

**MEJORAMIENTO DE VÍA Terciaria EN PAVIMENTO RIGIDO EN
BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA
DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.**

ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

MUNICIPIO DE SANTA MARTA, MAGDALENA

ENERO 2024

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	OBJETIVO GENERAL	4
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	8
4.1.	GENERALIDADES DEL MUNICIPIO.....	8
4.2.	CLIMA	9
5.	CARACTERÍSTICAS GELÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS.....	10
5.1.	GEOLOGÍA REGIONAL	10
5.2.	GEOLOGIA MUNICIPAL.....	12
5.3.	CARACTERIZACION GEOLOGICA	14
5.4.	USOS DEL SUELO.....	15
6.	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	16
6.1.	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	16
6.2.	ENSAYOS DE CAMPO	17
6.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO	18
7.	CARACTERIZACION DE LA SUBRASANTE	19
7.1.	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	19
7.2.	NIVEL FREÁTICO	19
7.3.	RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO.....	19
7.4.	CBR REPRESENTATIVO DE LA SUBRASANTE	19
8.	SISMICIDAD	21
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
10.	BIBLIOGRAFIA	24

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte fundamental del proyecto MEJORAMIENTO DE VÍA Terciaria en Pavimento Rígido en Bondigua-Paso del Mango Municipio de Santa Marta Departamento del Magdalena., necesario para el diseño estructural del eje vial.

En este documento, se describen las investigaciones geotécnicas ejecutadas, la caracterización de materiales en lo referente a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos existentes. Finalmente, se presentan los análisis, parámetros de diseño geotécnico vial y recomendaciones para las obras de pavimentación consideradas en el proyecto del tramo de vía

El objetivo principal del presente estudio es determinar la capacidad de soporte de la subrasante de los sectores de las vías que conduce DE BONDIGUA- PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA., departamento de MAGDALENA, realizado según la metodología del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, del Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de 10 apiques en un los 4 tramos para las vías terciarias en estudio, a profundidades de 2 m, toma de muestras del sitio de ubicación de las obras, ensayos de campo, y ensayos de laboratorio del material encontrado en los sondeos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la caracterización de la subrasante.

El nivel freático no se evidenció hasta la profundidad explorada.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de la estructura de pavimentos en concreto hidráulico para las dos vías del proyecto MEJORAMIENTO DE VÍA Terciaria en Pavimento Rígido en BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA. de forma tal que se garantice el correcto desempeño de cada estructura en el periodo de diseño y con las cargas de tránsito mínimas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estimar el comportamiento del suelo frente a una carga de diseño y la capacidad de soporte, el tipo de suelo y resistencia de los mismos para estudiar la adecuada cimentación para la construcción.
- ✓ Localizar los puntos de interés: geológicos, geomorfológicos y usos de suelo.
- ✓ Precisar el modelo geológico y geotécnico de la zona de estudio, mediante caracterización de los sondeos realizados.
- ✓ Identificar zonas con posibles problemas geotécnicos a lo largo del corredor vial.
- ✓ Detectar problemas de cimentación inherentes al tipo de suelo, o la topografía del sector en estudio.
- ✓ Identificar los materiales que conforman la subrasante de las vías en toda la longitud del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto MEJORAMIENTO DE VÍA Terciaria en Pavimento Rígido en BONDIGUA-PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA., pretende mejorar en total 2,148 kilómetros de la vía (distribuidos en 4 tramos) que se encuentran en mal estado; además de la construcción de obras de drenaje.

A continuación, se presenta la localización general de los tramos a intervenir:

CUADRO DE COORDENADAS			
TRAMO 1	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	1326 M	N = 11°13'59.75" E = 74° 8'6.93"	N = 11°13'38.91" E = 74° 7'29.39"
		ABSCISA INICIO K0+000	ABSCISA FINAL K1+326

CUADRO DE COORDENADAS			
TRAMO 2	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	245M	N = 11°13'37.90" E = 74° 7'27.92"	N = 11°13'33.93" E = 74° 7'20.97"
		ABSCISA INICIO K1+380	ABSCISA FINAL K1+625

CUADRO DE COORDENADAS			
TRAMO 3	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	358 M	N = 11°13'32.70" E = 74° 7'20.00"	N = 11°13'23.18" E = 74° 7'14.34"
		ABSCISA INICIO K1+672	ABSCISA FINAL K2+030

CUADRO DE COORDENADAS			
TRAMO 4	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	219 M	N = 11°13'21.14" E = 74°7'11.92"	N = 11°13'16.18" E = 74°7'6.97"
		ABSCISA INICIO K2+126	ABSCISA FINAL K2+345

CUADRO DE COORDENADAS			
TRAMO 5	LONGITUD	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FIN
	1021 M	N = 11°13'41,05" E = 74°7'12,85"	N = 11°13'28,56" E = 74°7'15,16"
		ABSCISA INICIO K2+345	ABSCISA FINAL K3+366

