REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO
MUNICIPIO DE MOCOA

DISEÑO GEOTECNICO DEFINITIVO

PROYECTO

CONSTRUCCIÓN LINEA DE CONDUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE MOCOA, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

MEMORIAS DE CÁLCULO

LEANDRO C. ORTEGA GÓMEZ
INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA

MOCOA PUTUMAYO
SEPTIEMBRE - 2021

Contenido

1. Características de la edificación y la zona 4
2. Metodología del diseño geotécnico de la cimentación 5
3. Condiciones generales 5
3.1 Localización 5
3.2 Clima 7
3.3 Suelos y uso del suelo 7
4. Evaluación Geológica y Geomorfológica 8
4.1 Geología Regional 8
4.2 Geología Local 10
4.3 Geomorfología regional 10
4.4 Geomorfología local 10
4.5 Geología estructural 10
4.6 Análisis de amenaza 10
5. Exploración Geotécnica 11
5.1 Exploración de Campo 11
5.2 Perfil Geotécnico 11
5.3 Nivel freático 12
5.4 Trabajo de laboratorio 12
6. Características físico – mecánicas del terreno 12
6.1 Tipo de suelo y Estrato de Fundación 14
6.2 Módulo de elasticidad 14
6.3 Resorte Horizontal del Suelo 15
7. Análisis de cimentación 15
7.1 Capacidad Portante 15
7.2 Cálculo de Asentamientos Elásticos 19
7.3 Factores para estabilidad de taludes y Empujes 20
7.3.1 Suelo de fundación Matriz de Grava Limosa 20
7.4 Manejo de aguas superficiales y sub-superficiales 21
8. Rellenos y compactación de zanjas 21
9. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN 23
10. Firma de los estudios geotécnicos 24
11. Referencias bibliográficas 24

LISTA DE TABLAS

TABLA. 1 CORRELACION LITOLÓGICA..... 11
TABLA. 2 PARAMETROS DE RESISTENCIA 13
TABLA. 3 CARACTERISTICAS DE SUELOS EN EXPLORACION..... 14
TABLA. 4 CORRELACIONES PARA MODULO DE ELASTICIDAD..... 15

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1. SISTEMA DE FALLAS DEL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO. INGEOMINAS 2006..... 4

FIG. 2. LOCALIZACIÓN DE PROYECTO EN MUNICIPIO DE MOCOA..... 6

FIG. 3. MAPA GEOLÓGICO. ZONA PUTUMAYO..... 8

FIG. 4. PERFIL GEOTÉCNICO VS PERFIL DE TUBERÍA 12

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. EXPLORACIÓN DE CAMPO PROPIA..... 24

ANEXO 2. PROSPECCIÓN GEO-ELÉCTRICA..... 24

ANEXO 3. Estudio Geotécnico de Proyecto "DESARROLLO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE EJES AMBIENTALES COMO PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE DESASTRES, SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MULATO, SANGOYACO Y QUEBRADA TARUCA, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO"..... 24

1. Características de la edificación y la zona

Se pretende ubicar la línea de conducción para el acueducto del municipio de Mocoa, la cual consta de dos líneas de tubería, una paralela a la otra, la cimentación será a través de la tubería, calculada en el diseño hidráulico, hasta la cota calculada, terreno que para ser base de la tubería, deberá colocarse de base una capa de arena compactada, para que no ocurran asentamientos.

Se construirá en la zona rural de Mocoa – Putumayo, departamento ubicado entre la Amazonía colombiana y el extremo occidental de la cordillera de los andes; Putumayo, y Mocoa en particular, es atravesado por la falla Mocoa, la cual es parcialmente activa, falla Afiladores y la falla Florencia.
Fig. 1. Con rocas sedimentarias marinas en la zona de llanura y rocas sedimentaria continentales en la transición entre la llanura y la cordillera de los andes.

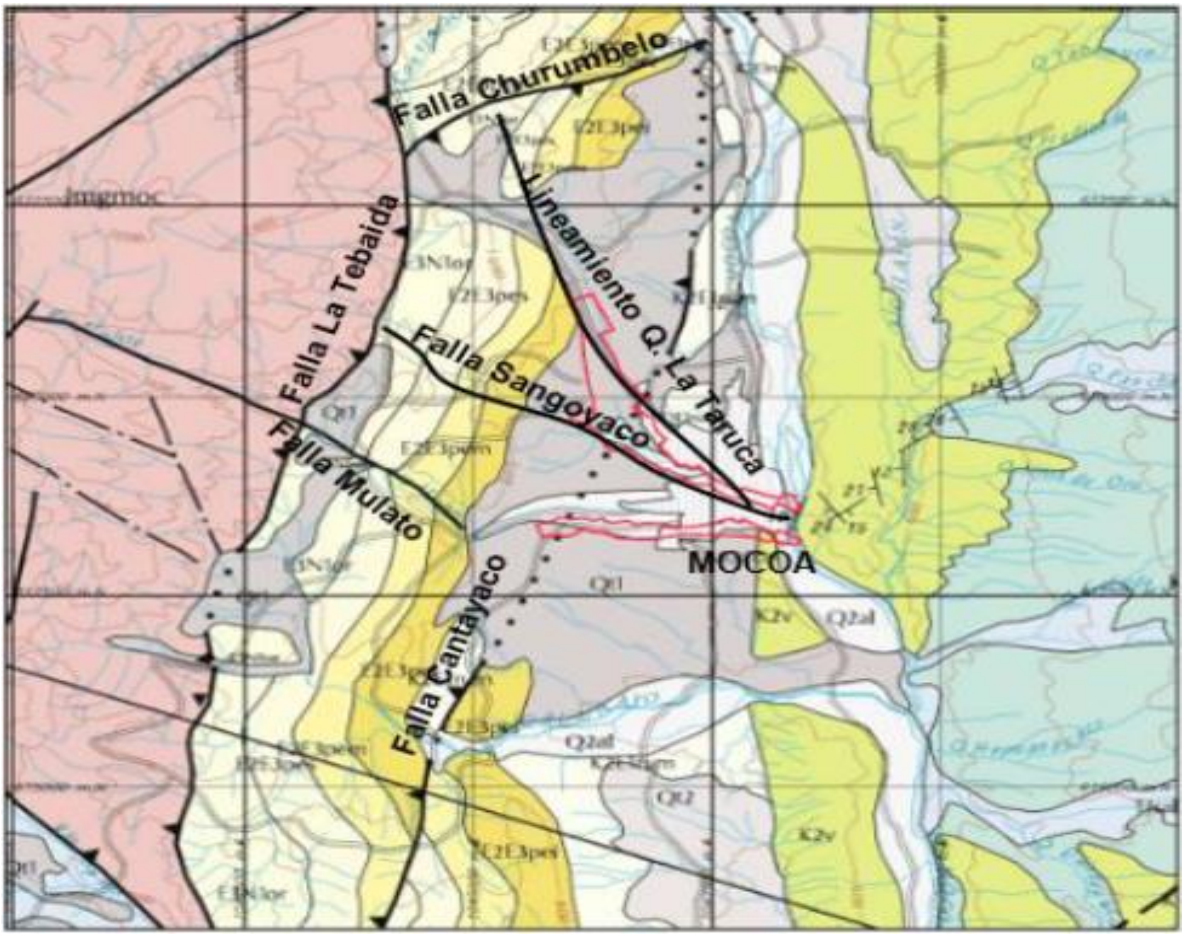


FIG. 1. SISTEMA DE FALLAS DEL DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO. INGEOMINAS 2006

2. Metodología del diseño geotécnico de la cimentación

Se iniciará con exponer una breve descripción de las condiciones generales, en lo referente a localización, clima y suelos y uso de éstos, luego se continuará con una evaluación de la geología, geomorfología y geo-estructura regional y local, se continúa con la exploración geotécnica, indicando exploración de campo, perfil geotécnico, nivel freático y trabajo de laboratorio; para continuar por último la etapa de análisis de resultados en lo referente características físico-mecánicas del terreno, tipo de suelos, parámetros geotécnicos, análisis y análisis y diseño de la cimentación.

