ESTUDIO DE SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR.

ESTUDIO DE SUELOS

MUNICIPIO DE MANAURE
DEPARTAMENTO DEL CESAR

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR.

JULIO DE 2025

CONTENIDO DEL INFORME

En este Informe se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Suelos, geotécnico y geológico llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil del subsuelo, la subrasante y las condiciones para el **MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR.**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 7
3. ALCANCE 8
5. LOCALIZACIÓN 9
6. CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA 10
6.1 CLIMATOLOGÍA 10
5.1 TEMPERATURA 11
5.2 RELIEVE 13
7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 14
GEOMORFOLOGÍA 19
SUELOS 20
7.3 SISMICIDAD DEL SECTOR 21
9. TRABAJOS DE CAMPO 36
10. TRABAJOS DE LABORATORIO 36
11. LOCALIZACIÓN TRABAJOS DE CAMPO 37
12. INGENIERÍA GEOTÉCNICA 40
12.1 ESTUDIO DE SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR 40
12.2 CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR 40
12.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 42
13. RESULTADO CBR DE CAMPO 45
14. CONCLUSIONES 47
14.1 PERFIL DEL SUELO 47
14.2 NIVEL FREÁTICO 48
14.3 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS 48
14.4 CATEGORÍAS DE SUBRASANTE 50

15. BIBLIOGRAFÍA.....53

ANEXOS.....54

INTRODUCCIÓN

El estudio de suelos tiene por finalidad analizar y cuantificar las características geomecánicas de los terrenos atravesados o afectados por las obras y su entorno o zona de influencia. Un estudio de suelos se compone de varias fases empezando por el establecimiento de la campaña geotécnica a realizar y siguiendo con la realización de las prospecciones de campo, ensayos de laboratorio y un informe final donde figuraran de forma explícita conclusiones y recomendaciones.

En este documento se establecen los procedimientos a seguir para la caracterización Geotécnica de los Suelos que conforman los estratos del terreno a lo largo de las vías en estudio. Se indica también el procedimiento para la obtención de parámetros de suelos para el **MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR**.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	
El propósito de este informe es presentar los resultados de las exploraciones de campo, ensayos a las muestras tomadas, estudio y análisis de las características de suelos, geotécnicas y geológicas para el **MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR.**	Elaborar el Análisis Granulométrico (Límites Líquido – Plástico e índice de Plasticidad) de las muestras obtenidas en campo.
	Toma de muestras para la determinación de los perfiles del suelo y sus respectivas características.
	Brindar las recomendaciones a tener en cuenta para la ejecución del proyecto en estudio.

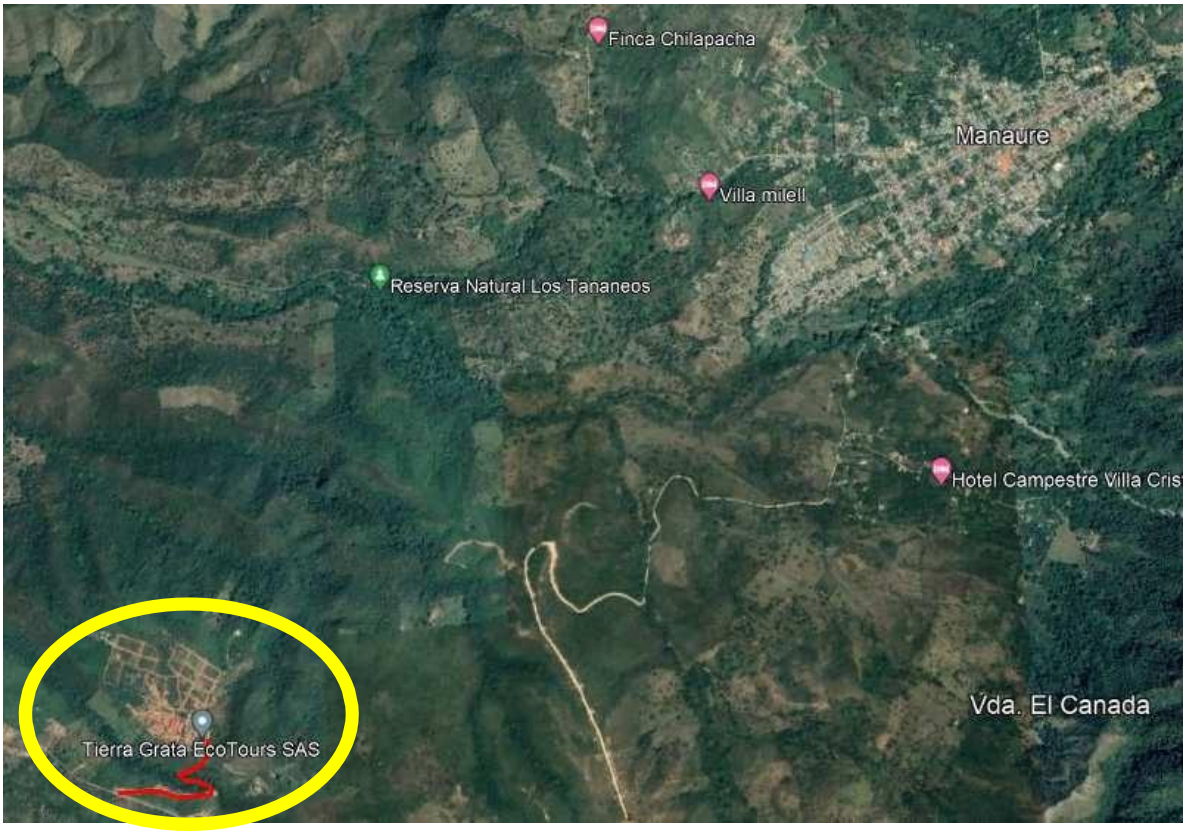
3. ALCANCE

Los estudios de suelos de cualquier proyecto exigen el conocimiento de las características del terreno de apoyo y del entorno donde se implantará el proyecto, como el caso en estudio se prevé el MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR. Las características del terreno de apoyo se determinan mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina Estudio de Suelos y deben suministrar datos suficientes del subsuelo que permitan definir las propiedades geotécnicas más importantes de los suelos y materiales existentes en la zona de estudio.

5. LOCALIZACIÓN

El proyecto se desea realizar al norte de Colombia, al suroeste del departamento del Cesar, en el municipio de Manaure, vereda TIERRA GRATA.

Figura 1. Localización área en estudio.



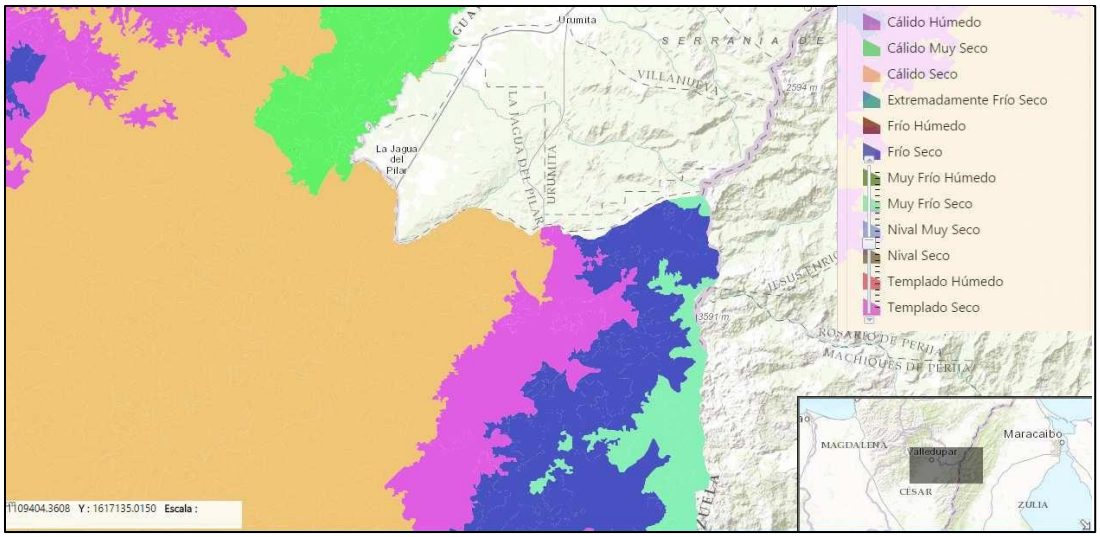
Fuente: Mapa de Carreteras INVIAS

6. CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA

6.1 CLIMATOLOGÍA

En promedio la variedad de la altura del municipio de Manaure se encuentra comprendida entre 500 metros hasta 2600 metros, presenta su mayor altura en el Cerro el Avión con una altitud de aproximada de 3.750 metros sobre el nivel del mar. Este municipio posee climas variados los cuales cuentan con temperatura promedio anual de 21º C, se presenta variedad climatológica que va desde zonas con clima cálido semiárido, cálido semi-húmedo, templado semi-húmedo y frío húmedo además alcanzan temperaturas elevadas de 29º C en la parte baja del municipio y en las partes altas encontramos temperaturas que se encuentran por debajo de los 18º C.

Figura 1. Climatología de la zona.



