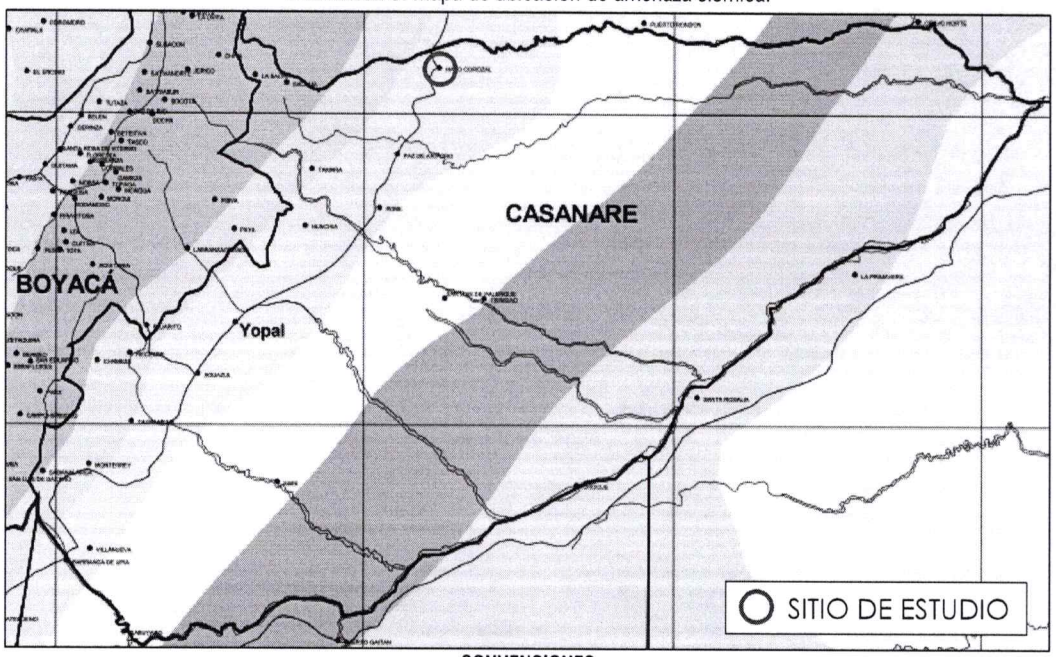
Fuente: Mapa Geomorfológico Aplicado a Movimientos en Masa. Plancha 154 – Hato Corozal, Servicio Geológico Colombiano.

En la Ilustración 4, se expone que geomorfológicamente la zona de estudio se localiza en el casco urbano del municipio de Hato Corozal, y se dispone sobre el abanico aluvial sub-reciente (Faas), originado por la acumulación torrencial y fluvial del río Casanare, debido al cambio de pendiente en la cual el curso del río pasa a una zona plana.

3. CONDICIONES SISMICAS

Teniendo en cuenta la localización del sitio de estudio, las características del proyecto y el tipo del suelo, se determinan los movimientos sísmicos de diseño y la zona de amenaza sísmica, de acuerdo con las normas colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR – 10. Las cuales ubican el sitio de estudio en una zona de Amenaza Sísmica Intermedia. (Ilustración 5).

Ilustración 5. Mapa de ubicación de amenaza sísmica.



CONVENCIONES

REGIÓN	A_a	ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA
	0.05	Baja
	0.075	
	0.10	
	0.15	Intermedia
	0.20	
	0.25	Alta
	0.30	
	0.35	
	0.40	

Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: NSR-10, Tabla A.2.4-1.

Tabla 2. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de Amenaza sísmica de los municipios de Casanare.

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Yopal	85001	0.30	0.20	Alta	0.15	0.06
Aguazul	85010	0.30	0.20	Alta	0.14	0.06
Chámeza	85015	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Hato Corozal	85125	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Salina	85136	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Maní	85139	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Monterrey	85162	0.30	0.25	Alta	0.11	0.05
Nunchía	85225	0.20	0.15	Intermedia	0.09	0.04
Orocué	85230	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Paz de Ariporo	85250	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Pore	85263	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Recetor	85279	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Sabanalarga	85300	0.35	0.30	Alta	0.13	0.05
Sácama	85315	0.35	0.20	Alta	0.16	0.08
San Luis de Palenque	85325	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Támara	85400	0.35	0.15	Alta	0.16	0.08
Tauramena	85410	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.03
Trinidad	85430	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Villanueva	85440	0.20	0.20	Intermedia	0.06	0.03

Fuente: NSR-10, Apéndice 4.