3. Condiciones generales

El departamento del Putumayo cuenta con cerca del 9% de su territorio pertenece a la unidad de Paisaje Cordillera de los Andes, ubicada por encima de los 900 metros sobre el nivel medio del mar (msnmm), cerca del 6% pertenece a la unidad de Paisaje Piedemonte, ubicada entre los 300 y los 900 msnmm, entre ellos el municipio de Mocoa y cerca del 85% pertenece a la unidad Llanura Amazónica, ubicada por debajo de los 300 msnmm. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008.

3.1 Localización

El departamento del Putumayo está localizado al sur occidente del territorio colombiano, limita al sur con los países de Ecuador y Perú, al occidente con el departamento de Nariño, al oriente con el departamento del Caquetá y el Amazonas y al norte con los departamentos del Huila y Cauca.
Mocoa está localizado a 1,14889, -76,64778. Latitud, longitud, se encuentra a 457 msnmm.

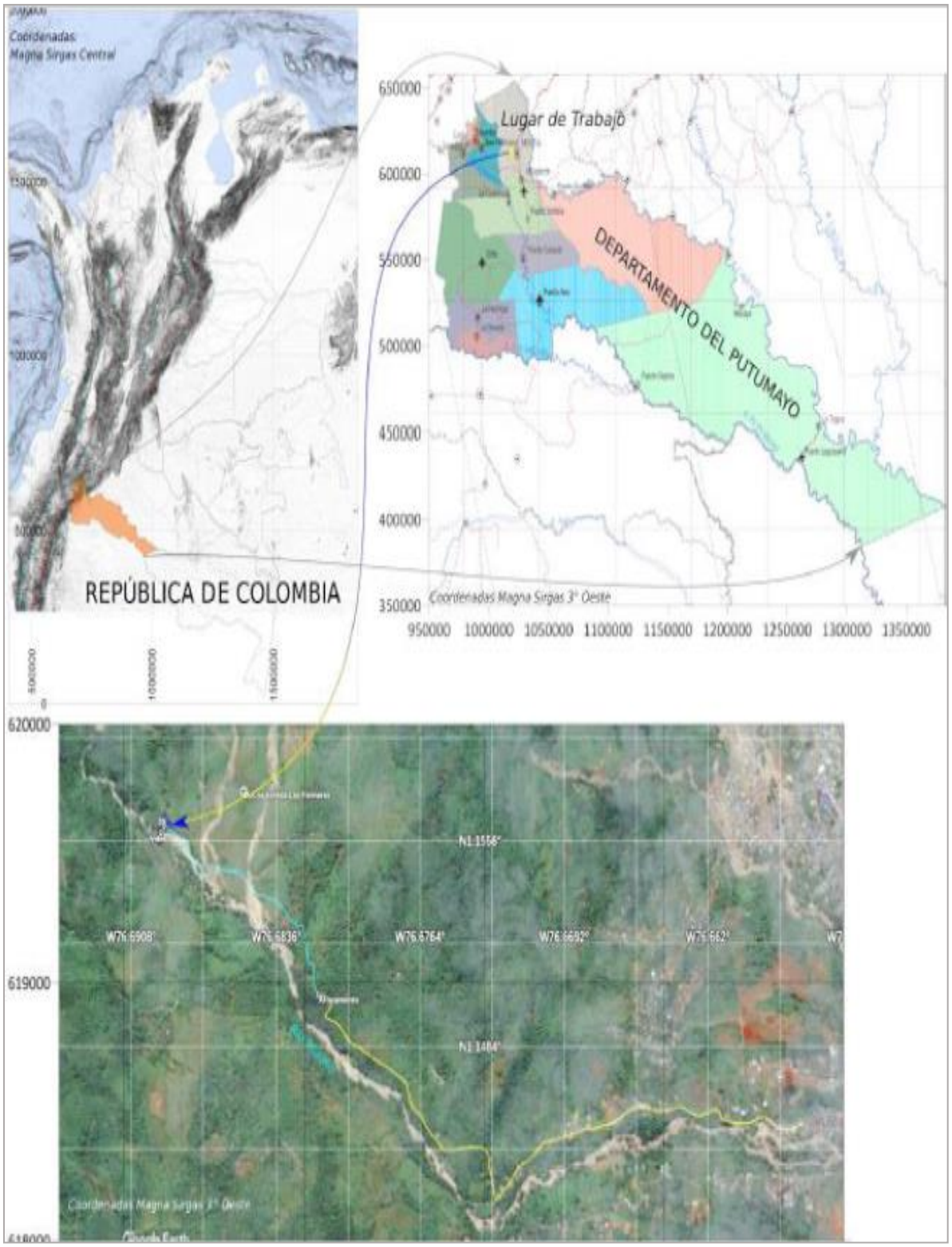


FIG. 2. LOCALIZACIÓN DE PROYECTO. GOOGLE EARTH

3.2 Clima

Según el sistema de clasificación de Thornthwaite el Departamento de Putumayo presenta un clima que varía de Mesotérmico Perhúmedo/Húmedo en la Cordillera, a Megatérmico Perhúmedo en el Piedemonte y la Llanura amazónica, con temperaturas promedio multianuales de 11,5°C entre El Encano y Santiago (límites con Nariño) hasta 25,3°C en Leguízamo (límite con Amazonas) y precipitaciones totales multianuales de 1.328 mm/año entre El Encano y Santiago en la Cordillera, 4.829 mm/año cerca de Villagarzón (a 14 kilómetros de Mocoa) en el Piedemonte y 3.007,4 mm/año cerca a Puerto Leguízamo en la Llanura. Los aportes de precipitación son constantes durante todos los meses del año, variando entre 630 mm anuales en los años más secos, hasta 3.500 mm en los de mayor precipitación. Sus principales arterias fluviales están representadas por los ríos Caquetá, con un caudal promedio cercano a los 4.144,8 m3/s a la altura de la estación Guaquirá aguas abajo del asentamiento La Tagua (00°21'S 074°01'W); y el Putumayo, que presenta mejores condiciones de navegabilidad que el Caquetá por carecer de Raudales. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008.

3.3 Suelos y uso del suelo

Desde el punto de vista de la Geología Económica, en el departamento existen diferentes yacimientos, depósitos, prospectos y manifestaciones minerales metálicas y no metálicas, entre las que se destacan: Oro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Estaño, Molibdeno, Titanio, Tungsteno, Caliza, Diatomitas, Evaporitas, Yeso, Mica y Mármol. Adicionalmente, sobre la cuenca sedimentaria del río Putumayo se vienen desarrollando, desde hace doce lustros actividades relacionadas con la exploración y la explotación de Petróleo, el cual, a pesar de haber decaído en su cantidad significativamente comparado con la producción alcanzada cuando se inició su explotación, representa la principal fuente de ingresos provenientes de la nación por concepto de regalías. En términos generales, los suelos amazónicos son pobres en minerales. De acuerdo con PRORADAM (1979), en la región se presentan suelos formados de depósitos aluviales y fluvio-torrenciales, entre los que se distinguen: suelos asociados a los depósitos de los ríos de origen andino como el Caquetá y el Putumayo, el Guamuéz, el Orito, entre otros; b) suelos asociados a los ríos de aguas negras de origen amazónico como el Mecayá y el Sencella; suelos de valles menores con influencia coluvio-aluvial; suelos de terrazas; suelos de abanicos del Piedemonte; suelos originados por la denudación de la superficie sedimentaria terciaria; y suelos asociados a las estructuras geológicas, entre los que se presentan los relacionados con las secuencias ígneo-metamórficas en el extremo occidental. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008

4. Evaluación Geológica y Geomorfológica

A continuación se hará una descripción de la geología, la geomorfología y la geo-estructura, regional y local.