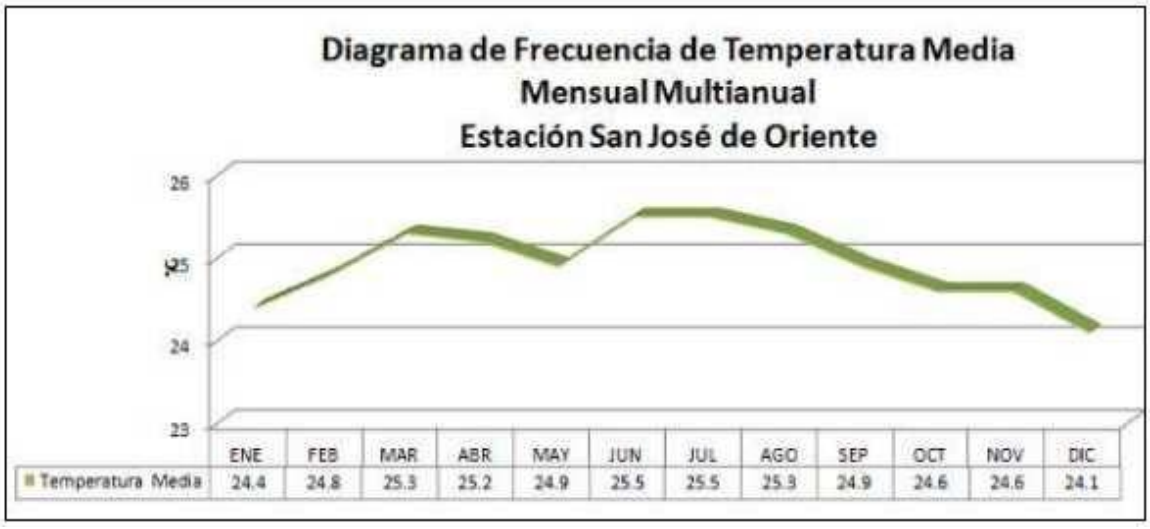
Fuente: Sistema de Información Geográfica (SIG) CORPOCESAR.

5.1 TEMPERATURA

La temperatura media corresponde al promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado (hora, día, mes, año, década, etc.), en tanto que las temperaturas extremas corresponden al valor más alto (máximo) y más bajo (mínimo), presentados en el transcurso de tal intervalo. Las temperaturas del aire en la región Caribe del país presentan un régimen bimodal a lo largo del año; los primeros meses de cada semestre se caracterizan por ser los que presentan las temperaturas más altas.

En el área de estudio no existen estaciones climatológicas ordinarias, la más cercana es la estación San José de Oriente localizada al noroeste del Departamento del Cesar y muy cerca al área de estudio, presentando climatología muy parecida en la figura No. 4 se aprecia la temperatura media mensual entre 1984 a 1997, siendo los meses de junio y julio, los que presentan las temperaturas más altas, que oscilan entre los 25,5 °C a 24,9 °C.

Figura 2. Temperatura del municipio de Manaure



Fuente: Corporación Autónoma Regional Del Cesar " CORPOCESAR"

Figura 2. Número de días con lluvias total anual.

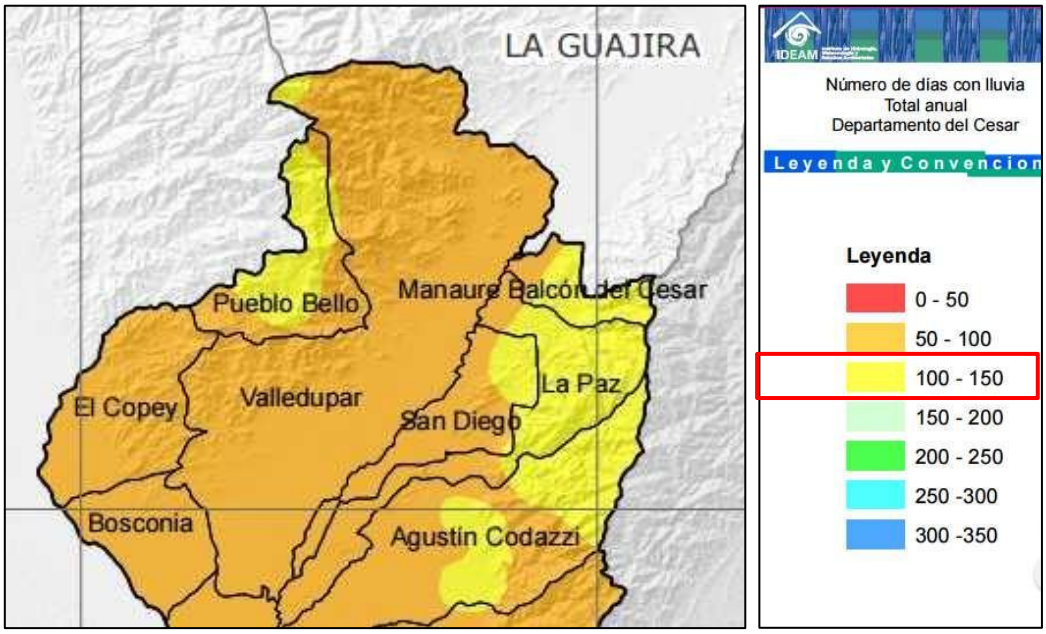
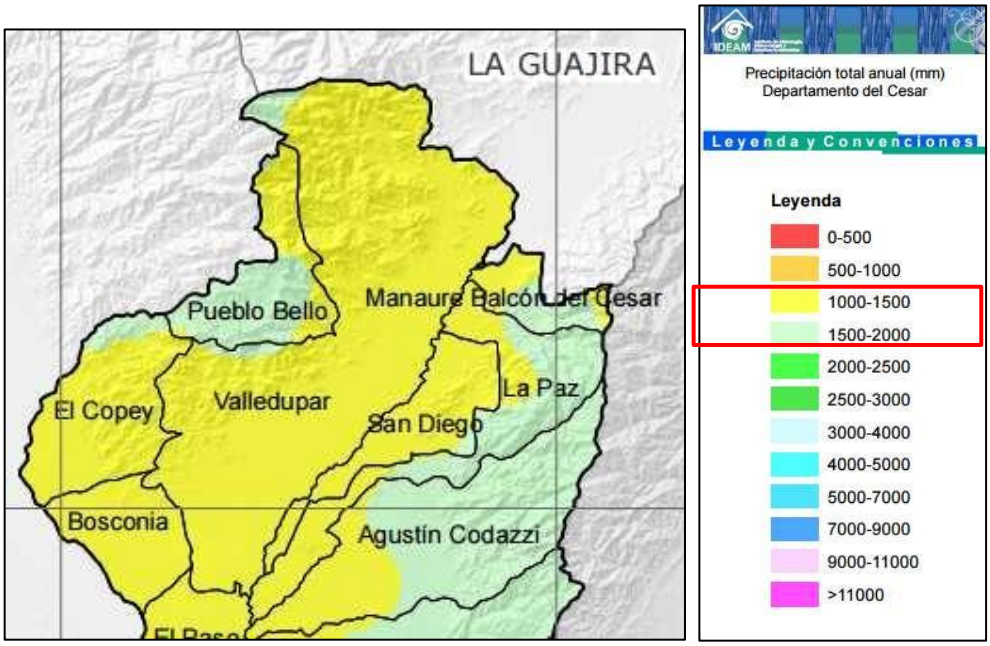


Figura 3. Precipitación total anual (mm) Departamento del Cesar.



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

5.2 RELIEVE

El tipo de relieve es calificado de moderadamente escarpado a escarpado, pendiente superior al 50% y es allí donde ocurren los mayores fenómenos de erosión en grado moderado a severo, además es común encontrar pedregosidad en estos suelos.

Figura 4. Relieve área en estudio.



Fuente: Google Maps.

7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

7.1 Formación La Quinta

Nombre dado por Kunding (1938), en Venezuela y Forero (1972), en Colombia para designar los sedimentos rojos constituidos por conglomerados, areniscas rojas, rocas volcánicas, arenisca rojas y lutitas, areniscas rojas con intercalaciones tobáceas y conglomerados, tobas riolíticas su edad se ha definido como Triásico – Jurásico.

Formación Río Negro.

Esta unidad se encuentra constituida por areniscas y conglomerados de granulometría y composición variada, con esporádicas intercalaciones de arcillolitas y limolitas grises y pardas, se considera de edad Barremiano - Aptiano inferior.

Formación Manaure

El término se refiere a una secuencia calcárea que aflora al Este de Manaure con un espesor aproximado de 750m. Esta formación se considera perteneciente al final del paleozoico.

Grupo Cachiri

Nombre dado a la secuencia del Paleozoico Superior (Devoniano, Carboniano y Pérmico), aflorante en el flaco occidental de la serranía del Perijá en cercanías a Manaure, constituida por caliza negra compacta, fosilífera, en bancos delgados intercalados con arcillas calcáreas. Arenisca verdes micáceas y conglomerados, su edad se considera Devónico Inferior a Pérmico medio.

Grupo Cogollo

El termino de Grupo Cogollo, se debe a Garner (1926) y Sutton (1946), siendo introducido por Miller (1960), en la Serranía del Perijá colombiana, subdividiendo este Grupo en dos unidades a saber, Cogollo inferior, constituido por caliza masivas, caliza arenosas y areniscas calcáreas y Cogollo superior que consta de caliza finas estratificadas, limos y arcillas.

El Miembro Cogollo inferior ha recibido el nombre de Formación Lagunitas mientras que el Miembro Cogollo superior corresponde a la Formación Aguas Blancas, su edad es considerada Aptiana.

Metasedimentitas de Manaure

Nombre dado por Liddle, Harris & Well (1943), (Forero 1972, Cáceres y otros,1980), a una secuencia de rocas metamórficas de bajo grado, constituida por una secuencia de filitas, cuarcitas y meta arcosas, con intercalaciones menores de esquistos clorofílicos, se considera de edad Cambro-Ordoviciana.