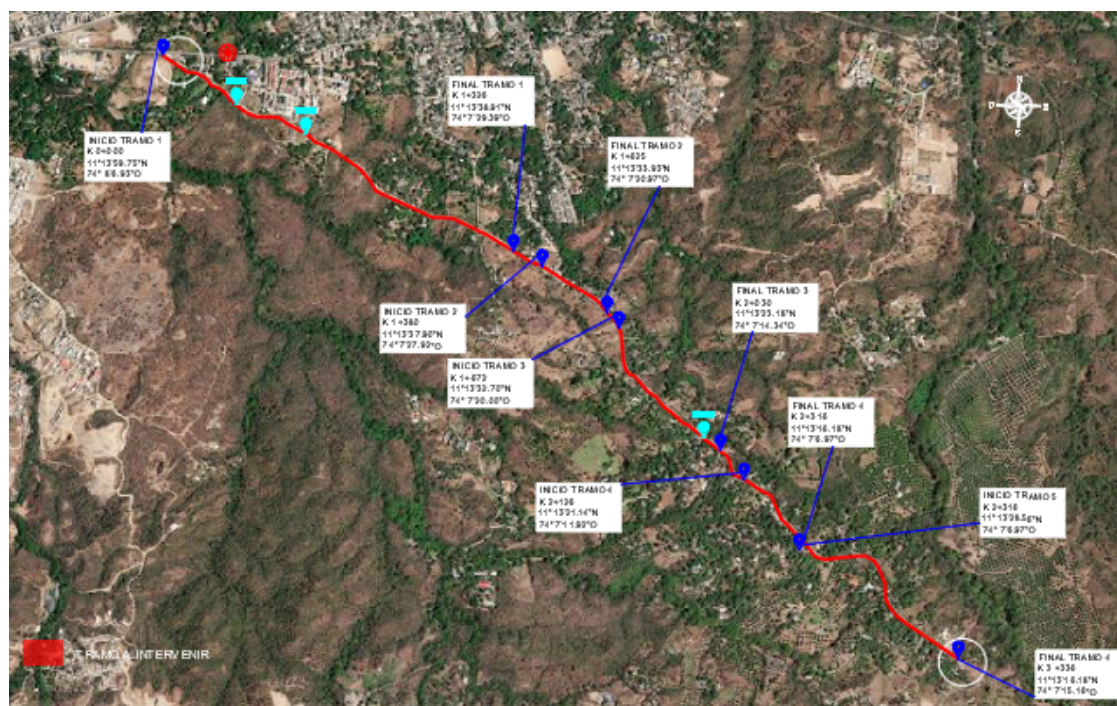


Ilustración 1. Ubicación tramos a intervenir



Ilustración 2. Ubicación geográfica vía en estudio – Tramo 1,2,3,4

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

4.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

Santa Marta, es un distrito de Colombia, capital del departamento de Magdalena. Fue fundada el 29 de julio de 1525 por el español Rodrigo de Bastidas, lo que según los textos, la convierte en la ciudad en pie más antigua de Colombia. Se encuentra a orillas de la bahía del mismo nombre. Desde 1991 fue organizada constitucionalmente como *Distrito Turístico, Cultural e Histórico*.⁴

Es conocida por sus actividades turísticas, la historia de sus calles y sus playas.⁵ El balneario El Rodadero es uno de los principales destinos del Caribe colombiano. Su casco urbano se encuentra entre la Sierra Nevada de Santa Marta y el mar Caribe y el parque Tayrona se encuentra bajo su jurisdicción. Entre sus atracciones culturales e históricas están la Casa de la Aduana, la Catedral Basílica, la Biblioteca Banco de la República, el Seminario San Juan Nepomuceno, el Paseo Bastidas, la Quinta de San Pedro Alejandrino, la plaza de Bolívar y el parque Los Novios.

La altura promedio de la ciudad es de 2 m s. n. m. Sin embargo, en el territorio del municipio la altura se eleva hasta los 5775 m s. n. m. en el Pico Cristóbal Colón, que es el más elevado de toda Colombia. Este se encuentra ubicado en la Sierra Nevada de Santa Marta, la cual es la zona montañosa costera más alta del mundo.

El centro de la ciudad se encuentra a orillas de la bahía de Santa Marta sobre el mar Caribe, en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Magdalena. Esta se extiende desde punta Betín, frente al islote de El Morro, al norte, hasta punta Gaira, al sur de la zona colonial.



Ilustración 3. Localización del municipio de SANTA MARTA, MAGDALENA

4.2. CLIMA

En Santa Marta, la temporada de lluvia es nublada; la temporada seca es parcialmente nublada y es muy caliente, opresivo y ventoso durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24°C a 31°C y rara vez baja a menos de 23°C o sube a más de 33°C .