4.1 Geología Regional

La región del departamento Putumayo es una zona, geológicamente, muy diversa; a continuación describiré cada una de los afloramientos de rocas encontrados.

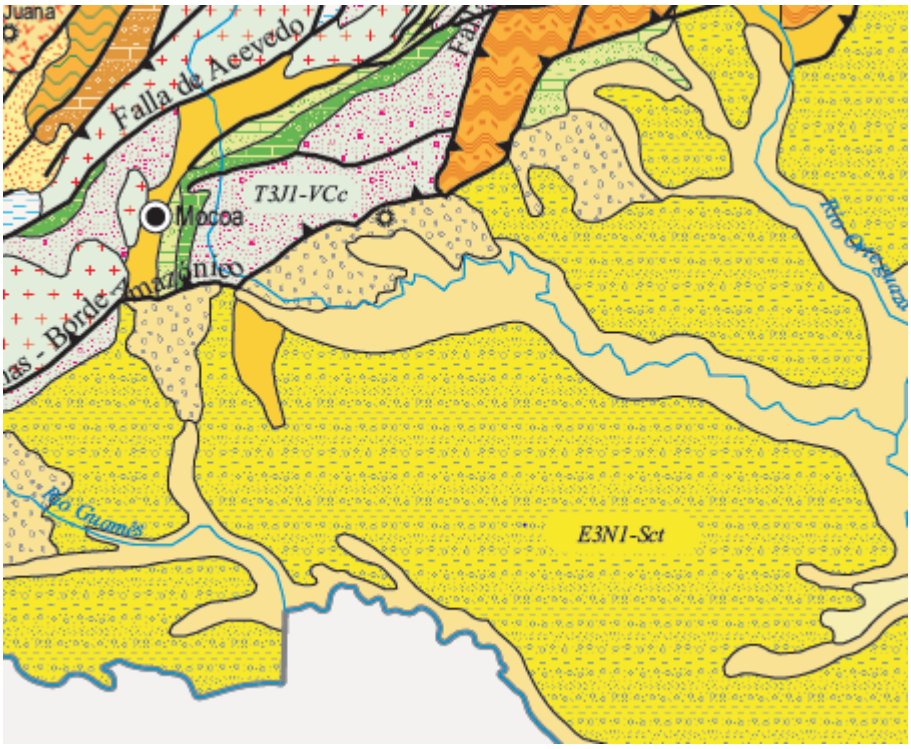
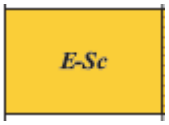


FIG. 3. Mapa Geológico. Zona Putumayo



E3N1-Sct (Zona de llanura)= En la zona de la llanura Amazónica se encuentran rocas sedimentarias de origen continental transicional (ct), de la era del cenozoico (CZ), del periodo entre el Paleógeno (E) y el Neógeno (N), de la época entre el Oligoceno (E3) y el Mioceno (N1)



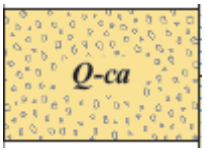
E-sc (Zona transición)= En la zona de transición, donde se ubica el municipio de Mocoa se encuentran rocas sedimentarias de origen continental (sc), de la era del Cenozoico, del periodo del Paleógeno (E)



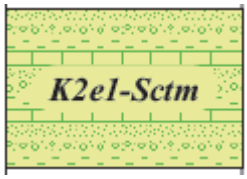
T3J1-VCc =También se evidencia presencia de rocas vulcano-clásticas de origen continental (VCc), de la era del Mesozoico, (MZ), del periodo entre el triásico (T) y el jurásico (J), de la época entre el triásico Superior/Tardío (T3) y el jurásico Inferior/Temprano (J1)



K1-Sctm = Roca sedimentaria continental transicional marino (Sctm), de la era del Mesozoico (MZ), del periodo Cretácico (K), de la época Inferior/Temprano (K1)



Q-ca =Depósitos de abanicos (ca), de la era del Cenozoico (CZ), del periodo Cuaternario (Q).



K2e1-Sctm = Roca sedimentaria continental transicional marino (Sctm), de la era entre el Cenozoico (CZ) y el Mesozoico (MZ), del periodo entre el Cretácico (K) y el Paleógeno (E), de la época del cretácico Superior/Tardío (K2) y la época del paleógeno Paleoceno (E1)

4.2 Geología Local

El municipio de Mocoa hace parte de la zona de transición geológica presente en el departamento del Putumayo, que va desde la zona de llanura hasta la parte oriental de la cordillera de los andes, el municipio tiene presencia de todas las rocas descritas en el inciso anterior de la geología regional.

4.3 Geomorfología regional

En el Departamento se distinguen tres unidades geomorfológicas básicas: a) Denudacionales: comprende la "Planicie Amazónica" y el sector montañoso asociado a la Cordillera Centro-Oriental y Oriental; b) Deposicionales: se distinguen las asociadas a depósitos y abanicos aluviales y a conos de deslizamiento, producto de la actividad orogénica. En esta unidad se encuentra la denominada "Planicie Amazónica Reciente", asociada a los ríos Caquetá y Putumayo; y c) Estructurales: unidades que por las fuerzas internas de la corteza terrestre, configuran el paisaje dando lugar a serranías. Esta unidad se localiza en el extremo occidental del Departamento y es conocida como Serranía de los Churumbelos. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008

4.4 Geomorfología local

El Municipio de Mocoa abarca las tres unidades geomorfológicas básicas presentes en el departamento, pero la zona urbana y rural habitada es la zona de la planicie Amazónica donde hay presencia de unidades denudacionales y deposicionales. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008

4.5 Geología estructural

Estructuralmente la zona andina está afectada por varias fallas orientadas en sentido noreste suroeste y de tipo inverso principalmente, entre las que se encuentran: la falla Conejo, la falla de la Tortuga, la falla de San Francisco- Yunguillo, la falla de Churumbelo, la falla Mulato, Sangoyaco y la falla de Urdusue, La falla Sibundoy tiene una orientación noroeste a sureste. CORPOAMAZONÍA Junio de 2008.

En la figura 3. Se puede observar la presencia de los diferentes afloramientos de rocas y el sistema de fallas las lomas – borde amazónico y la falla Acevedo.

4.6 Análisis de amenaza

Por las fallas presentes en el departamento, el municipio de Mocoa se encuentra entre el sistema de fallas las lomas y la falla Acevedo, razón por lo cual el nivel de amenaza es alta para el municipio de Mocoa, lo cual es expresado en la norma sismo-resistente del 2010.

5. Exploración Geotécnica

De acuerdo a la exploración geotécnica tenemos:

5.1 Exploración de Campo

La exploración de campo se realizó por medio del ensayo de prospección geo-eléctrica y la identificación de las características de la formación rocosa, por medio de ensayos de refracción sísmica, del diseño geotécnico del proyecto "DESARROLLO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE EJES AMBIENTALES COMO PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE DESASTRES, SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MULATO, SANGOYACO Y QUEBRADA TARUCA, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO"; los cuales se anexarán al informe.