Series del Perijá

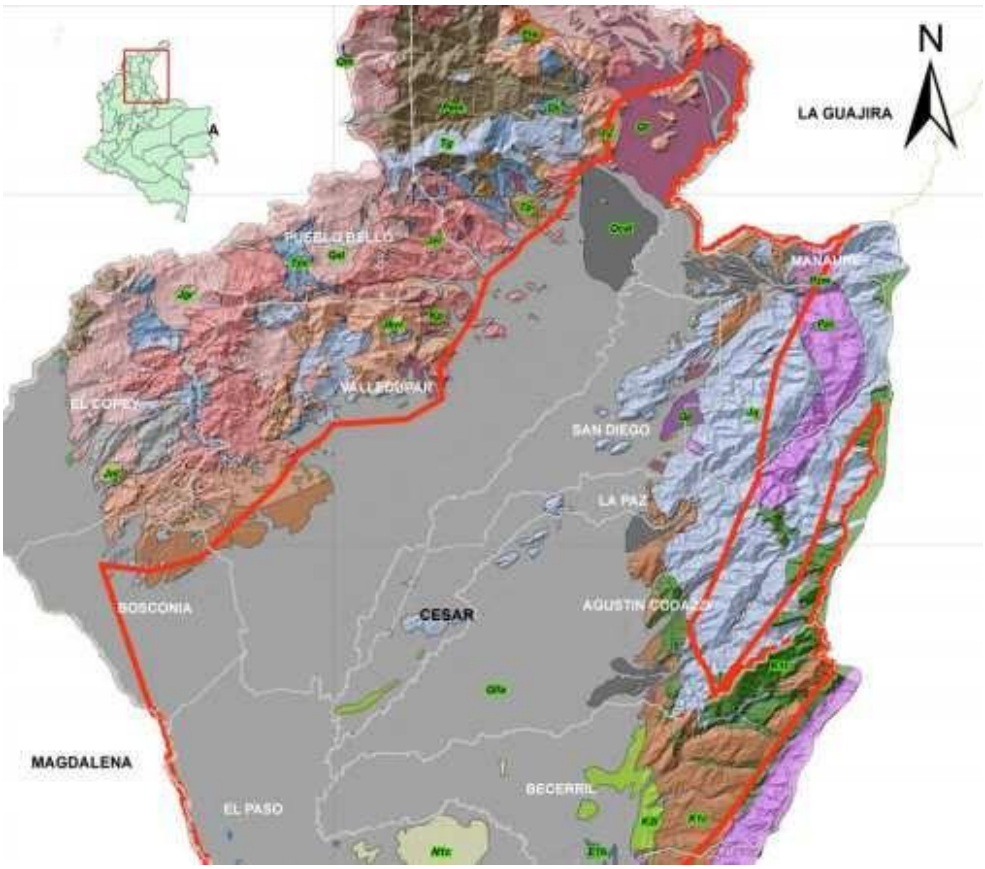
Liddle, Harris y Wells (1943), definieron con el nombre de Serie Sierra de Perijá, al complejo basal de dicha sierra, en el estado Zulia en Venezuela. Hea y Whitman (1960), describieron la Serie Perijá en el caño Grande, afluente del río Cachirí en el flanco Oriental de la Sierra, ubicándola en su columna estratigráfica por encima de lo que llamaron el basamento, e infrayaciendo a la Formación Caño Grande del Devónico PDVSA (2009). Bowen (1972), considera que la secuencia descrita como Serie Perijá, es en realidad una unidad litoestratigráfica y le asigna rango formacional.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Regionalmente los depósitos cuaternarios presentes en la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones son de diversas clases y se encuentran asociados según su origen a diferentes zonas topográficas y geomorfológicas, dentro de un sistema orogénico complejo y único en su tipo. Se encuentran distribuidos desde las partes más altas de la sierra (morrenas y fluvioglaciales), igualmente asociados en sus flancos norte, occidental y oriental a las vertientes hidrográficas regionales (coluviales y aluviales), en las zonas bajas en sectores de complejos fluviolacustres, grandes llanuras y valles fluviales (terrazas y aluviales recientes) y en las zonas contiguas a la costa marina en los flancos occidental y norte de la sierra, en extensos depósitos arenosos de playa. La descripción de las unidades cuaternarias cartografiadas en el presente proyecto se basa en observaciones de las transectas de campo, fotogeología e imágenes de satélite disponibles y se restringe a las áreas específicas del estudio geológico, aunque en general las exposiciones son pobres en zonas planas cubiertas de abundante vegetación.

Aluviones recientes (Qal)

Mapa Geológico Departamento del Cesar.



Fuente: Formulación Del Plan De Manejo Ambiental

Del Sistema Acuífero Cesar

Constituidos principalmente por dos franjas regionales que se ubican, una en la parte occidental de la SNSM, entre el piedemonte y el litoral Caribe, comprendiendo desde el municipio de Bosconia hasta Santa Marta, con aporte de sedimentos de

los ríos Fundación, Ariguaní, Sevilla, Orihueca, Frío y Córdoba; y la segunda paralela al flanco norte de la sierra, comprendiendo desde el municipio de Guachaca hasta las inmediaciones de los caseríos de Monguí y Villa Martin, con aporte de sedimentos de los ríos Piedras, Mendiguaca, Guachaca, Buritaca, Don Diego y Palomino. En el sector Santa Marta – Ciénaga, están caracterizados como depósitos de topografía suave y baja no consolidados, de arenas, gravas y guijarros en matriz lodosa, amarillo ocre, mal seleccionados, con cantos ígneos con plagioclasa, mica, cuarzo y fragmentos de rocas del batolito central. En general estos depósitos contienen gravas hasta bloques de rocas metamórficas, ígneas plutónicas y volcánicas, en menor proporción sedimentarias, registrando la erosión de todas las unidades geológicas de la SNSM.

GEOMORFOLOGÍA

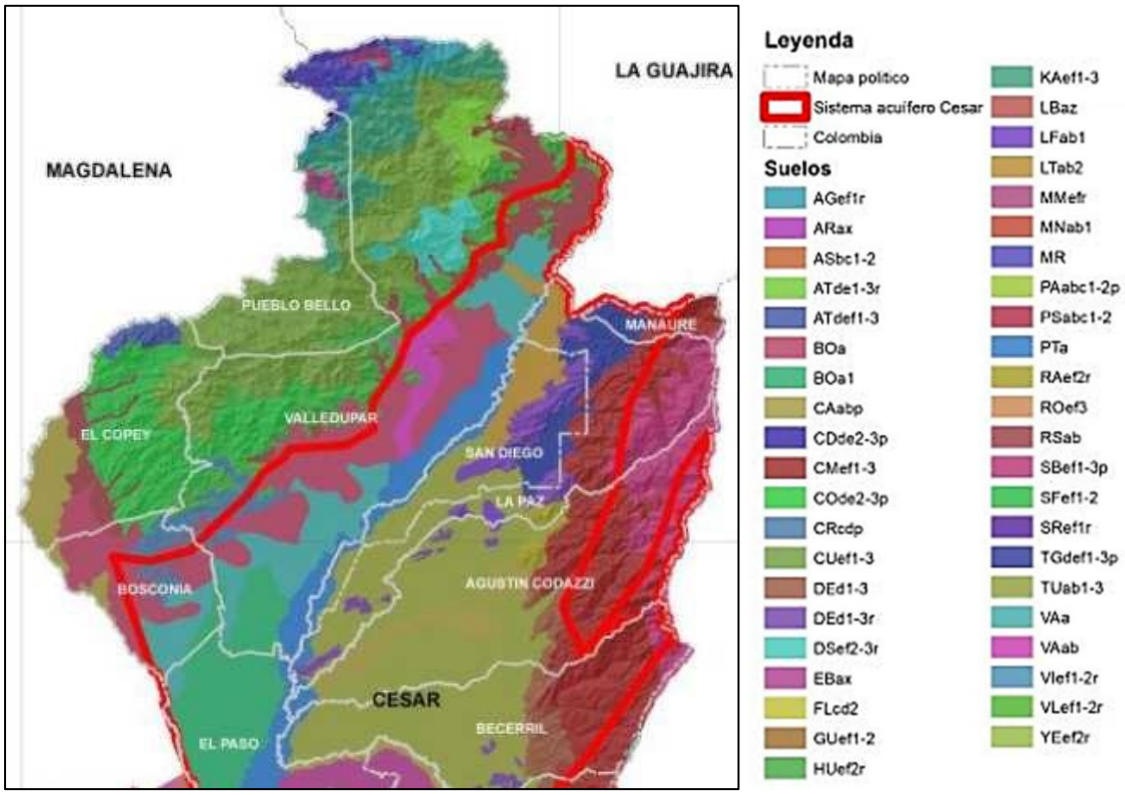
Geomorfologia municipio de Manaure, Cesar.



El municipio de Manaure, se caracteriza por presentar dos sectores con características geomorfológicas bien diferenciadas, al Este una zona montañosa, formada por la influencia de las estribaciones de la serranía de Los Motilones, y el sector occidental, con características planas, bañado por el río Cesar y sus afluentes.

SUELOS

Las unidades descritas corresponden a las de los estudios generales de suelos realizado por el IGAC (1997) y las presentadas en el Atlas Ambiental del Cesar a escala 1:500.000; en éste último, describen los principales suelos típicos presentes en el departamento del Cesar, como los son los suelos de montaña, suelos de lomerío, suelos de piedemonte, suelos de valle y suelos de planicie; además de describir las propiedades de los suelos, el uso actual del suelo, la génesis, la clasificación de las tierras por capacidad del uso y la zonificación biofísica. Para el municipio de Manaure se determinan suelos de montaña y lomerío.



Proyecto	Formulación del Plan de Manejo Ambiental de los acuíferos priorizados en jurisdicción de Corpocesar
Convenio	19-7-007-0-2017
Elaborado por	Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento

Fuente: Mapa de Suelos departamento del Cesar.