En base a la puntuación de playa/piscina, la mejor época del año para visitar Santa Marta para las actividades de calor es desde *finales de diciembre* hasta *mediados de marzo*

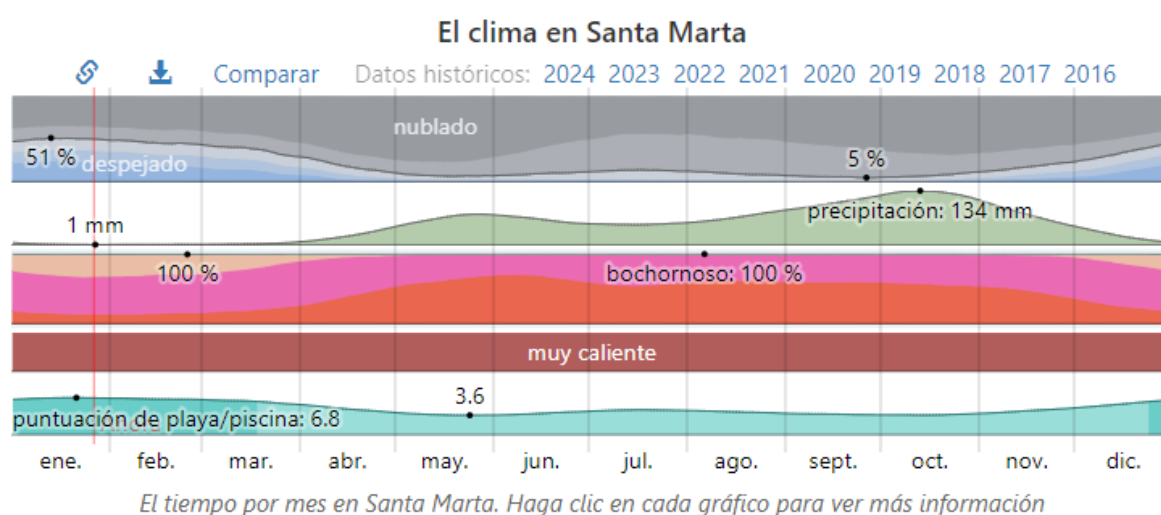


Ilustración 4. Temperatura del departamento de MAGDALENA

5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

5.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Los principales afloramientos de esta unidad se encuentran en la vía a Minca, hasta llegar a la serranía de Córdoba, vías La Tagua, Telecom, Cincinati, región de Lourdes, Gaira, Santa Marta. Ocupan un área de aproximadamente 170 km² en las dos planchas.

2.4.1.3 Descripción Tschanz et al. (1969)

definen este cuerpo como el más inferior de las dos unidades de paraesquistos muy similares, que fueron metamorfoseados del mismo grado metamórfico en el mismo tiempo. Consiste de esquistos anfibólicos densos, negros y micaesquistos (fotos 4, 5, 6, 7). La parte más inferior contiene algunas capas de filita clorita con marcada foliación crinkled, con pequeños cristales de cloritoide y espesartita. Las rocas ultramáficas metamorfoseadas y esquistos gráfiticos son constituyentes menores. Presenta complicaciones estructurales y cambios metasomáticos relacionados con el Batolito Complejo de Santa Marta. Los mica esquistos son principalmente esquistos biotíticos, pero algunos contienen moscovita y biotita. Presenta biotita semitransparente metamórfica baja en hierro de un brillo plateado a la superficie. En la quebrada La Aguja afloran esquistos biotíticos con niveles de biotita oscura, de 30 m de espesor, aproximadamente. Los esquistos biotíticos al sur de la quebrada La Aguja buzan hacia el sur, bajo el Neis de Buritaca. Se observa un nivel de esquistos graníticos intercalados con los esquistos biotíticos cerca al contacto con los neises. Los esquistos biotíticos de la quebrada La Aguja en algunos sectores muestran una débil foliación secundaria.

GEOMORFOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA.

La Sierra Nevada de Santa Marta se terminó de levantar a finales del Período Terciario, el cual comenzó hace 66 millones de años aproximadamente. Lo hizo al igual que todo el sistema andino pero independiente de él, lo cual le ha dado el carácter de una isla biogeográfica dentro del continente.

La Sierra Nevada de Santa Marta, es un macizo ígneometamórfico aislado, originado por fuerzas distróficas que determinaron sus características generales. Su origen comienza con un basamento metamórfico que data del Pre-Devónico, hace unos 400 millones de años.

Posteriormente, por procesos tecto-orogénicos a principios del Mesozoico, en los períodos Triásico y Jurásico (225–135 millones de años), alcanzó mayor altura, así como una nueva localización dentro del país. Finalmente procesos orogénicos Plio-Pleistocénicos (11–1 millones de años) determinaron su altura actual, que alcanza los

5700 msnm en los picos Cristóbal Colón y Simón Bolívar.

Los procesos orogénicos y el posterior fracturamiento y fallamiento de la Sierra Nevada, determinaron el relieve actual. Tres fosas rodean el complejo basal cristalino: al oeste, se encuentra la fosa del Ariguaní, con una profundidad de unos 6 km.; al sureste, corre la falla del río Cesar; y por el este, la falla del río Ranchería.