5.2 Perfil Geotécnico

La exploración de campo nos arroja un perfil del geotécnico con un tipo de suelo, arcilloso, como una primera capa, seguido de un material tipo grava limosa, con presencia de sobre-tamaños en la superficie y material más delgado en la profundidad y la formación rocosa. Ver anexos

RESISTIVIDAD (Ω•m)	CORRELACIÓN LITOLÓGICA Y DE MATERIALES
< - 50,0	Capas de lodos y arcillas Sedimentos saturados / zonas con sulfatos.
50,0 - 70,0	
70,0 - 98,0	
98,0 - 137,2	
137,2 - 192,1	Materiales granulares limosos saturados.
192,1 - 268,9	
268,9 - 376,5	Roca meteorizada tipo arenas, potencialmente saturada.
376,5 - 527,1	
527,1 - 737,9	Materiales areno-gravosos, potencialmente saturados / Roca sedimentaria fracturada.
737,9 - 1.033,1	
1.033,1 - 1.446,3	Materiales granulares secos Heterogéneos / Roca muy fracturada / Bloques
1.446,3 - 2.024,8	
2.024,8 - 2.834,7	Roca menos fracturada Materiales superficiales secos
2.834,7 - 3.968,6	
3.968,6 - 5.556,0	Roca sana / Materiales superficiales secos Materiales de relleno compactos.
5.556,0 - 7.778,4	
7.778,4 - <	

Tabla 1. Correlación Litológica. Fuente Prospección Geo-eléctrica

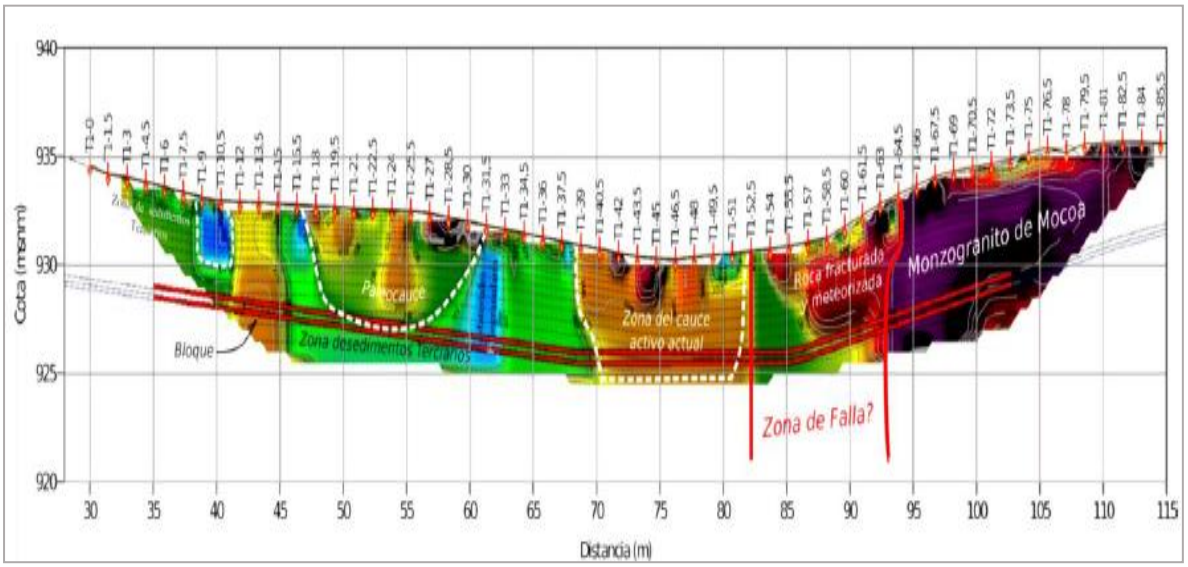


FIG. 4. Perfil Geotécnico Vs Perfil de tubería. Fuente: Prospección Geo-eléctrica.

5.3 Nivel freático

No se encontró aguas sub-superficiales, el agua sub-superficial que se puede presentar es debido a la infiltración de las aguas de escorrentías superficiales y el mismo río Mulato. Ver anexos

5.4 Trabajo de laboratorio

Se usarán los estudios realizados en el proyecto "DESARROLLO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE EJES AMBIENTALES COMO PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE DESASTRES, SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MULATO, SANGOYACO Y QUEBRADA TARUCA, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO". Ver anexos

6. Características físico – mecánicas del terreno

De acuerdo a los trabajos realizados en el proyecto anteriormente nombrado, se presentan los siguientes características mecánicas del perfil del suelo obtenido

Materiales térreos	Material	Peso específico γ (kN/m3)	Cohesión c´ (kPa)	Ángulo de fricción φ´ (°)	Compresión inconfinada σc (kPa)
Relleno antrópico de construcción.	Jar	21	0.0	35.0	-
Depósito aluvial actual.	Qal	20	2.0	33.0	
Depósito clastosoportado de terraza aluvial.	Qtb	20	12.0	33.0	-
Depósito fluviotorrencial matrosoportado a clastosoportado en matriz arcillosa.	Qaam	19	15.0	27.0	-
Depósito fluviotorrencial clastosoportado en matriz areno-limosa.	Qaac	20	12.0	33.0	-
Depósito fluviotorrencial clastosoportado en areno-lodosa	Qaacb	21	12.0	33.0	-
Arcillolita de la Fm. Rumiyaco muy meteorizada de mala calidad.	K2e1rum(1)	18	-	-	500
Arcillolita de la Fm. Rumiyaco meteorizada de mala calidad.	K2e1rum	23	-	-	2000
Lodolita de la Fm. Villeta meteorizada de mala calidad.	Rmlv	19	-	-	2000

Tabla 2. Parámetros de Resistencia. Fuente: Consorcio ejes ambientales

SONDEO	CAPA	ESPESOR CAPA	qU	PENETRACIÓN ESTANDAR	PESO UNIT HÚMEDO	CLASIFICACIÓN			GRADACIÓN (PORCENTAJE PASA TAMICES				CLASIFICACIÓN	NIVEL FREÁTICO	HÚMEDAD NATURAL
No	No	metros	Kg/cm²	N=GOLPES	gr/cm³	LL %	LP %	IP %	No 4	No 10	No 40	No 200	U.S.C.S	metros	%
1		1.00				NL	NP		52	42	19	9	SM-SW		8.6
		2.10				NL	NP		42	32	11	4	GP		12.8
		3.10				NL	NP		48	38	16	5	GP		8.5
		3.10				NL	NP		35	27	15	10	GP-GM		11.1
		4.20				NL	NP		53	42	23	13	SM		13.9
		5.10				NL	NP		48	38	18	9	GP-GM		10.1
		6.00				NL	NP		53	43	25	16	SM		16.5
NOTA			NO SE REALIZO ENSAYO												
NOTA2															

WALTER CORTEZ ORTIZ
Geotecnólogo

Tabla 3. Características del suelo en exploración. Fuente: Propia

6.1 Tipo de suelo y Estrato de Fundación

La cota de fundación de la tubería, obedece al diseño hidráulico, de la red del acueducto y del estudio de socavación emitido en el diseño hidráulico del río Mulato en ese sector, estudios que arrojan la cota de fundación a los **5,0m** de profundidad, desde la cota del terreno.

No es necesario la estimación de la capacidad portante en éste estrato, pues la carga que le induce la tubería, será muy pequeña, frente a la capacidad de éstos tipos de perfiles de suelo, lo más importante es encontrar los empujes horizontales para la colocación de ésta tubería, pues con éstos empujes se podrá calcular los sistemas de entibados para la protección del personal de obra.

6.2 Módulo de elasticidad

Entonces procedemos con obtener E

CORRELACION DEL MODULO DE ELASTICIDAD DEL SUELO CON LA PRUEBA SPT

La E es en kp/cm2

AUTOR	CORRELACION	TIPO DE MATERIAL
Beguemnn (1974)	E=12(nspt+6)	gravas y arenas Nspt<15
	E=40+12(nspt-6)	gravas y arenas Nspt>15
Webb (1974)	E=5(nspt+15)	arenas finas por encima del nivel freatico
	E=3,3(nspt+15)	arenas arcillosas
	E=4(nspt+12)	casos intermedios
Meigh y Nixon(1961)	E=5Nspt	limos y linos arcillosos
	E=8Nspt	arenas finas por encima del nivel freatico
Butler (1974)	E=130Cu	arcillas
	E=220Cu	arcillas

Tabla 4. Correlaciones para Módulo de Elasticidad

Kp es kilopondio y 1 kp=10N
Utilizaré a Butler; Cu=0.2T/m2. Tabla 1. Depósito aluvial actual (más desfavorable)
Entonces E=130*0.2T/m2= **26 T/m2**

6.3 Resorte Horizontal del Suelo

De acuerdo a Broms

$$k_h = \frac{1,67 * E_{50}}{d}$$

K=Coeficiente de balasto T/m3.
E_{50}=26 T/m2
d =B ancho de cimentación en metros
d=1.0m (Tubería de 12”+8”+ bloque de concreto de protección)

Entonces **K**=43,42 T/m3 = 0,043 Kg/cm3

7. Análisis de cimentación

Para el análisis de la fundación es preciso encontrar los factores para estabilidad de taludes y empujes.