7.3 SISMICIDAD DEL SECTOR

Se procedió a realizar la consulta en la página web del Servicio Geológico Colombiano con los siguientes parámetros de consulta:

Tabla 4. Formulario- Consulta General

	Parámetros de Consulta
Fecha Inicial	01/06/1993
Fecha Final	05/02/2024
Departamento	CESAR
Municipio	MANAURE BALCON DEL CESAR
Total Registros	179

De acuerdo a los criterios de busqueda la zona del presente estudio que es el municipio de Manaure de acuerdo a la red sismológica nacional de Colombia presenta 179 eventos que se han resgistrado desde el 1 de junio de 1993 hasta el 5 de febrero del 2024, lo cual se ilustra a continuacion y se anexan dichos registros.

.

Fecha	Hora UTC	Magnitud	Longitud	Latitud	Departamento	Municipio	Profundidad
aaaa/mm/dd	hh:mm:ss	Ml	Grados	Grados			km
27/08/1995	5:49:05	2.7	-73.029	10.208	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	100.5
22/06/1998	10:30:33	3.9	-72.677	10.037	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	154.7
26/05/1999	19:39:00	3.6	-72.96	10.261	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
21/07/2001	2:39:04	4	-72.483	9.902	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.4

16/10/2001	8:49:17	3.1	-72.859	10.095	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	32.1
17/12/2001	19:11:30	3.3	-72.725	10.094	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
09/07/2002	23:26:34	3.3	-72.629	10.141	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	108
05/10/2002	12:16:30	3.4	-72.225	10.04	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	42.9
09/11/2002	10:50:23	4.3	-72.575	10.045	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	164
18/02/2003	17:01:28	3.4	-73.045	10.29	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	52
15/05/2003	19:37:18	3.3	-72.94	10.256	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	71.9
12/06/2004	6:41:54	2.6	-72.982	10.203	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
30/12/2004	16:07:09	2.8	-72.714	10.065	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
30/12/2004	18:33:46	3	-72.529	10.156	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.1
25/01/2005	6:40:25	3.4	-72.849	10.401	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	14.3
09/09/2005	18:07:24	3.1	-73.045	10.245	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	85.9
24/12/2005	1:01:16	3.1	-72.826	10.345	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	101.6
26/12/2006	17:02:53	3.4	-73.01	10.438	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	256.3
12/03/2007	10:00:41	3.2	-73.011	10.213	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	127.1
01/05/2007	21:10:42	3.5	-72.729	10.377	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	80.4
18/02/2009	11:42:02	2.9	-72.796	10.431	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	19.4
19/04/2009	23:35:27	2.9	-72.575	10.128	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	31.3
07/06/2009	20:54:18	2.6	-72.925	10.334	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4.7
14/08/2009	15:11:24	3.5	-73.099	10.449	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	15.3
05/10/2009	14:40:31	2.8	-72.893	10.121	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8.4

18/10/2009	4:32:10	2.6	-72.558	10.047	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	148
16/01/2010	13:37:08	3.1	-72.385	10.166	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	152
04/03/2010	2:18:12	3.4	-72.693	10.112	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	140
04/04/2010	10:28:02	2.9	-72.939	10.337	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
13/05/2010	16:05:42	2.4	-72.475	10.07	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	18.8
17/06/2010	0:51:22	1.9	-71.834	9.92	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.1
18/07/2010	15:57:53	2.1	-72.649	10.1	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	115
01/09/2010	3:58:55	2.4	-72.644	10.263	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	10
27/09/2010	5:09:45	2.4	-72.738	10.072	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	139.9
15/10/2010	5:16:19	2.1	-72.835	10.171	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	93.7
15/02/2011	9:28:24	2.4	-72.699	10.211	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	163.5
31/03/2011	21:13:28	2.7	-72.509	10.329	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	109.6
22/04/2011	5:44:25	2.2	-72.519	10.064	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	158
24/05/2011	23:15:52	2.2	-73.038	10.412	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	102
12/06/2011	10:58:41	2	-72.802	10.41	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	24
27/06/2011	8:32:21	1.8	-73.044	10.465	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	92.3
26/09/2011	14:15:16	1.4	-72.965	10.204	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.7
19/10/2011	7:49:50	2	-72.737	10.107	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	165.9
26/10/2011	10:43:20	1.5	-72.968	10.411	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	84.9
10/11/2011	19:04:48	4.1	-72.857	10.333	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.6
11/11/2011	17:44:39	2.6	-72.986	10.406	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	32.5

29/11/2011	0:47:11	2.5	-72.803	10.188	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	161.2
27/01/2012	17:54:16	2.7	-73.006	10.321	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	91.6
03/03/2012	17:48:34	2.5	-73.007	10.255	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	39.3
13/05/2012	14:16:54	3.1	-72.952	10.306	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	126.2
24/05/2012	2:12:03	1.8	-72.971	10.202	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
25/05/2012	6:42:38	1.6	-72.97	10.327	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
01/06/2012	2:44:47	2.3	-73.004	10.232	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	120.4
22/08/2012	13:12:23	2.4	-72.665	10.075	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	159
04/09/2012	15:40:28	2.7	-72.63	10.342	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.6
07/09/2012	7:35:36	2.6	-72.623	10.35	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
08/10/2012	2:27:06	2.1	-72.815	10.258	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
17/11/2012	14:06:08	1.6	-72.809	10.263	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2
17/12/2012	18:50:29	2.9	-73.051	10.466	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	106.8
03/01/2013	21:29:50	2.4	-72.93	10.425	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	115.8
18/02/2013	11:43:48	2.4	-72.735	10.379	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	117.5
05/03/2013	23:18:37	1.8	-73.075	10.325	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	122
07/03/2013	10:02:02	2.3	-72.988	10.331	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	111.9
09/03/2013	7:54:20	1.8	-72.936	10.446	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
21/04/2013	4:54:05	2.7	-72.939	10.246	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	16
29/04/2013	0:03:48	1.8	-72.878	10.452	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	104.3
25/05/2013	1:39:32	2.5	-73.063	10.413	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	13.4

25/05/2013	5:31:54	2.7	-72.988	10.427	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	6.6
18/06/2013	22:32:35	2.5	-72.841	10.396	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
14/07/2013	13:08:14	2.2	-72.837	10.164	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	23.3
05/08/2013	22:31:08	1.7	-72.867	10.13	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.6
21/09/2013	9:11:44	1.6	-72.751	10.433	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.6
04/11/2013	3:20:27	1.7	-72.828	10.074	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.2
09/12/2013	6:40:47	1.1	-72.967	10.414	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	6.7
22/12/2013	3:05:51	2.8	-72.961	10.333	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	125.9
24/12/2013	7:51:00	1.7	-72.772	10.282	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.1
01/01/2014	1:46:00	1.7	-72.921	10.374	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
14/03/2014	23:26:36	5.5	-73.008	10.24	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	133.7
15/04/2014	3:41:32	2	-72.896	10.163	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	7.6
29/04/2014	7:00:39	2.3	-72.652	10.091	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	140.4
02/05/2014	13:57:30	3.1	-72.674	10.113	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	113.1
06/05/2014	2:21:33	2	-72.968	10.218	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4.2
07/05/2014	6:59:13	2.2	-73.043	10.243	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	113.2
01/06/2014	2:37:35	4.7	-72.862	10.337	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
01/06/2014	2:55:19	2.6	-72.95	10.41	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	20.6
01/06/2014	3:00:22	2.4	-72.934	10.405	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	28
01/06/2014	3:10:02	2.8	-72.909	10.401	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	17.9
01/06/2014	3:30:43	1.5	-72.886	10.457	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	32.1

01/06/2014	3:38:12	1.9	-72.949	10.298	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	22
01/06/2014	3:42:23	2	-72.841	10.426	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	21.2
01/06/2014	4:31:48	2	-72.992	10.183	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
01/06/2014	8:41:36	2.3	-72.977	10.283	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
01/06/2014	10:46:12	2	-72.928	10.402	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	7.8
01/06/2014	20:44:24	2.5	-72.917	10.409	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.2
02/06/2014	15:40:55	2.5	-72.857	10.431	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.4
03/06/2014	1:14:41	1.8	-73.003	10.453	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8.8
03/06/2014	16:53:22	2.4	-72.961	10.451	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
03/06/2014	18:27:26	2.2	-72.975	10.443	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5
09/06/2014	3:42:32	2.2	-72.998	10.445	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	16.9
12/06/2014	23:27:10	2	-72.845	10.362	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	20
16/06/2014	8:25:38	1.5	-72.909	10.389	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	18
25/06/2014	21:16:08	2.7	-73.044	10.245	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	118
27/06/2014	7:10:58	2.3	-72.942	10.431	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
06/07/2014	23:39:05	2.2	-72.874	10.369	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4.3
08/07/2014	23:45:39	1.8	-72.914	10.201	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	31.4
22/07/2014	6:00:38	2.3	-73.042	10.263	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
10/08/2014	22:54:29	2.7	-72.89	10.419	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.1
04/09/2014	7:24:18	2.3	-72.572	10.05	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	150.5
15/09/2014	6:56:45	2.4	-72.897	10.185	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	125

16/09/2014	5:20:25	2.4	-72.86	10.401	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
05/11/2014	11:48:56	2.4	-72.905	10.256	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	129.2
21/11/2014	16:18:06	2.6	-72.663	10.148	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	32.1
02/12/2014	4:27:06	2.3	-72.836	10.053	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8
11/12/2014	5:08:21	2.9	-72.864	10.362	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	16.4
14/12/2014	2:13:31	2.1	-72.885	10.275	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	1.9
14/12/2014	16:49:46	1.6	-72.911	10.324	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	13.2
22/01/2015	0:13:20	2.5	-72.905	10.201	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	38
25/01/2015	9:41:25	2.1	-72.982	10.215	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2
31/01/2015	8:04:47	2.3	-72.547	10.026	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	146.3
11/02/2015	4:57:46	1.5	-72.942	10.374	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	24
04/03/2015	6:24:14	3.3	-72.716	10.175	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	137.9
07/03/2015	8:32:52	1.8	-72.803	10.14	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3
15/03/2015	21:19:58	2.3	-72.9	10.208	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	13.8
19/03/2015	23:47:22	1.9	-73.037	10.223	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	114.5
05/04/2015	18:01:49	2.4	-72.946	10.222	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.4
29/06/2015	17:55:03	2.3	-72.683	10.219	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	129.7
05/08/2015	5:53:07	2.1	-72.781	10.285	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8.3
14/09/2015	2:54:48	2	-72.565	10.252	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	1.4
27/09/2015	0:22:48	3	-72.951	10.282	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.4
06/12/2015	4:23:05	2.6	-72.882	10.344	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.3