La gran falla colombiana desplazó la Sierra Nevada unos 200 km al norte. Otro proceso de separación del macizo se debió a la falla de Oca, que lo separó del basamento de La Guajira.

TIPOS DE SUELO

Depósitos coluviales y abanicos aluviales (Qcl)

Se forman en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, principalmente, y conservan una dirección NW que sigue la dirección del piedemonte. Son de poca extensión areal, ya que se encuentran suprayacidos por depósitos de llanura aluvial y depósitos fluviolacustres más recientes. Están formados, principalmente, por gravas subredondeadas y bloques hasta de 1 metro derivadas de rocas ígneas y metamórficas de la Sierra Nevada como neises, granulitas, dioritas y gabros, en una matriz arenosa; se ubican en el piedemonte y geomorfológicamente muestran un suave basculamiento hacia el oeste. Se ubican en su mayor parte en la Plancha 18 Ciénaga y son aprovechados como recebo.

Depósitos fluviolacustres y de llanura de inundación (Qfcal)

Son los depósitos formados en la zona de transición entre la ciénaga y la llanura de inundación. Fotogeológicamente se caracteriza por ser un área húmeda, con vegetación e influencia de inundaciones en épocas de invierno. Los cauces de los ríos en esta área están bien desarrollados, además, hay presencia de pantanos y zonas anegadas que varían en extensión que dependen de las fluctuaciones climáticas. Consisten principalmente de limos y arcillas.

Depósitos aluviales (Qal)

Son los depósitos formados por los principales ríos. Están constituidos principalmente por gravas y fragmentos de rocas metamórficas e ígneas de las diferentes unidades del basamento cristalino de la Sierra Nevada de Santa Marta. Se ubican a lo largo y ancho del cauce del río en forma de terrazas; los principales depósitos son los formados por el río Sevilla, río Frío. Estos depósitos son diferenciables fotogeológicamente y la

superficie de inundación es de 1 km de ancho, aproximadamente.

Existen otros depósitos aluviales intermontanos recientes, como el caso del río Aguja, Toribio y Córdoba, sin embargo, no son cartografiables. Depósitos aluviales estratificados de carácter arenolimosos se observan en la quebrada Espíritu Santo, Don Jaca, El Doctor y la quebrada Marinca en la región de Jolonura. Los depósitos fluviales de la Plancha 11 Santa Marta están formados por los conos aluviales, terrazas y depósitos aluviales estratificados de los principales drenajes como Don Jaca, El Doctor, Gaira, Manzanares y Bachicha. En algunos casos, estas acumulaciones se interdigital y forman una cadena continua de abanicos. En la quebrada Espíritu Santo se encuentra un Cuaternario estratificado de arenas y arcillas, hacia la base es más arcillosa y pasa a ser más arenosa, con arenas gruesas de origen polimíctico compuesto por cuarzo y líticos en una matriz arcillosa; es de origen aluvial.



Foto 26. Afloramiento del depósito costero de los depósitos de playa, estratificado en capas tabulares horizontalizadas de areniscas de grano fino delgadamente interestratificadas con lodolitas y algunos niveles conglomeráticos. Localmente se presentan algunos niveles calcáreos. Carretera principal a la costa, Punta Barro Blanco. Plancha 11 Santa Marta.

5.2. GEOLOGIA MUNICIPAL

En algunas áreas estudiadas no fue posible establecer las relaciones estratigráficas de los Esquistos de Gaira, debido a los cambios litológicos, complicaciones estructurales y cambios metasomáticos relacionados con el Batolito Complejo de Santa Marta. El contacto de esta unidad con las Filitas de Taganga no se pudo observar en campo, aunque en algunos sectores ha sido delimitado fotogeológicamente como fallado. El contacto con el Neis de Buritaca ha sido observado en campo y aparentemente es neto.

2.4.1.5 Edad y correlación

La datación radiométrica de K/Ar, en anfíbol, dio como resultado, para la edad del

metamorfismo, $50,3 \pm 8,1$ Ma. 2.4.1.6 Génesis Los fenómenos de metasomatismo y deformación metamórfica y estructural producen una zona de migmatización dentro de los esquistos, formados por metamorfismo de grado medio. La diferenciación de las tres unidades en la quebrada La Aguja sólo se determinó en la vía a Lourdes, no se controló en el sector sur de las planchas para ver si los cambios faciales de la unidad continuaban lateralmente y no sólo a través de la secuencia. Por los datos de foliación, no son muy claras las relaciones estructurales entre estas dos unidades.

2.4.1.7 Recursos minerales

En esta unidad se ubican las explotaciones de mármol en el área de Ciénaga.