7.1 Capacidad Portante

Ahora nos disponemos a encontrar la capacidad portante del suelo; usando los estudios de Meyerhof para cimentaciones corridas.

$$q'_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B'N_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

q'_u= Capacidad portante (unidades de presión)
C=Cu= Cohesión.
q = Esfuerzo efectivo
ɣ= Peso unitario seco del suelo
Nc, Nq y Nɣ= Factores de capacidad de carga en función de φ (adimensionales)
Fcs, Fqs y Fɣs= Factores de corrección por forma
Fcd, Fqd y Fɣd= Factores de corrección por profundidad
Fci, Fqi y Fɣi = Factores de corrección por inclinación (cuando existe inclinación)

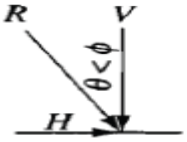
Con Meyerhof:

$$N_q = e^{\pi \tan\phi} \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\phi)$$

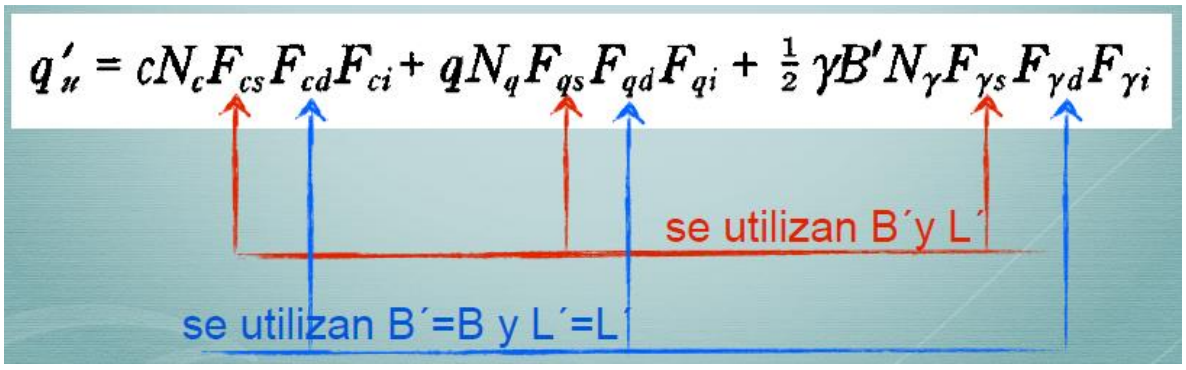
Con φ=33,0° Deposito aluvial actual
Nc= 38,64
Nq= 26,09
Nɣ= 26,16
Ahora los factores de forma, profundidad e inclinación; con Meyerhof:

Factores	Valores	Para
Forma	$s_c = 1 + 0.2K_p\frac{B}{L}$	Any ϕ
	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p\frac{B}{L}$	$\phi > 10°$
	$s_q = s_\gamma = 1$	$\phi = 0$
Profundidad	$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p}\frac{D}{B}$	Any ϕ
	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p}\frac{D}{B}$	$\phi > 10$
	$d_q = d_\gamma = 1$	$\phi = 0$
Inclinación 	$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta°}{90°}\right)^2$	Any ϕ
	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta°}{\phi°}\right)^2$	$\phi > 0$
	$i_\gamma = 0$ for $\theta > 0$	$\phi = 0$

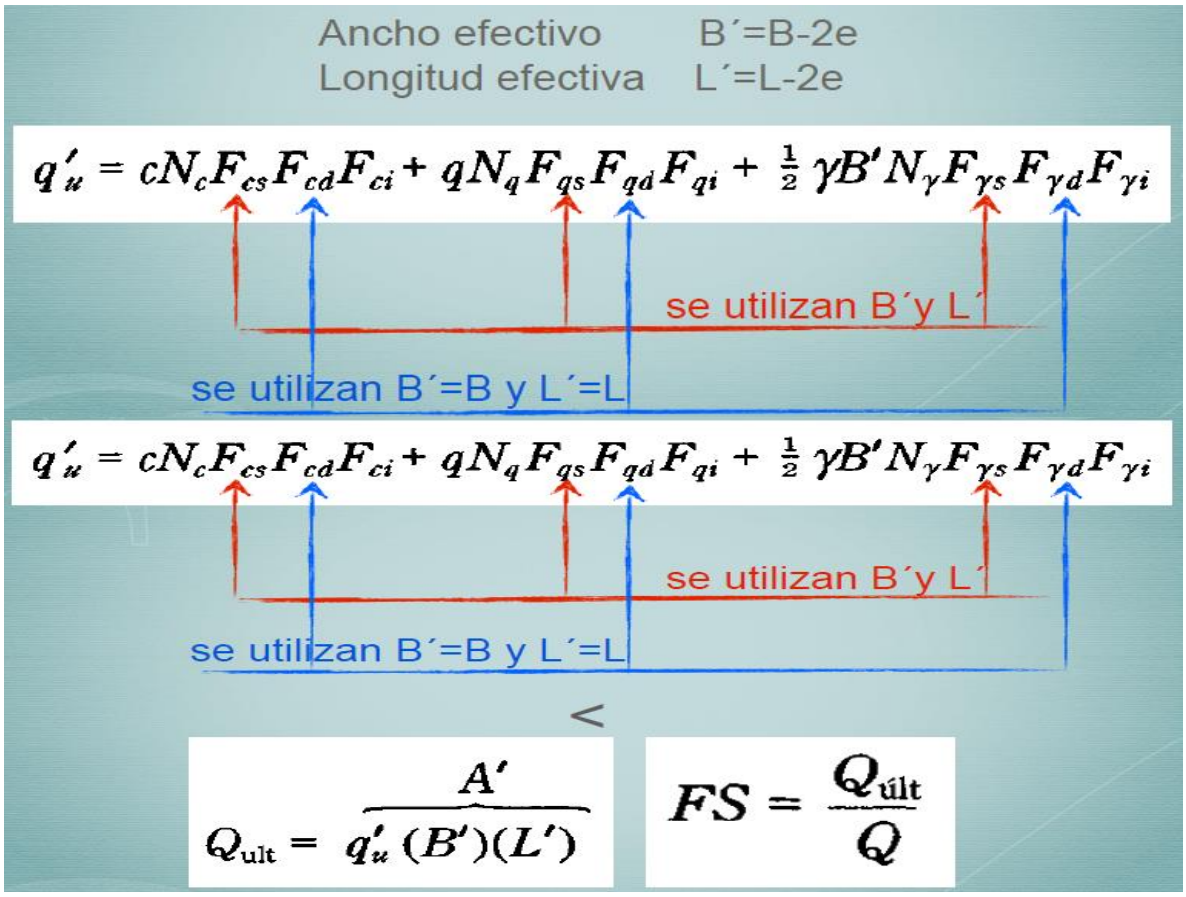
Where $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$ as in Fig. 4-2
θ = angle of resultant R measured from vertical without a sign; if $\theta = 0$ all $i_i = 1.0$.
B, L, D = previously defined

Sc=Fcs; Sq=Fqs; Sɣ=Fɣs
dc= Fcd; dq= Fqd; dɣ=Fɣd
ic= Fci; iq= Fqi; iɣ=Fɣi

Meyerhof (1953) propone:



Iniciamos con la evaluación como zapata corrida, tomaré la carga axial que es producto del bloque de concreto que protegerá a la tubería, el cual es un bloque de concreto de 1.0m de ancho por 0.80m de alto, lo cual entrega 1,92 Ton (1.0m*0.8m*1.0m cada metro de tubería, *2.4Ton/m3), ɣ=2,0 T/m3 (depósito aluvial), Desplante=5,0m, φ=33,0°, Cu=0,0 (para evaluar a largo Se plazo asumiendo que la cohesión se pierde en el tiempo) y Factor de seguridad=3



B=1,0m (Tubería), L=1,0m;

Fcs= 1,68; Fcd=2,84; Fci= 1,00
Fqs= 1,34; Fqd=1,92; Fqi= 1,00
Fɣs= 1,34; Fɣd=1,92; Fɣi= 1,00

Por seguridad tomaré éstos factores de forma como iguales a 1,0.
Entonces tenemos: q'_u= 287,06 T/m2 para la tubería
De acuerdo a esto tenemos una capacidad portante última = 287,06 T/m2 y con A'=1,0m2 tenemos que en ésta área podemos cargar 287,06Ton.