18/01/2016	9:02:07	1.5	-72.971	10.183	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.4
18/01/2016	9:09:31	2	-72.763	10.432	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	112.9
01/02/2016	1:19:47	2.2	-72.874	10.335	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	16.9
07/02/2016	10:34:59	3.3	-72.901	10.427	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
06/03/2016	7:39:04	2.1	-73.024	10.202	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	126.2
13/03/2016	5:08:23	1.8	-72.896	10.349	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
13/03/2016	19:22:07	2.3	-72.944	10.123	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
20/03/2016	8:08:09	2	-73.02	10.197	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	118.7
21/03/2016	16:42:02	2	-73.063	10.381	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	16.6
23/04/2016	10:18:28	2.4	-72.888	10.247	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	115.6
23/04/2016	20:39:15	2.5	-72.794	10.426	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	19.6
08/05/2016	8:07:43	1.6	-72.668	10.187	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8.1
15/05/2016	4:52:50	1.9	-72.99	10.145	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	129.2
16/06/2016	9:48:07	2.4	-72.811	10.292	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.5
23/06/2016	16:42:29	2.8	-72.885	10.205	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	11.1
27/07/2016	6:27:11	1.6	-72.863	10.151	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	20.4
14/08/2016	3:56:50	1.6	-73.041	10.307	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	124.3
24/08/2016	8:17:05	1.7	-72.808	10.142	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	144.2
27/09/2016	10:38:41	2.6	-72.849	10.439	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.2
28/09/2016	5:43:33	1.5	-72.592	10.274	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	1.3
11/10/2016	19:11:04	1.7	-72.868	10.332	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.1

17/10/2016	5:47:44	1.9	-72.628	10.146	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	7.5
02/11/2016	20:26:13	2	-73.041	10.2	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	120
05/11/2016	21:04:31	2.2	-72.603	10.05	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	144
08/11/2016	1:10:40	1.4	-72.896	10.15	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.8
13/11/2016	10:36:32	2.1	-72.871	10.408	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	108
19/11/2016	8:47:30	2	-72.927	10.198	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	1.1
14/12/2016	7:19:06	2.1	-72.939	10.294	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	132
25/12/2016	20:31:49	2.2	-72.938	10.165	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.4
28/01/2017	23:29:56	1.6	-72.555	10.285	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	8.9
30/01/2017	8:53:06	1.5	-72.772	10.236	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.1
14/02/2017	3:49:18	1.2	-72.948	10.303	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
24/02/2017	11:44:48	1.5	-73.012	10.202	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	103.5
22/03/2017	12:20:26	2.5	-73.004	10.165	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	125.5
04/04/2017	15:09:05	3.7	-72.767	10.397	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.2
10/05/2017	4:32:25	1.6	-72.958	10.465	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	.1
19/06/2017	5:33:59	1.7	-73.033	10.283	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	24.5
22/06/2017	5:02:12	1.1	-72.928	10.243	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	4
07/07/2017	21:18:51	2.2	-72.968	10.265	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	127.7
11/07/2017	3:21:58	1.8	-72.719	10.402	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.8
11/07/2017	19:31:08	1.8	-72.413	10.195	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	5.6
14/07/2017	4:19:53	1.5	-72.93	10.229	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	2.6

30/07/2017	10:03:10	1.2	-72.83	10.401	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	111
05/09/2017	8:29:53	2.2	-72.626	10.14	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	0
13/09/2017	4:39:38	2.7	-72.979	10.375	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	3.4
13/09/2017	11:27:41	3.3	-72.699	10.096	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	1.3
15/09/2017	1:31:43	1.8	-73.023	10.207	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	122.5
17/09/2017	15:18:05	2.7	-72.616	10.019	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	156
20/09/2017	12:11:10	1.5	-72.907	10.147	CESAR	MANAURE BALCON DEL CESAR	143.7

Figura 3. Mapa de Sismicidad (M)



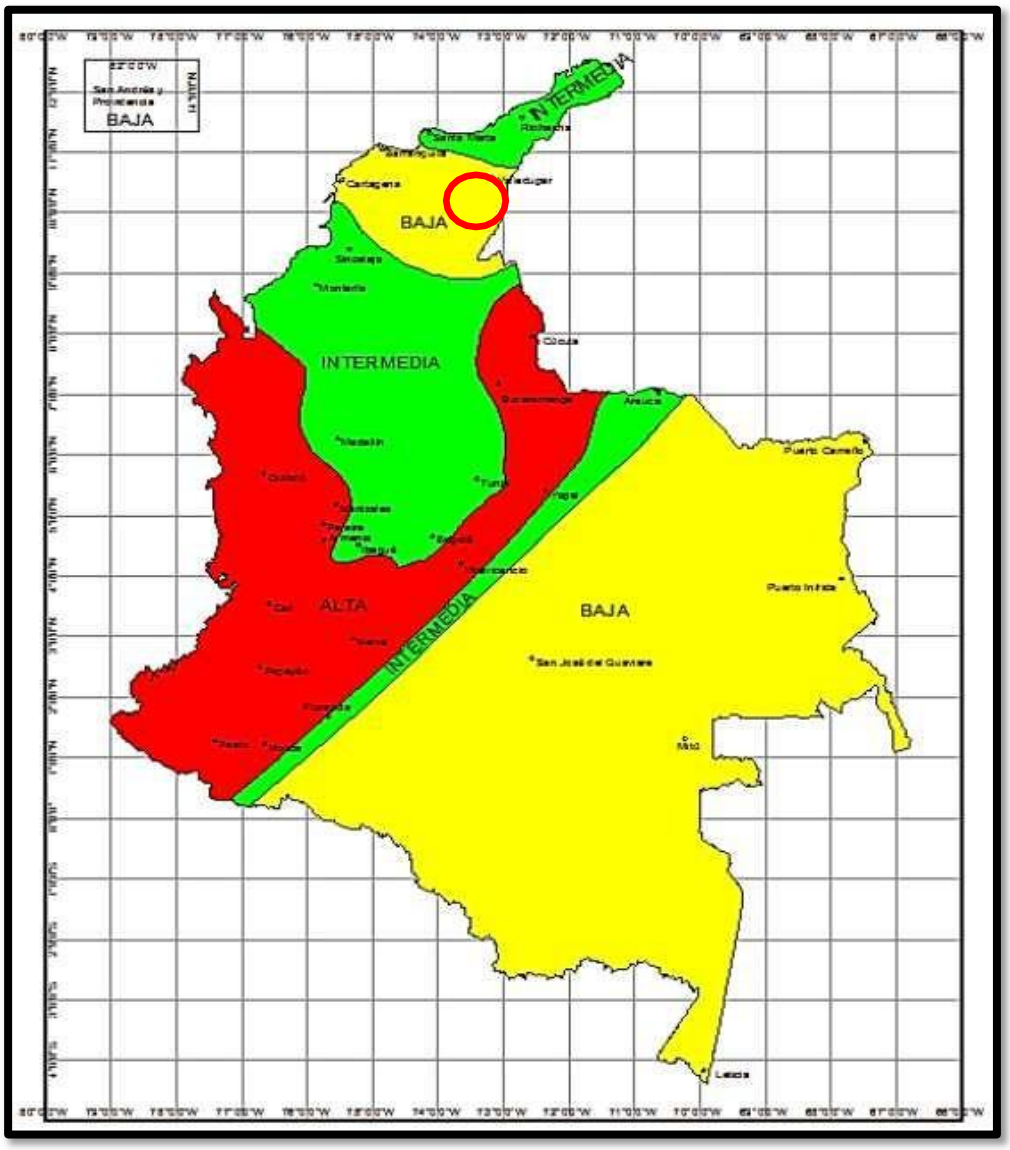
Convenciones:

Profundidad (Km)	Magnitud (Mw)
0 - 30	0 - 3
30 - 70	3 - 4
70 - 120	4 - 5
120 - 180	5 - 6
>180	6 - 9

Fuente: Red Sismológica De Colombia

De acuerdo al mapa de sismicidad de la Red Sismológica Nacional de Colombia el municipio de **MANAURE** ha presentado epicentros con magnitudes (MI) bajas que van desde 0-3, intermedias de 3 – 4 y con un pico de 5 – 6, con profundidades que van desde (0-30), (30-70) y (120-180) kilómetros respectivamente.

Figura 10 Sismicidad del Sector



Fuente: Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10.

Teniendo en cuenta la el Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10 la zona en que se desarrollará el proyecto en mención**,** el cual posee una zona de actividad sísmica **BAJA**.