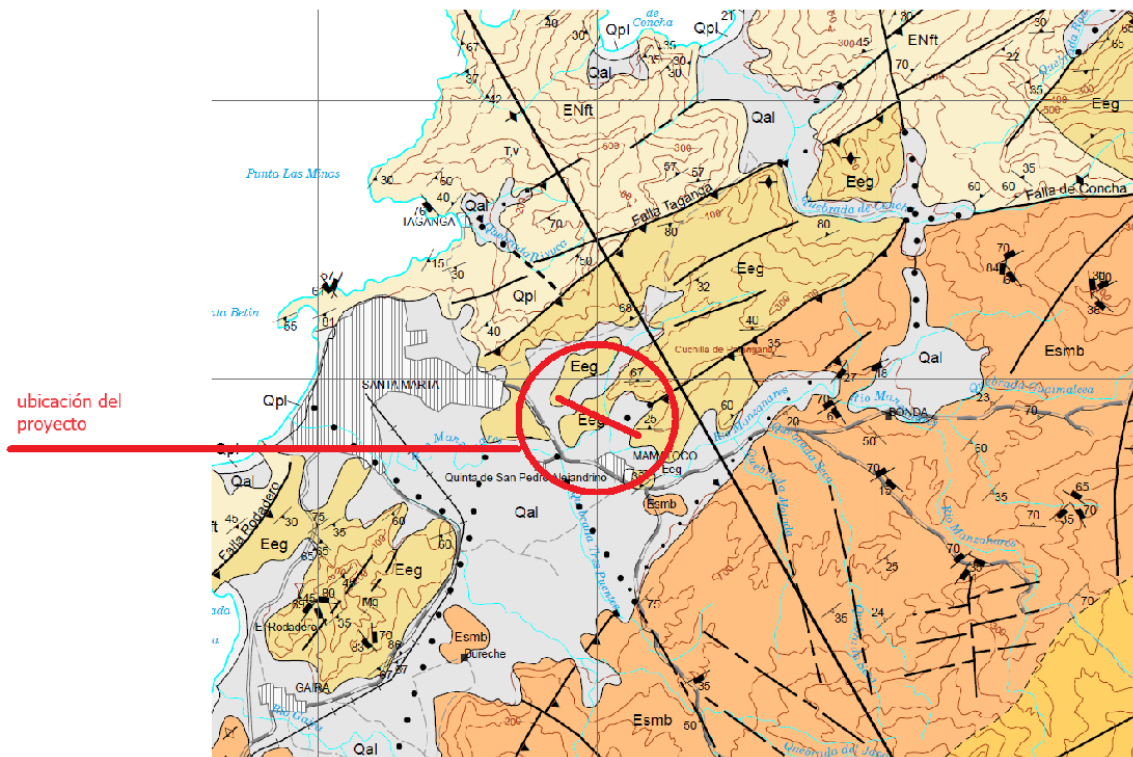


ilustración 5. Mapa Geológico de la Zona. (Tomado del mapa geológico de Colombia – INGEOMINAS – 2006).

5.3. CARACTERIZACION GEOLOGICA

Depósitos aluviales (Qal)

Son los depósitos formados por los principales ríos. Están constituidos principalmente por gravas y fragmentos de rocas metamórficas e ígneas de las diferentes unidades del basamento cristalino de la Sierra Nevada de Santa Marta. Se ubican a lo largo y ancho del cauce del río en forma de terrazas; los principales depósitos son los formados por el río Sevilla, río Frío. Estos depósitos son diferenciables fotogeológicamente y la superficie de inundación es de 1 km de ancho, aproximadamente.

Existen otros depósitos aluviales intermontanos recientes, como el caso del río Aguja, Toribio y Córdoba, sin embargo, no son cartografiables. Depósitos aluviales estratificados de carácter arenolimosos se observan en la quebrada Espíritu Santo, Don Jaca, El Doctor y la quebrada Marinca en la región de Jolonura. Los depósitos fluviales de la Plancha 11 Santa Marta están formados por los conos aluviales, terrazas y depósitos aluviales estratificados de los principales drenajes como Don Jaca, El Doctor, Gaira, Manzanares y Bachicha. En algunos casos, estas acumulaciones se interdigital y forman una cadena continua de abanicos. En la quebrada Espíritu Santo se encuentra un Cuaternario estratificado de arenas y arcillas, hacia la base es más arcillosa y pasa a ser más arenosa, con arenas gruesas de origen polimíctico compuesto por cuarzo y líticos en una matriz arcillosa; es de origen aluvial.



Foto 4. Esquistos de Gaira. Afloramiento de esquistos, afectado por fallamiento y metasomatismo, con formación de numerosas estructuras de esfuerzos, pliegues, contracción y dilatación. Desvío en la Y de Santa Marta vía Ciénaga. Plancha 18 Ciénaga.

5.4. USOS DEL SUELO

Suelo Urbano. Atendiendo a al artículo 31 de la Ley 388/97, el cual define la categorización de suelo urbano, en SANTA MARTA se denominará suelo urbano la Cabecera Municipal.