Tabla 3. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: NSR-10, Tabla A.2.4-3.

Tabla 4. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: NSR-10, Tabla A.2.4-4.

Tabla 5. Parámetros de movimientos sísmicos de diseño.

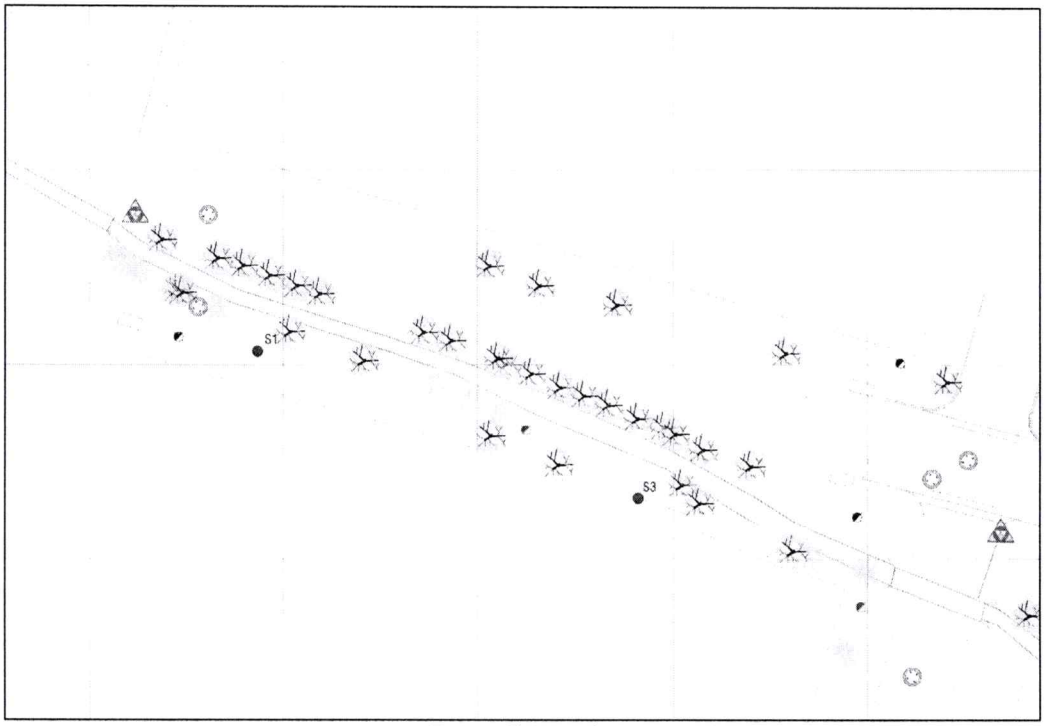
Parámetros sísmicos de diseño	Valor
Perfil Tipo	D
Grupo de Uso (GU)	I
Coeficiente de Importancia (I)	1.0
Velocidad horizontal Pico efectiva (Av)	0.15
Aceleración horizontal Pico efectiva (Aa)	0.15
Aceleración Pico efectiva para el umbral de daño (Ad)	0.04
Aceleración Pico efectiva deducida (Ae)	0.08
Coeficiente de amplificación Fa	1.5
Coeficiente de amplificación Fv	2.20

4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

4.1 CARACTERISTICAS Y DISTRIBUCION DE LAS EXPLORACIONES

Teniendo en cuenta el reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10, Especificaciones Generales de Construcción INVIAS 2022 y las características del proyecto, la investigación del subsuelo para identificar el perfil estratigráfico, características físico-mecánicas y posición del nivel freático; se lleva a cabo con la ejecución de dos (2) sondeos para la cimentación de las estructuras. En las exploraciones realizadas se alcanza una profundidad máxima de 4.0m en los sondeos, profundidad a la cual se considera que la transmisión de esfuerzos y deformaciones en el suelo son mínimos.