Figura 11 Mapa de Valores Aa Fuente: Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10. Figura A-2.3-1

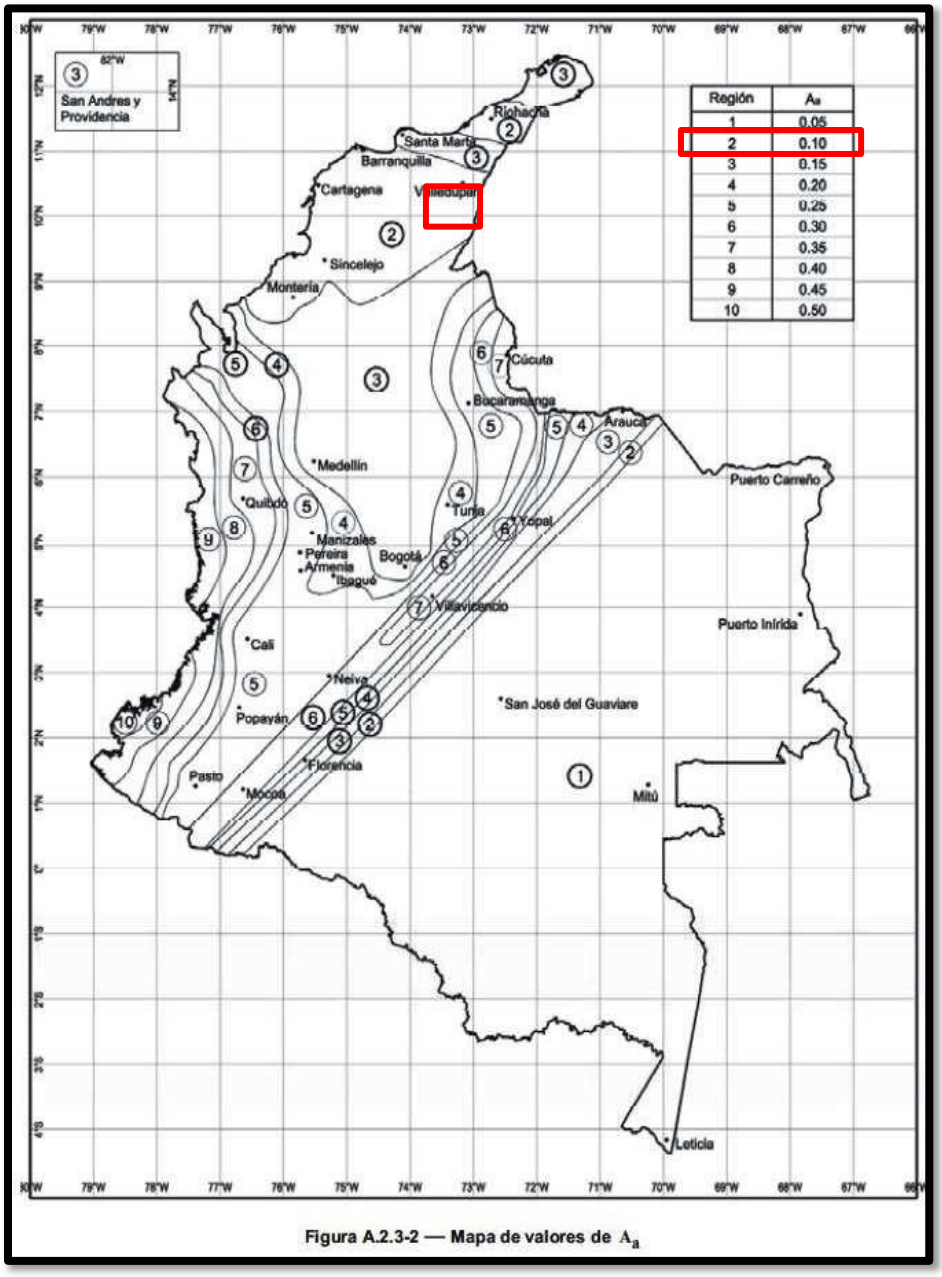


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a

Figura 12. Mapa de Valores Av.

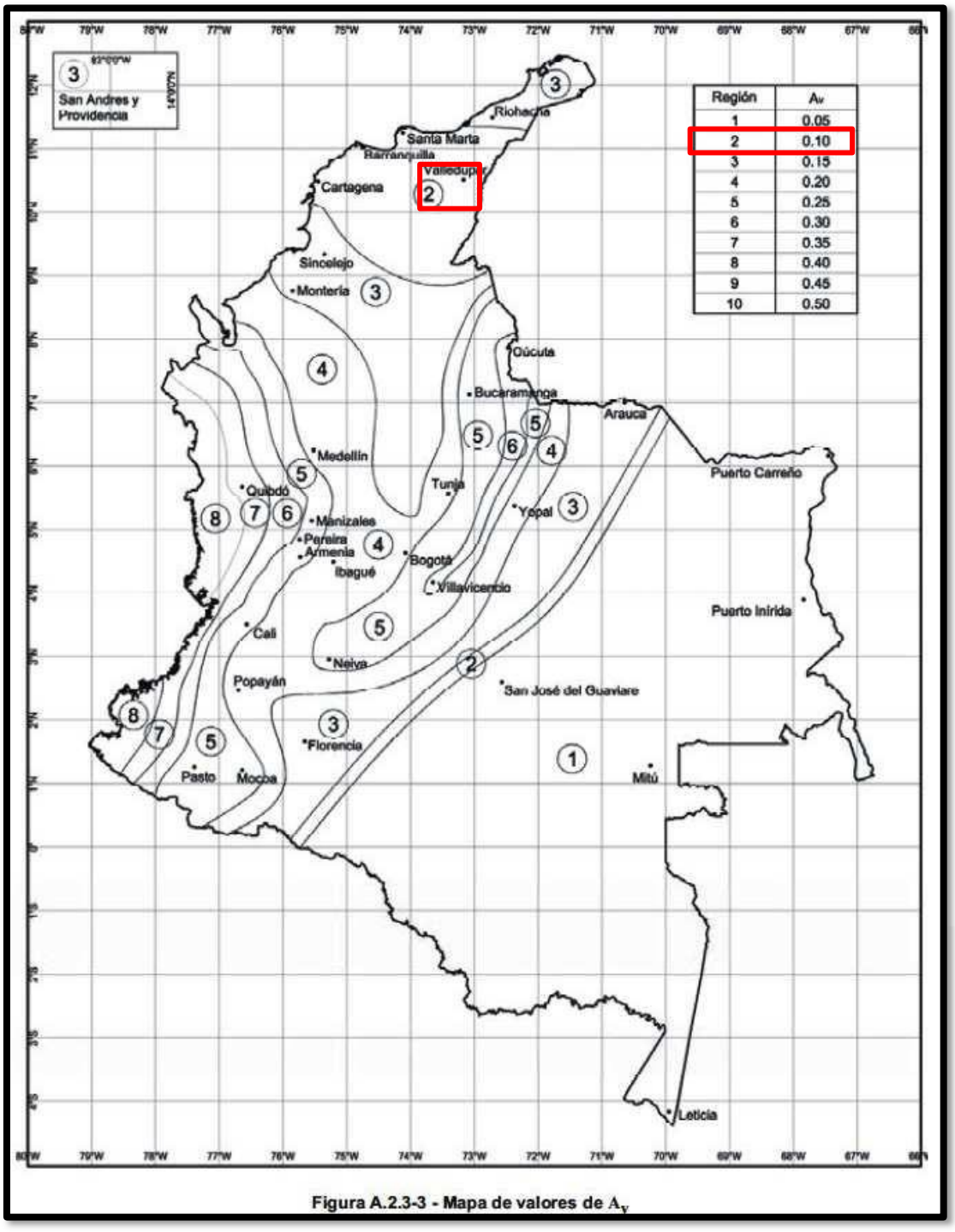


Tabla 1. Actividad sísmica del municipio de La Paz.

Departamento del Cesar						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Valledupar	20001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Aguachica	20011	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Agustín Codazzi	20013	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Astréa	20032	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Becerril	20045	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Bosconia	20060	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chimichagua	20175	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chiriguaná	20178	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Curumaní	20228	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Copey	20238	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Paso	20250	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Gamarra	20295	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
González	20310	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Gloria	20383	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua de Ibirico	20400	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
La Paz	20621	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Manaure	20443	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Pailitas	20517	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Pelaya	20550	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Bello	20570	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Río de Oro	20614	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Alberto	20710	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Diego	20750	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03

Fuente: Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10

- **DE ACUERDO AL ANÁLISIS GEOLÓGICO SE CONCLUYE QUE LA ZONA DONDE SE PRETENDE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO NO PRESENTA FALLOS O EVENTOS SÍSMICOS, POR LO CUAL EL PROYECTO PUEDE EJECUTARSE LIBREMENTE.**

9. TRABAJOS DE CAMPO

Antes de iniciar las exploraciones del subsuelo se define la ubicación de proyecto para distribuir la toma de muestras a lo largo de todo el proyecto.

Los trabajos de exploración básicamente comprenden lo siguiente:

- Se realizó una visita técnica donde se inspeccionó el tramo vial en estudio, donde se identificaron los predios aledaños y topografía existente.

- Para realizar una caracterización del sitio en estudio se procedió a realizar 9 Apiques a una profundidad máxima de 1.50 metros.

- Para determinar la capacidad de soporte del terreno se realizaron 8 ensayos de CBR en campo.

10. TRABAJOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio correspondientes al estudio de suelos se realizaron conforme a los Normas AASHTO ó ASTM, como se indica a continuación:

CLASIFICACIÓN VISUAL DE TODAS LAS MUESTRAS

A continuación, se indican los ensayos efectuados a las muestras tomadas de acuerdo a la clasificación por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):

TIPO DE ENSAYO
Análisis Granulométrico de los Suelos
Límite líquido de los Suelos
Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos
Humedad Natural
Clasificación SUCS
CBR de campo

ENSAYO	NORMA
Apiques manuales	Norma INV E-101-13

11. LOCALIZACIÓN TRABAJOS DE CAMPO

Tabla 2. LOCALIZACION APIQUES

APIQUES	COORDENADAS
Apique 1	10°21'57.51"N 73° 4'2.25"O
Apique 2	10°21'57.36"N 73° 3'58.06"O
Apique 3	10°21'56.27"N 73° 3'53.77"O
Apique 4	10°21'56.37"N 73° 3'51.19"O
Apique 5	10°21'56.89"N 73° 3'48.63"O
Apique 6	10°21'58.19"N 73° 3'50.27"O
Apique 7	10°21'59.78"N 73° 3'52.45"O
Apique 8	10°22'1.37"N 73° 3'49.55"O
Apique 9	10°22'4.03"N 73° 3'48.70"O

Fuente: Autor.