Dentro de los Usos Urbanos:

- Uso Residencial.
- Uso Comercial y de servicios.
- Uso institucional.
- Uso Industrial.
- Áreas de espacio público.
- Uso recreativo.
- Áreas de restricciones de uso por amenazas y riesgos.
- Usos de protección.
- Otros usos urbanos. (Transporte, matadero, infraestructura y tratamiento de aguas).

Suelo de expansión urbana. Constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del Plan de Ordenamiento. La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

Se plantea, esta categoría de suelos tanto para el suelo urbano como suburbano, ajustándose a la necesidad actual de crecimiento.

Suelo rural. Como lo contempla la Ley 388/97, son terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.

Dentro de esta categoría, para el municipio de SANTA MARTA, se encuentran los suelos no dedicados a uso urbano, suburbano y de protección.

Los Usos rurales son:

Usos agropecuarios sostenibles }
Uso forestal. }
Áreas con restricciones de usos por amenazas y riesgos. }
Usos de protección. }

Usos Minero. }
Uso turístico. }
Otros usos rurales. (Instalación de agroindustrias).

Suelo suburbano. Según lo estipulado en la Ley en mención, lo constituye las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994. Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores urbanos interregionales.

Los municipios y distritos deberán establecer las regulaciones complementarias tendientes a impedir el desarrollo de actividades y usos urbanos en estas áreas, sin que previamente se surta el proceso de incorporación al suelo urbano, para lo cual deberán contar con la infraestructura de espacio público, de infraestructura vial y redes de energía, acueducto y alcantarillado requerida para este tipo de suelo.

En SANTA MARTA, conformará esta categoría las cabeceras Corregimentales, las cuales, en la actualidad no cumplen con los requisitos para clasificarse como suelo urbano.

Suelo de protección. El suelo de protección está constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras, para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

6.1. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

La exploración del subsuelo se define como la actividad dentro de la práctica de la ingeniería geotécnica, que busca establecer las características de disposición espacial y propiedades físicas de un medio geológico que tienen influencia en la respuesta de éste a las solicitaciones planteadas por un proyecto específico en sus diferentes instancias de desarrollo: diseño, construcción y operación. Para el cumplimiento de esta definición es posible la realización de diferentes actividades de exploración entre las que se cuentan los apiques y los sondeos, complementados con las labores de

correlación geomorfológica realizada a través de las visitas de campo.

Los objetivos específicos que comprende un programa de exploración del subsuelo son:

- Evaluar la viabilidad general del sitio propuesto para el proyecto.
- Fundamentar las bases de un diseño económico y adecuado.
- Describir de manera detallada los diferentes estratos geológicos que conforman la rasante del proyecto.

En atención a la proyección del tránsito de diseño que se espera circule por el corredor vial en estudio, se adoptó la metodología del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito del Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías, para el estudio de la capacidad de soporte de los suelos de subrasante.

Para caracterizar los suelos de subrasante del corredor vial se realizó un programa de perforaciones manuales cada 250 m hasta una profundidad máxima de 2 m, extrayendo muestras alteradas para determinación de granulometría y límites de consistencia.

6.2. ENSAYOS DE CAMPO

Para el presente estudio se realizaron 10 apiques distribuidos en los tramos a intervenir para la vía que conduce DE BONDIGUA- PASO DEL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA-DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA; esto con herramienta manual con el objetivo de recuperar muestras alteradas directamente de la excavación.

Lo anterior con el fin de determinar las características de los suelos. Se hicieron ensayos de capacidad portante (SPT), también se tomaron muestras del suelo existente (sub-rasante), para realizar ensayos de clasificación y CBR.

Una vez realizada la identificación y descripción visual de las muestras, se seleccionaron muestras en bolsa representativas para efectuarles los siguientes ensayos, obteniendo así una caracterización y capacidad de soporte del suelo a lo largo del tramo vial en estudio.

- Humedad Natural - Norma I.N.V. E-122.
- Límites de consistencia - Normas I.N.V. E-125 y E-126.
- Porcentaje que pasa el Tamiz No. 200 - Norma I.N.V. E-123.
- Granulometrías, de acuerdo con las normas I.N.V. E-122/E-123.
- CBR Muestra Inalterada - Norma I.N.V. E-169.

6.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras fueron transportadas al laboratorio, en donde se les practico los análisis correspondientes (Gradaciones, Humedades, Limites de Atterberg, Clasificaciones y ensayo CBR); también se efectuaron pruebas de compactación para definir la densidad máxima y humedad optima de los suelos al ser sometidos a determinada energía de compactación.

De esta manera se logró obtener las capacidades de los suelos para poder aplicar sus parámetros en los cálculos y diseño de pavimento.

Se realizó visita de inspección preliminar al sitio estudiado con el objeto de determinar las características físicas, geológicas y geotécnicas generales del área.

En la tabla a continuación se presenta la localización de la exploración geotécnica efectuada para el diseño de la estructura de pavimento.