Lo que nos da un **q admisible**= 287,06/3= **95,69 Ton>>1,92Ton** (esto por m de tubería);

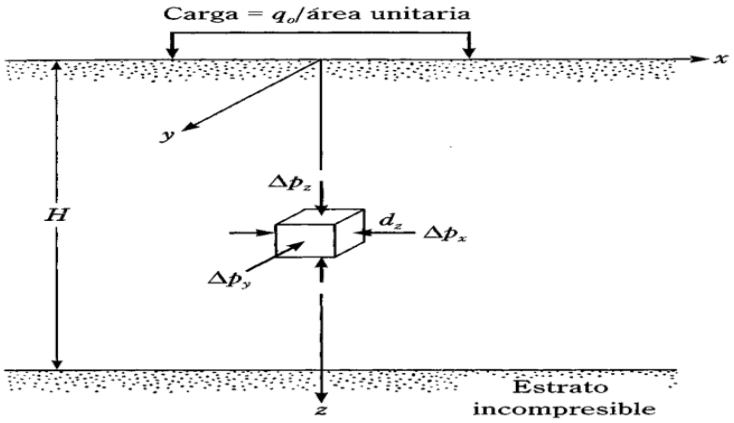
De acuerdo a lo expresado anteriormente, la capacidad portante no es determinante, pues la carga a imponer es muy pequeña.

Este tipo de obras lo importante es la evaluación de estabilidad global de la zona donde se

ubicará, para evaluar problemas como deslizamientos, erosión por efectos atmosféricos, problemas de socavación (evaluado en el diseño hidráulico).

7.2 Cálculo de Asentamientos Elásticos

Utilizaremos los estudios de Harr, además que es aplicable a cualquier tipo de suelo



$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu_s^2)\frac{\alpha}{2} \qquad \text{(esquina de la cimentación flexible)}$$

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu_s^2)\,\alpha \qquad \text{(centro de la cimentación flexible)}$$

$$\alpha = \frac{1}{\pi}\left[\ln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+m_1}{\sqrt{1+m_1^2}-m_1}\right) + m\ln\left(\frac{\sqrt{1+m_1^2}+1}{\sqrt{1+m_1^2}-1}\right)\right]$$

$m_1 = L/B$
$B =$ ancho de la cimentación
$L =$ longitud de la cimentación

donde
$S_e =$ asentamiento elástico
$E_s =$ módulo de elasticidad del suelo
$H =$ espesor del estrato de suelo
$\mu_s =$ relación de Poisson del suelo
$\Delta p_x, \Delta p_y, \Delta p_z =$ incremento del esfuerzo debido a la carga neta aplicada a la cimentación, en las direcciones x, y y z, respectivamente

Es=26 T/m2, B=1,0m, L=1,0m y μ= 0,30 (poisson asumida es conservadora para nuestro caso), Q=1.92T, q_o=Q/B*L=1.92T/m2 Tubería

Entonces
S_{centro}=31,67mm Asentamiento bloque de concreto de protección de tubería
Asentamientos totales aceptables para este tipo de obras

7.3 Factores para estabilidad de taludes y Empujes

7.3.1 Suelo de fundación Matriz de Grava Limosa

Asumiré un suelo tipo E, estimando la peor posibilidad, que toda la altura del terreno de excavación sea en el tipo de material arcilloso.

Kh= Aa*Fa*I*0,8
Aa=0,30
Fa=1,2
I=1,10
Kh=0,32g; factor para empuje dinámico horizontal de estructuras de contención

Ka= $Tang^2$ (45-ϕ/2). Rankine = Empuje activo; ϕ=27,0° Tabla 1. Depósito fluvio torrencial en matriz arcillosa (Más desfavorable)
Ka=0,38

σh=Esfuerzos Horizontales
σh= Ka* **σv**; **σv**=Esfuerzo vertical en condiciones totales, **σv**=ɣhúmedo*h. ɣhúmedo=2,10T/m3 Tabla 1. Depósito fluvio torrencial en arena lodosa
h=5,0m

σh=2,10T/m3*5,0m*0,38=3,99 T/m2

Kp= $Tang^2$ (45+ϕ/2)= Empuje pasivo
Kp=2,66

T=Esfuerzo cortante del terreno. Limo de baja plasticidad.
T=Cu+ **σv** *Tang ϕ

Para éste esfuerzo la condición más desfavorable será en esfuerzos totales por que las cargas serán impuestas rápidamente, por lo cual diremos que el terreno no alcanza a desarrollar el ángulo de fricción, entonces podremos tomar el ángulo de fricción igual a cero
T=Cu=0,20 T/m2

7.4 Manejo de aguas superficiales y sub-superficiales

Para el caso de aguas sub-superficiales, si llegaran a presentarse, se podrán abatir más fácilmente con el método conocido como "bombeo de achique", método que lo que hace es conducir las aguas por zanjas colectoras hasta cárcamos de bombeo para extraerla e impedir la inundación del área de trabajo.

Para el caso de aguas superficiales además de poderse utilizar el método anteriormente nombrado, también se aconseja no exponer las fundaciones por mucho tiempo, es decir lo importante es salir rápidamente de los trabajos en las zonas de fundación.

8. Rellenos y compactación de zanjas

De acuerdo con G.2.5.2 RAS 2000, tenemos:

"Cuando la calidad del terreno en el fondo de la zanja no sea adecuada para la colocación de la tubería, es decir que sea inestable o se encuentren materiales indeseables como basuras, materias orgánicas o fragmentos grandes de piedra, dicho material debe excavarse y removerse hasta la profundidad autorizada por el interventor. Debe colocarse material seleccionado en capas de 10 cms. Las diversas capas deben apisonarse adecuadamente con el fin de obtener un apoyo uniforme y homogéneo para recibir la tubería"
De acuerdo con esto el material seleccionado como base para la tubería, deberá ser arena limpia.

Para el relleno se deberá cumplir el inciso G.2.5.3 RAS 2000 que reza lo siguiente

"Las tuberías deben ser atracadas en la mitad de su diámetro y luego colocar la capa de recebo hasta una altura de 10 cm sobre la clave de la tubería. Luego se procede con la colocación del material de relleno en capas de 20 cm.
El relleno debe efectuarse lo más rápidamente después de la instalación de la tubería, para evitar que caigan objetos extraños o material de los taludes en la zanja.
Mediante apisonamiento manual debe proporcionarse un relleno inicial de 15 a 30 cms sobre la tubería. Por encima de esta capa la compactación es preferiblemente ejecutada con equipos, y se debe buscar una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo Próctor Modificado. Las capas deben conformarse en espesores compactados de 20 cms."

De acuerdo con éste inciso se deberá atracar y rellenar la tubería con material granular compactado tipo arena, los primeros 10cm desde la cota clave de la tubería, de ahí en adelante hasta alcanzar la cota terreno o base para posibles pavimentos, se deberá compactar un relleno granular en capas no mayores a 20cm, el material de relleno deberá cumplir con el inciso G.2.5.4.2 RAS 2000.