LOCALIZACION CBR DE CAMPO

CBR	COORDENADAS
1	10°21'57.63"N 73° 4'2.24"O
2	10°21'57.42"N 73° 3'58.02"O
3	10°21'56.39"N 73° 3'52.10"O
4	10°21'58.35"N 73° 3'50.70"O
5	10°21'59.63"N 73° 3'53.09"O
6	10°22'0.23"N 73° 3'51.54"O
7	10°22'2.10"N 73° 3'49.25"O
8	10°22'3.93"N 73° 3'48.77"O

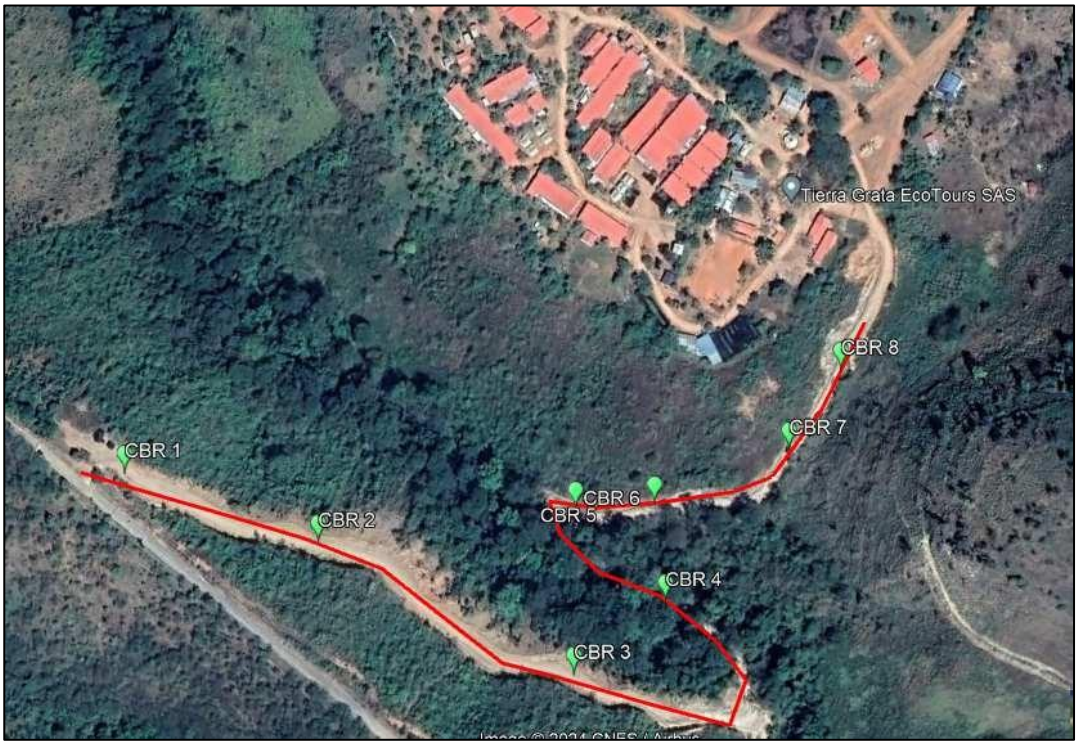
Fuente: Autor.

Figura 4. Localización Exploración geotécnica - APIQUES.



Fuente: Autor.

Figura 5. Localización Exploración geotécnica – CBR DE CAMPO.



Fuente: Autor.

12. INGENIERÍA GEOTÉCNICA

12.1 ESTUDIO DE SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO A LA VEREDA TIERRA GRATA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, CESAR.

ENSAYO ANALISIS GRANULOMETRICO

ENSAYO:	Apiques y CBR de campo
PUNTO Y/O ZONA:	Vereda Tierra Grata
UBICACIÓN:	MUNICIPIO DE MANAURE, DEPARTAMENTO DEL CESAR

12.2 CAPACIDAD DE SOPORTE - CBR

Según (Sarmiento Escalante & Buitrago Melo, 2018) citados por (Varela, 2007) la finalidad del ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos. El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado.

El número C.B.R. se obtiene como la relación de la carga unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón dentro de la muestra compactada de suelo con respecto a la carga unitaria patrón (piedra picada) requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada, en ecuación, esto se expresa:

$$C.B.R = \frac{Carga\ unitaria\ de\ ensayo}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100$$

El ensayo de C.B.R. se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasantes bajo el pavimento de carreteras y aeropistas, la siguiente tabla da una clasificación típica:

C.B.R.	Clasificación	Usos
0 – 3	Muy pobre	Sub-rasante
3 -7	Pobre a Regular	Sub-rasante
7 – 20	Regular	Sub-Base
20 – 50	Bueno	Base, Sub-Base
> 50	Excelente	Base

Clasificación de suelos por C.B.R. para Infraestructura de Pavimentos. Fuente: (Varela, 2007)

12.3 ENSAYOS DE LABORATORIO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, LIMITES Y CONTENIDO DE HUMEDAD

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:	$Cu=D_{60}/D_{10}>4$ $Cc=(D30)^2/D_{10}xD_{60}$ entre 1 y 3	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
	Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	<5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu=D_{60}/D_{10}>6$ $Cc=(D30)^2/D_{10}xD_{60}$ entre 1 y 3	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	

SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
	Límite líquido menor de 50	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
	Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Límite líquido mayor de 50	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.	
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	

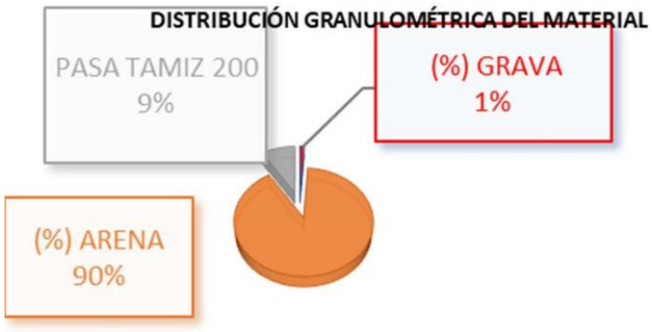
ENSAYO	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACION	LIMITES (LL, LP, IP)
APIQUE 1	1	0.0 m – 1.50 m	SP – ML	----
APIQUE 2	1	0.0 m – 1.50 m	SP – ML	----
APIQUE 3	1	0.0 m – 1.50 m	GM	----
APIQUE 4	1	0.0 m – 1.50 m	SC	----
APIQUE 5	1	0.0 m – 1.50 m	SM	----
APIQUE 6	1	0.0 m – 1.50 m	SM	----
APIQUE 7	1	0.0 m – 1.50 m	SP – SM	----
APIQUE 8	1	0.0 m – 1.50 m	SP	----
APIQUE 9	1	0.0 m – 1.50 m	SP – SM	----

* Al momento de realizar los ensayos de limites no presenta

A continuación, se muestran de manera detallada el resultado de los análisis de laboratorio para tres apiques seleccionados, en el anexo se encuentra toda la información completa de todas las muestras de suelos tomadas en el tramo vial:

- **APIQUE # 1**

MUESTRA #1

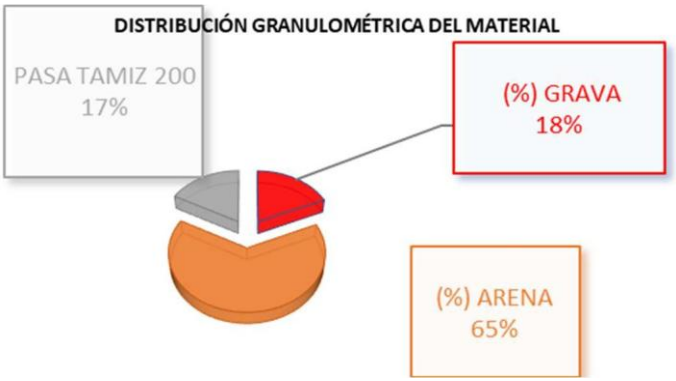


CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHTO	A-4	USC	SP-SM

❖ **APIQUE # 5**

MUESTRA #1

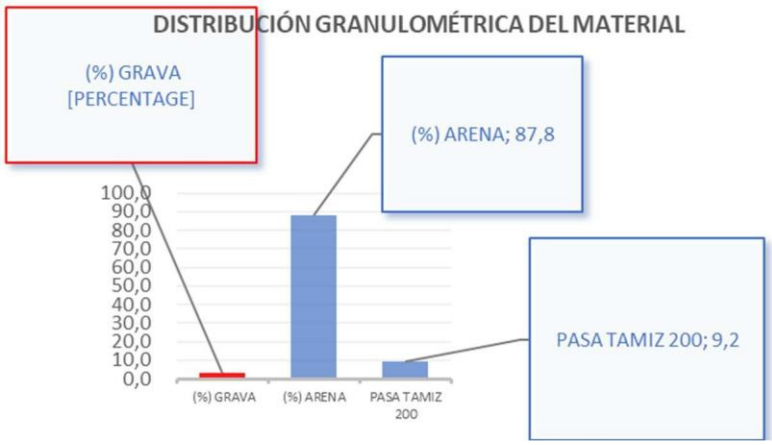


CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHTO	A-4	USC	SM

- **APIQUE # 9**

MUESTRA #1



CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHTO	A-4	USC	SP-SM

Fuente: Autor.