SANTA MARTA- MAGDALENA			
APIQUE	TRAMO	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)
1	TRAMO 1	K0+000	2
2		K0+250	2
3		K0+500	2
4		K0+750	2
5		K1+000	2
6		K1+250	2
7	TRAMO 2	K1+500	2
8	TRAMO 3	K1+750	2
9		K2+000	2
10	TRAMO 4	K2+250	2
11	TRAMO 5	K2+566	2
12		K2+816	2
13		K3+066	2

Tabla 1. Localización de apiques realizados para las vías en estudio.

7. CARACTERIZACION DE LA SUBRASANTE

Para la clasificación y caracterización de los materiales extraídos de las exploraciones hechas en la zona se ejecutaron una serie de ensayos de laboratorio.

La clasificación de los suelos se realizó con el sistema de clasificación AASHTO.

7.1. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Una vez realizadas las exploraciones geotécnicas en las zonas de estudio se encontró un perfil estratigráfico definido en la superficie por un relleno de espesor variable seguido de una capa de Suelo ARCILLOSO (A-2-6 y A-2-7) para el tramo 1,2,3,4,5.

7.2. NIVEL FREÁTICO

No se detectó afloramientos de agua en ninguna de las perforaciones hasta la profundidad explorada (2 metros), entendiéndose con esto que, si hay presencia de nivel freático, está por debajo de este nivel.

7.3. RESUMEN RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

APIQUE	TRAMO	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wnat (%)	CLASIFICACION AASTHO
1	1	K0+000	2	34,0	21,5	12,5	13,8	A-2-6
2		K0+250	2	32,0	18,0	14,0	12,7	A-2-6
3		K0+500	2	42,0	29,7	12,3	15,5	A-2-7
4		K0+750	2	36,0	24,0	12,0	14,5	A-2-6
5		K1+000	2	38,0	25,9	12,1	10,6	A-2-6
6		K1+250	2	41,0	29,1	11,9	5,7	A-2-7
7	2	K1+500	2	42,0	27,5	14,5	4,9	A-2-7
8	3	K1+750	2	39,0	27,5	11,5	19,9	A-2-6
9		K2+000	2	39,0	27,5	11,5	14,6	A-2-6
10	4	K2+250	2	41,0	28,2	12,8	4,1	A-2-7
11	5	K2+566	2	41,5	27,2	11,4	4,5	A-2-7
12		K2+816	2	35,6	27,0	11,8	3,9	A-2-6
13		K3+066	2	38,5	26,2	12,1	4,3	A-2-6

Tabla 2. Resultado ensayos de límites de Atterberg para el tramo 1,2,3,4,5.

7.4. CBR REPRESENTATIVO DE LA SUBRASANTE

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante o competencia

mecánica de los materiales de fundación del pavimento, se tomaron por cada sondeo moldes de CBR inalterados, localizados directamente en los sitios de la obra y sobre la superficie de la sub-rasante, aclarando, que se realizaron sobre el terreno natural y no sobre los rellenos.

Los CBR obtenidos que se deben tener en cuenta para el diseño del pavimento en los tramos viales en estudio para conocer la calidad de la subrasante, se muestran a continuación,

APIQUE	TRAMO	ABSCISA	PROFUNDIDAD (m)	CBR (%)
1	1	K0+000	2	4,58%
2		K0+250	2	5,30%
3		K0+500	2	4,30%
4		K0+750	2	4,93%
5		K1+000	2	4,24%
6		K1+250	2	4,78%
7	2	K1+500	2	4,87%
8	3	K1+750	2	5,13%
9		K2+000	2	4,78%
10	4	K2+250	2	5,10%
11	5	K2+566	2	7,10%
12		K2+816	2	6,32%
13		K3+066	2	6,75%

Tabla 3. Valores de CBR para el tramo 1,2,3,4,5.

Definidos los valores de CBR, se realiza un promedio elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de la unidad definitiva de diseño.

NO se detectó presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada.