Los espesores de las diferentes capas granulares empleadas para el relleno de la tubería, deberá realizarse para un subsiguiente diseño de pavimento y el relleno para el canal, deberán cumplir los siguientes exigencias

Mejoramiento de material granular para relleno:

- Para el manejo de los rellenos se deberán realizar con el material granular especificado anteriormente
- Se deben proveer los medios suficientes de drenaje (filtros subterráneos) para evitar el anegamiento de la subrasante durante el proceso constructivo, y los cambios volumétricos de la subrasante durante su vida útil, en especial si las estructuras colindan con zonas verdes o sistemas urbanos de drenaje sostenibles.

Recomendaciones de ensayos:

- Próctor modificado I.N.V.E-142: Una (1) cada 500 m3 de material suministrado. Cuando cambien las características de color y textura del material suministrado o cuando se cambie la cantera.

- Granulometría I.N.V.E-213: Una (1) cada 500 m3 de material suministrado. Debe estar entre los límites de la curva de granulometrías de las especificaciones.

- Límite líquido I.N.V.E-125: Una (1) cada 500 m3 de material suministrado. Menor al 30%.

- Índice de plasticidad I.N.V.E-126: Una (1) cada 500 m3 de material suministrado. La fracción del material que pasa el tamiz Nº 40 debe tener un IP menor al 4% se debe pedir certificación del proveedor.

- Densidades: Dos (2) cada 500 m2 de material compactado.

Mínimo el 95 % con relación al ensayo del próctor modificado.

Para el caso del presente proyecto se fundirá una capa de concreto por encima de la tubería, esto por supuesto es mayor a los mínimos exigidos en la norma RAS 2000

9. RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

- Debe tenerse cuidado en las excavaciones debido a las aguas de escorrentía superficial para impedir que estas puedan filtrarse en las excavaciones.

- La profundidad de cimentación será de 5,0m, de acuerdo con diseños hidráulicos.

- Aunque la base de la cimentación es suficiente para soportar éstas estructuras, es recomendable realizar un mejoramiento de 0,20m, con material granular especificado en el punto 8 y/o con material granular tipo INVIAS art. 220-13 y art. 230-13.

- Ya que se necesitarán excavaciones de más de un metro de profundidad, se requieren medidas de contención de los taludes con entibados en madera o metálicas que garanticen la capacidad de soporte lateral obtenida anteriormente en el inciso 7.3.1. Ó por lo contrario usar un ángulo de excavación de <27°, que es el ángulo de fricción del terreno, el más desfavorable que se puede encontrar.

- La integridad de la tubería debido a cargas es responsabilidad del diseño hidráulico, además del anclaje de ésta al suelo de fundación.

- Se deberá tener profesionales idóneos para controlar algún tipo de problemas técnicos en las fundaciones.

- Las recomendaciones anteriores no excluyen el cumplimiento de las normas técnicas de construcción y sus decretos modificatorios.

10. Firma de los estudios geotécnicos

Anexo documentos de posgrado en el área de la Geotécnica.

11. Referencias bibliográficas

- Documentos de CORPOAMAZONÍA DE JUNIO DE 2008
- Compilando la Geología Colombiana una visión a 2015. Jorge Gómez Tapia, María Fernanda Almanza.
- Cartografía Geológica Cuenca Caguán – Putumayo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Agosto de 2009.
- INGEOMINAS.
- Norma Sismo-Resistente de 2010.
- Ingeniería de Cimentaciones. Enrique Tamez González.
- Manual de Diseño Para Maderas del grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena

- Estudio Geotécnico Proyecto "DESARROLLO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE EJES AMBIENTALES COMO PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE DESASTRES, SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MULATO, SANGOYACO Y QUEBRADA TARUCA, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO"

Anexos

Anexos 1: Exploración de campo propia

Anexos 2: Prospección Geo-eléctrica de proyecto presente

Anexos 3: Estudio Geotécnico de Proyecto "DESARROLLO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE EJES AMBIENTALES COMO PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL Y DEL RIESGO DE DESASTRES, SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS MULATO, SANGOYACO Y QUEBRADA TARUCA, EN EL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO"



ING. LEANDRO C. ORTEGA GÓMEZ
M.P 05202128718 ANT
ESPECIALISTA EN INGENIERIA SISMO-RESISTENTE
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

LABORATORIO DE SUELOS
WALTER H CORTÉS
TEL: 4296887 (MOCOA)

RESUMEN ESTUDIO DE SUELOS
RESULTADOS

CLIENTE SALAS FECHA 8 de octubre de 2021 REFERENCIA ACUEDUCTO MOCOA

PROYECTO BOCATOMA SUBFLUVIAL SONDEOS 1.- UBICACIÓN BOCATOMA

SONDEO	CAPA	ESPESOR CAPA	qU	PENETRACIÓN ESTANDAR	PESO UNIT HÚMEDO	CLASIFICACIÓN			GRADACIÓN (PORCENTAJE PASA) TAMICES				CLASIFICACIÓN	NIVEL FREÁTICO	HÚMEDAD NATURAL
						LL	LP	IP							
No	No	metros	Kg/cm²	N=GOLPES	gr/cm³	%	%	%	No 4	No 10	No 40	No 200	U.S.C.S	metros	%
1		1.00				NL	NP		52	42	19	9	SM-SW		8.6
		2.10				NL	NP		42	32	11	4	GP		12.8
		3.10				NL	NP		48	38	16	5	GP		8.5
		3.10				NL	NP		35	27	15	10	GP-GM		11.1
		4.20				NL	NP		53	42	23	13	SM		13.9
		5.10				NL	NP		48	38	18	9	GP-GM		10.1
		6.00				NL	NP		53	43	25	16	SM		16.5

NOTA NO SE REALIZO ENSAYO

NOTA2

WALTER CORTEZ ORTIZ
Geotecnólogo

LABORATORIO DE SUELOS
WALTER H CORTÉS
TEL: 4296887 MOCOA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN
MATERIAL
SONDEO No 1
PROYECTO OBRA BOCATOMA

SECTOR BOCATOMA
CAPA (1,00 mts)
FECHA 8 de octubre de 2021
OBSERVACIONES CAPA (1,00 mts)

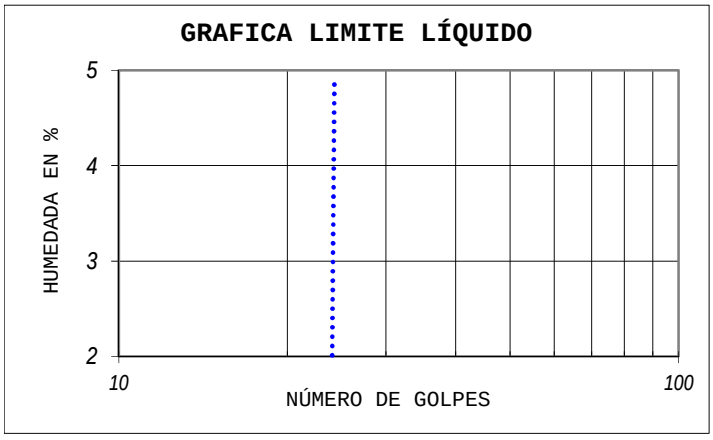
LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

No DE Ggolpes			
RECIP.No.		NL	
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.			
Ph+Pr		NP	
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			



GRADACIÓN

P1= **1651.9** P2=

TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	800.0	48.4	52
No 10	163.0	9.9	42
No 40	380.0	23.0	19
No 200	165.0	10.0	9
FONDO	143.9		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO NL
LÍMITE PLÁSTICO NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