13. RESULTADO CBR DE CAMPO

El número CBR establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la resistencia a la misma que presenta el tipo común de piedra triturada. Estas resistencias y penetraciones estándar se muestran a continuación:

Valores de Carga Unitaria Patrón

Penetración		Tiempo	Carga Unitaria Patrón	
(plg)	(mm)		(lbs./pulg.^{2})	(Kg/cm^2)
0.025	0.63	0′30′′		
0.050	1.27	1′00′′		
0.075	1.90	1′30′′		
0.100	2.54	2′00′′	1000	70
0.150	3.81	3′00′′		
0.200	5.08	4′00′′	1500	105
0.250	6.35	5′00′′		
0.3	7.62	6′00′′	1900	133
0.4*	10.16	8′00′′	2300	161
0.5*	12.70	10′00′′	2600	182

Fuente. Autor.

*Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

En forma de ecuación esto es:

$$\%\ CBR = \frac{CARGA\ UNITARIA\ DE\ PRUEBA}{CARGA\ UNITARIA\ PATRÓN}\ x\ 100$$

Si una muestra requiere una carga de 550 lbs./pulg^2 para obtener 0.1” de penetración, su capacidad portante será:

$$\% CBR = \frac{550 \text{ lbs./pulg}^2}{1000 \text{ lbs./pulg}^2} \; x\, 100$$

$$\% CBR = \quad 55$$

De acuerdo a los ensayos de campo se obtuvo los siguientes resultados:

Cbr de campo	Resultado (%)
Cbr 1	38.4
Cbr 2	51.6
Cbr 3	43.9
Cbr 4	51.6
Cbr 5	42.6
Cbr 6	35.2
Cbr 7	39.7
Cbr 8	34.1
Promedio	42.1

Fuente. Autor.

Tomando como referencia la literatura se tiene:

Clasificación de suelos por C.B.R. para Infraestructura de Pavimentos.

C.B.R.	Clasificación	Usos
0 – 3	Muy pobre	Sub-rasante
3 -7	Pobre a Regular	Sub-rasante
7 – 20	Regular	Sub-Base
20 – 50	Bueno	Base, Sub-Base
> 50	Excelente	Base

Fuentes: (Varela, 2007)

El material presente en el tramo vial posee una clasificación “BUENO” y uso para Sub BASE.

14. CONCLUSIONES

En base a los resultados del ensayo se puede establecer una calificación de la consistencia del terreno coherente, de acuerdo a los resultados de laboratorio los tramos viales a intervenir están conformados por SM (Arenas limosas, mezclas de arena y limo), ML (Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos) y SP (Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos) de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación U.S.C. y Material Granular A-1-b, A-4, A-2-6 y A-6 de acuerdo al Sistema AASHTO.

14.1 PERFIL DEL SUELO

El perfil del suelo registrado en los muestreos del material existente hasta una profundidad máxima de 3.0 m, está conformado por estratos intercalados de suelos finos:

- Arcilla limosa, de plasticidad baja a media, medianamente compacta;

- Limo arcilloso, arenoso, de plasticidad baja, medianamente compacto; y

- Arena fina limosa, medianamente densa con presencia de gravas

A continuación, se describen las Características Geotécnicas según tipo de suelos.

Permeabilidad: Semipermeables a impermeables. Las pruebas de permeabilidad de campo son las más adecuadas para un contenido de finos menor del 25 por ciento.

Compresibilidad y expansibilidad: La compresibilidad varía considerablemente según la compacidad del depósito. Las arenas finas limosas pueden presentar asentamientos bruscos en caso de saturarse bajo carga.

Resistencia al corte: Es indispensable estudiarla en laboratorio efectuando pruebas triaxiales con especímenes inalterados. Se han de tomar en consideración las posibles variaciones del contenido de agua y la heterogeneidad del manto al definir las condiciones de las pruebas.

14.2 NIVEL FREÁTICO

En los apiques de campo efectuados no se detectó el nivel de la capa freática.

14.3 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

A continuación, se describen las principales características de acuerdo a los tipos de suelos encontrados en el área donde se implantará el proyecto:

PROPIEDADES DE TERRENOS

Tipo de terreno	Porosidad n (%)	Indice de huecos e	Humedad natural ω (%)	Densidad seca γ_d (T/m³)	Densidad húmeda γ (T/m³)
Arenas de granulometría cerrada poco compactas	46	0,85	32	1,43	1,89
Arenas de granulometría cerrada compactas	34	0,51	19	1,75	2,09
Arenas de granulometría abierta poco compactas	40	0,67	25	1,59	1,99
Arenas de granulometría abierta compactas	30	0,43	16	1,86	2,16
Arcilla glaciar blanda	55	1,20	45	-	1,77
Arcilla glaciar dura	37	0,60	22	-	2,07
Bentonita blanda	84	5,20	194	-	1,27

Fuente. Conceptos generales de la mecánica del suelo – Juan Perez.

Características y uso de los suelos (Grupo del SUCS)

Grupo	VALORACIÓN ATRIBUTOS				APTITUDES SEGÚN USOS
GW	+++	++	+++	+++	Mantos de presas, terraplenes, erosión de canales.
GP	++	+++	++	+++	Mantos de presas y erosión de canales.
GM	++	-	++	+++	Cimentaciones con flujo de agua.
GC	++	--	+	++	Núcleos de presas, revestimientos de canales.
SW	+++	++	+++	+++	Terraplenes y cimentación con poco flujo.
SP	m	++	++	++	Diques y terraplenes de suave talud.
SM	m	-	++	+	Cimentación con flujo, presas homogéneas.
SC	++	--	+	+	Revestimiento de canales, capas de pavimento
ML	m	-	M	m	Inaceptable en pavimentos, licuable.
CL	+	--	M	m	Revestimiento de canales, pero es erodable.
OL	m	-	--	m	No recomendable, máximo si hay agua.
MH	--	-	-	---	Inaceptable en cimentaciones o bases (hinchable)
CH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentación (hinchable)
OH	--	--	--	---	Inaceptable en cimentaciones o terraplenes.

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES	Facilidad de tratamiento en obra	Permeabilidad	Resistencia al corte	Compresibilidad		
					Sobresaliente	+++
					Muy alto	++
					Alto	+
					Moderado	m
					Deficiente	-
					Bajo	--
					Muy bajo	---

Fuente. Mecánica de los suelos - Universidad Nacional de Colombia

14.4 CATEGORÍAS DE SUBRASANTE

Con el resultado del CBR, se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub-rasantes bajo el pavimento de carreteras, la siguiente tabla se muestra una clasificación típica:

Categorías De Subrasante y clasificación de suelos para infraestructura de Pavimentos
Según el valor de CBR.

Uso	Clasificación cualitativa del suelo	CBR (%)
S0 : Subrasante	muy pobre	< 3
S1 : Subrasante	pobre	3 - 5
S2 : Subrasante	regular	6 - 10
S3 : Subrasante	buena	11 - 19
S4 : Subrasante	muy buena	> 20

Fuente: Ing. Assis A., 1988

Los valores del Índice CBR oscilan entre 0 y 100. Cuanto mayor es su valor, mejor es la capacidad portante del suelo. Valores por debajo de 6, deben descartarse. **PARA EL ÁREA EN ESTUDIO, SE DEFINE UNA SUBRASANTE S4 (MUY BUENA) EL MATERIAL DE EXCAVACIÓN PUEDE SER UTILIZADO COMO RELLENO.**

De acuerdo a los resultados de la exploración geotécnica se recomienda:

- **Características de la Sub base Granular:** Las principales funciones de esta capa son las de dar soporte uniforme y constante al apoyo de losas, controlar las variaciones volumétricas de la subrasante y aumentar la capacidad de soporte de la fundación.
- La Sub base Granular debe cumplir con las características que se estipulan en las normas del Instituto Nacional de Vías mediante sus especificaciones técnicas establecidas en el Artículo INV 320 – 13

Tabla 320 - 2. Requisitos de los agregados para sub-bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18	 12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Tabla 320 - 3. Franjas granulométricas del material de sub-base granular

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0 2"	37.5 1 ½"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- El ancho útil de la vía será de 6 m, y tendrá pendientes de bombeo del 2%.
- **De acuerdo a los resultados de ensayos de CBR de campo el material proveniente de excavación puede ser utilizado como relleno**
- Todo material inadecuado encontrado en obra debe ser reemplazado con materia tipo terraplén que cumple con la especificación articulo 220 norma invias.

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

15. BIBLIOGRAFÍA

- "Civil Engineering Pavements" Design Manual 5.4 (DM-5.4) Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command Alexandria, October 1979
- "Pavement Analysis and Design " Yang H. Huang Prentice Hall United States of America, 1993
- Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito. Departamento Nacional de Planeación – DNP
- Investigación De Suelos Y Rocas Para Propósitos De Ingenieria - I.N.V E-101-13
- Descripción E Identificación De Suelos - I.N.V E-102-13
- Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado - I.N.V E- 123-13
- Límite Plástico E Índice De Plasticidad De Suelos - I.N.V E- 126-13
- Relaciones De Humedad – Masa Unitaria Seca En Los Suelos - I.N.V E- 142-13

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADO ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 2: CBR DE LABORATORIO

ANEXO 3: PERFIL DEL TERRENO


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
15202147445BYC
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 25/10/2007
CARLOS ANDRES
BAEZ BAEZ
C.C. 74187852
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRESIDENTE DEL CONSEJO

República de Colombia

LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Autorizada por el Ministerio de Educación Nacional
Teniendo en cuenta que

Carlos Andrés Báez Báez

C.C. Nº. 74.187.852 de Sogamoso

Aprobó los estudios programados y cumplió con las exigencias legales y reglamentarias, le confiere el Título de

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

En constancia se firma y sella en Tunja
a los 2 días del mes de diciembre de 2016
2024

El Rector General

El Rector Seccional

El Decano de Facultad

El Secretario Seccional

Registro Interno No. 794.293.02-12-2016
Libro 16T Folio 20