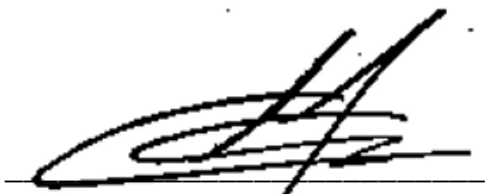
Por último, cabe mencionar que una vez realizados los análisis geotécnicos se determinó que para la vía que conduce de BONDIGUA- PASO EL MANGO MUNICIPIO DE SANTA MARTA, MAGDALENA , no se identificaron riesgos por movimientos en masa e inestabilidad de taludes, ni ningún otro riesgo geotécnico en general.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez realizadas las exploraciones geotécnicas en las zonas de estudio se encontró un perfil estratigráfico definido por SUELO ARENO ARCILLOSO Y ARENO LIMOSO (A-2-6 Y A-2-7)
- Se realizaron 13 perforaciones a 2 metros en las cuales no se registraron nivel freático, eso no quiere decir que no existe agua, si la hay debe estar por debajo del nivel de los 2 metros de las perforaciones.
- Las características mecánicas de las sub rasante nos muestra que son suelos finos confinados, por lo que se esperaba que no se presenten asentamientos (consolidaciones) con el desarrollo de este proyecto.
- Las propiedades de resistencia mecánica de la subrasante fueron valoradas por medio del ensayo CBR. Para el diseño de la estructura para la realización de los cálculos de la estructura de soporte, se considera un valor de CBR (california Bearing Ratio) de 4,8 % en promedio para el tramo 1,2,3,4 y de 6.4% para el tramo 5 .
- Por las características mecánicas del terreno, es recomendable no realizar excavaciones en época invernal, ya que, por ser suelos finos, estos se podrían expandir, y cambiar las características del terreno, lo que haría realizar nuevas excavaciones hasta encontrar un suelo más firme que permita el desarrollo del proyecto. esto podría verse implicado también en la capacidad de drenaje de la vía, la cual no puede estar apoyada sobre un suelo saturado, para constatar su correcto funcionamiento al momento de la fundición, sin embargo siempre será beneficioso el reemplazar al menos 15 cms de material arcilloso presente el todo el tramo.
- Se debe garantizar la correcta construcción de las obras de drenaje como BOX CULVERT y cunetas para el correcto funcionamiento de la vía.
- Si existe algún reajuste en el diseño de algún elemento o tramo de la vía, por las características topográficas del terreno, se debe notificar el diseñador, para reajustar el diseño y que cumpla con todas las especificaciones técnicas dadas por el INVIAS.

- El análisis de las características geológicas y geotécnicas del sitio estudiado permitió determinar que no existen limitaciones o amenazas geotécnicas importantes que afecten la estabilidad del proyecto. Dado lo anterior la zona de ubicación del proyecto es viable para el mejoramiento de la vía con CONCRETO RIGIDO.
- No se prevén variaciones que pueden surgir en las condiciones ambientales y del terreno, ya sea en forma natural o como resultado de las obras adyacentes o el medio ambiente en general.

El drenaje que se presentará en el proyecto no deberá afectar la obra a desarrollarse. El suelo predominante del sector de la exploración es – Arena -Arcillas inorgánicas de media plasticidad con colores que varían desde el amarillo claro, amarillo, amarillo con vetas verdes, grisáceo y el amarillo oscuro.



JOSE ALBERTO MUÑOZ GALLEGO
M.P 19202-62727
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

10. BIBLIOGRAFIA

REYES, H., MONTENEGRO, B., & GÓMEZ, P. (2004). Tectonoestratigrafía y evolución geológica del Valle Inferior del Magdalena. Boletín de geología, 19-38.

RODRÍGUEZ, G., BERMUDEZ, G., ZAPATA, G., RAMOS, K., RAMIREZ, C., ARANGO, M., & SEPULVEDA, J. (2012). Geología de la Plancha 82 - Montelíbano, Córdoba. Memoria Explicativa. Medellín: INGEOMINAS.

RODRÍGUEZ, G., BERMUDEZ, J., ZAPATA, G., ARANGO, M., & ARENAS, J. (2013). Cartografía Geológica de la Plancha 62 - La Ye, departamentos de Córdoba y Sucre. Memoria Explicativa. Bogotá: INGEOMINAS.

RODRÍGUEZ, G., ZAPATA, G., BERMUDEZ, J., RAMIREZ, C., ARANGO, M., & RAMOS, K. (2011). Geología de la Plancha 72 - Pueblo Nuevo, Córdoba. Escala 1:100 000. Servicio Geológico Colombiano.

STANISTREET, I. G., & MCCARTHY, T. S. (1993). The Okavango fan and the classification of subaerial fan systems. Sedimentary Geology, 115-133.

TOUSSAINT, & RESTREPO. (1989). Acreciones sucesivas en Colombia: Un nuevo modelo de evolución geológica. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. A.A 3840.

UJUETA-LOZANO, G. (2007). Tectónica de bloques, delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SO en el norte y nordeste de Colombia y en el noroccidente de Venezuela. Geología Colombiana, 3-20.

UNIVERSIDAD DE CALDAS-ANH. (2009). Estudio integrado de los núcleos y registros obtenidos de los pozos someros tipo "slim holes" en la Cuenca Sinú. Integración Herman Darío Bermúdez Aguirre. Tomo 2.

WERENFELS, A. (1926). A stratigraphical section through the Tertiary Toluvejo, Colombia. Ecl. Geol. Herlv., 79-83.

ZAPATA, & COSSIO. (1999). Cartografía geológica de la Plancha 93 - Cáceres. Escala 1: 100 000. Bogotá: INGEOMINAS.

ZAPATA, G., BERMÚDEZ, J., RODRÍGUEZ, G., & ARANGO, M. (2013). Cartografía Geológica de la Plancha 83 - Nechí, departamento de Antioquia. Memoria Explicativa. Bogotá: INGEOMINAS.