Ilustración 6. Mapa de localización de las exploraciones.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Coordenadas de localización y profundidad de las exploraciones.

N° EXPLOR.	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN
SONDEOS		
S1	4.0	71°45'56.76"O - 6° 9'28.21"N
S3	4.0	71°45'55.49"O - 6° 9'27.72"N

4.2 ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

La exploración del subsuelo para los sondeos se realiza por medio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT). Prueba dinámica que permite obtener la resistencia del suelo in situ, a medida que se avanza la exploración y se toman muestras para posterior análisis de laboratorio.

La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 equivalente a la norma I.N.V.E. 111. Consiste en hincar en el estrato de interés una toma muestras del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 63,5 Kg de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. La prueba, se repitió, en cada una de las exploraciones, a intervalos de profundidad de 1 m, se logró perforar hasta las profundidades indicadas en los perfiles estratigráficos encontrando rechazo (más de 50 golpes x 15 cm).

Debido a que el terreno también está compuesto de materiales granulares (gravas) se utiliza el cono o punta para permitir la prospección manual, realizando se realizó la Prueba de Penetración Dinámica de Cono (DCPT), avanzando la exploración con excavación mecánica con el uso de una retroexcavadora.

Dentro de los ensayos de campo, la exploración del subsuelo para las vías se realizó por medio de apiques tomando muestras para el ensayo de CBR en laboratorio y ensayo de PDC in situ. Prueba dinámica que permite obtener la resistencia del suelo en sitio, a medida que se hacen las perforaciones. En cada uno de los apiques se excavo inicialmente hasta los 0.5 m y se realizó el ensayo de PDC in situ. El Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) mide la penetración dinámica por golpes, a través del

terreno natural o suelo fundación, levemente cementados. Es un método no destructivo capaz de medir la capacidad estructural in situ del suelo de fundación.

Se tomo muestra para el ensayo CBR en laboratorio, método se emplea para determinar la capacidad de soporte de una muestra en un molde específico. Utilizado en el diseño de pavimentos, en el cual un pistón circular penetra una muestra de suelo a una velocidad constante. El CBR se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para que el pistón penetre 0.1" o 0.2".

Con el objetivo determinar las propiedades básicas de los diferentes tipos de suelo; en cada una de las exploraciones se toman muestras representativas de las unidades estratigráficas, recuperando muestras inalteradas por medio de la cuchara partida y alteradas tipo bolsa. Una vez identificadas y seleccionadas en campo son llevadas al laboratorio para realizar los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos). I.N.V.E. 123.
- Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo agregado. I.N.V.E. 123.
- Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V.E. 125 y 126
- Relaciones de humedad-masa unitaria seca de los suelos (ensayo modificado de compactación). I.N.V.E. 142
- CBR de suelos compactados en el laboratorio y sobre muestra inalterada I.N.V.E. 148.
- Penetrómetro Dinámico de Cono en aplicaciones de pavimentos a poca profundidad. I.N.V.E. 172.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proyecto se ubica geológicamente sobre un Depósito de Planicie Aluvial (Q1pal) correspondiente a materiales que son transportados por los drenajes que corren de Oeste a Este, conformados principalmente por guijarros, gravas y arenas mal seleccionados; composicionalmente corresponden a arenitas de cuarzo, embebidos en una matriz lodo arenosa.
- Geomorfológicamente la zona de estudio se localiza en el casco urbano del municipio de Hato Corozal, y se dispone sobre el abanico aluvial sub-reciente (Faas), originado por la acumulación torrencial y fluvial del río Casanare, debido al cambio de pendiente en la cual el curso del río pasa a una zona plana.
- Localmente, el terreno donde se proyecta el desarrollo de actividades para la construcción y mejoramiento del espacio público presenta una topografía plana, la cual actualmente no presenta problemas geotécnicos externos que amenacen la estabilidad del terreno, desde el punto de vista de remoción en masa
- De acuerdo con las normas colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR - 10, ubican el sitio de estudio en una zona de Amenaza Sísmica Intermedia, Perfil de suelo tipo D, Velocidad Horizontal Pico Efectiva Av=0.15 y Aceleración horizontal Pico efectiva Aa=0.15.

Elaboró:

FREDY MAURICIO PADILLA PLATA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
M.P. 25202-261634 CND