U.S.C.S. **SM-SW**
A.A.S.H.T.O.
INDICE DE GRUPO

OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

LABORATORIO DE SUELOS
WALTER H CORTÉS
TEL: 4296887 MOCOA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	MATRIZ DE GRAVA LIMOSA HUMEDA IN SITU	SECTOR	BOCATOMA
MATERIAL	GM CARMELITA-CONGLOMERADO	CAPA	2,10 mts
SONDEO	No 1	FECHA	8 de octubre de 2021
PROYECTO	OBRA BOCATOMA	OBSERVACIONES	ESPESOR DE LA CAPA

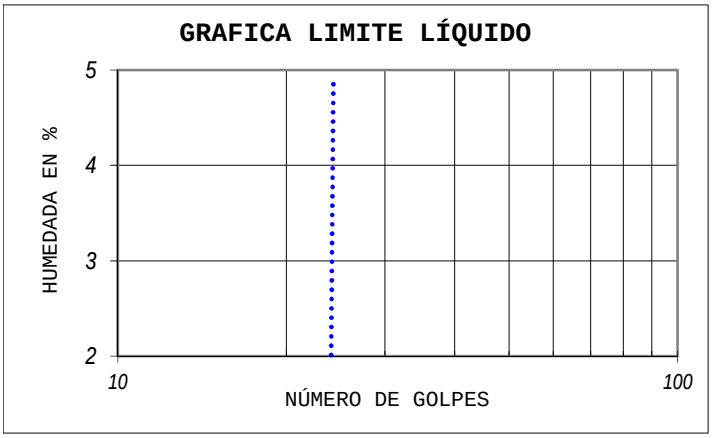
LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

No DE GOgolpes		NL	
RECIP.No.			
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.		NP	
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			



GRADACIÓN

P1=	1223.6	P2=	
TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	704.0	57.5	42
No 10	127.0	10.4	32
No 40	252.0	20.6	11
No 200	91.0	7.4	4
FONDO	49.6		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO	NL
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.S.	**GP**
A.A.S.H.T.O.	
INDICE DE GRUPO	

OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

LABORATORIO DE SUELOS
WALTER H CORTÉS
TEL: 4296887-311,8060140

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	MATRIZ DE GRAVA MAL GRADADA GRAVA LIMOSA	SECTOR	BOCATOMA
MATERIAL	GP-GM CARMELITA-CONGLOMERADO	CAPA	3,10 mts
SONDEO	No 1	FECHA	8 de octubre de 2021
PROYECTO	OBRA BOCATOMA	OBSERVACIONES	ESPESOR DE LA CAPA

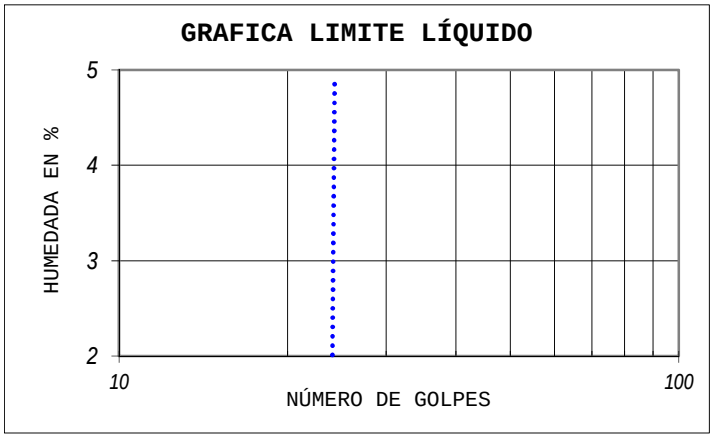
LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

No DE GOgolpes			
RECIP.No.		NL	
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.			
Ph+Pr		NP	
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			



GRADACIÓN

P1=	1201	P2=	
TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	783.0	65.2	35
No 10	92.0	7.7	27
No 40	140.0	11.7	15
No 200	71.0	5.9	10
FONDO	115.0		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO	NL
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.S.	**GP-GM**
A.A.S.H.T.O.	
INDICE DE GRUPO	

OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

LABORATORIO DE SUELOS
WALTER H CORTÉS
TEL: 4296887-311,8060140

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	MATRIZ DE ARENA LIMOSA SATURADA IN SITU	SECTOR	BOCATOMA
MATERIAL	SM CARMELITA-	CAPA	4,20 mts
SONDEO	No 1	FECHA	8 de octubre de 2021
PROYECTO	OBRA BOCATOMA	OBSERVACIONES	ESPESOR DE LA CAPA
	0		
	0		

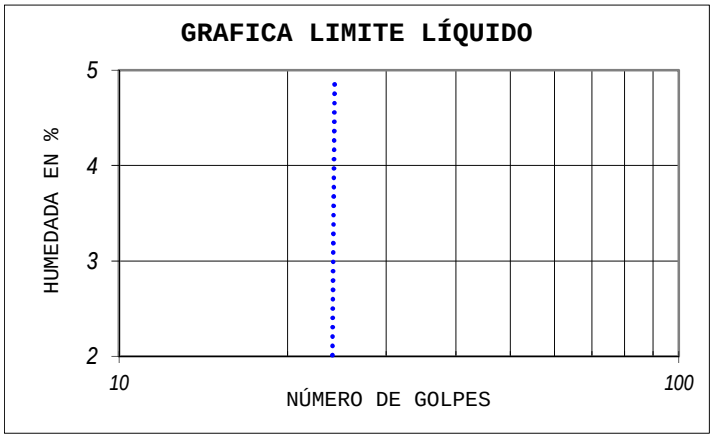
LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

No DE GOLPES			
RECIP.No.		NL	
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.			
Ph+Pr		NP	
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			



GRADACIÓN

P1=	1151	P2=	
TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	543.0	47.2	53
No 10	128.0	11.1	42
No 40	221.0	19.2	23
No 200	107.0	9.3	13
FONDO	152.0		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO	NL
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.S.	**SM**
A.A.S.H.T.O.	
INDICE DE GRUPO	

OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	MATRIZ DE GRAVA MAL GRADADA LIMOSA	SECTOR	BOCATOMA
MATERIAL	GP-GM GRIS CARMELITA	CAPA	5,10 mts
SONDEO	No 1	FECHA	8 de octubre de 2021
PROYECTO	OBRA BOCATOMA	OBSERVACIONES	ESPESOR DE LA CAPA

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

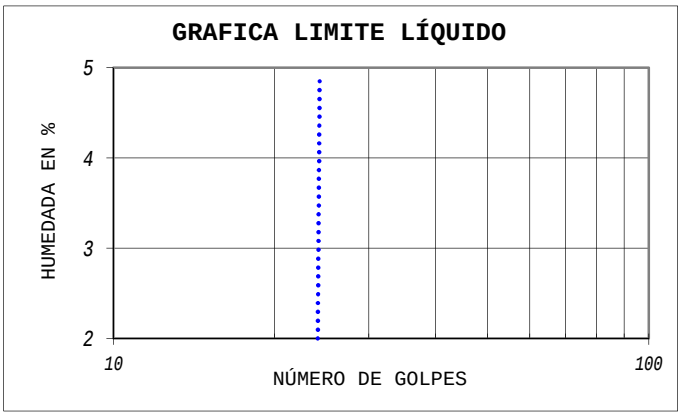
No DE GOLPES			
RECIP.No.			
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

NL

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.			
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

NP



GRADACIÓN

P1=	1994.7	P2=	
TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	1046.0	52.4	48
No 10	199.0	10.0	38
No 40	399.0	20.0	18
No 200	175.0	8.8	9
FONDO	175.7		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO	NL
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.S.	**GP-GM**
A.A.S.H.T.O.	
INDICE DE GRUPO	

OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	MATRIZ DE ARENA LIMOSA SATURADA IN SITU	SECTOR	BOCATOMA
MATERIAL	SM GRIS CARMELITA	CAPA	6,00 mts
SONDEO	No 1	FECHA	8 de octubre de 2021
PROYECTO	OBRA BOCATOMA	OBSERVACIONES	ESPESOR DE LA CAPA

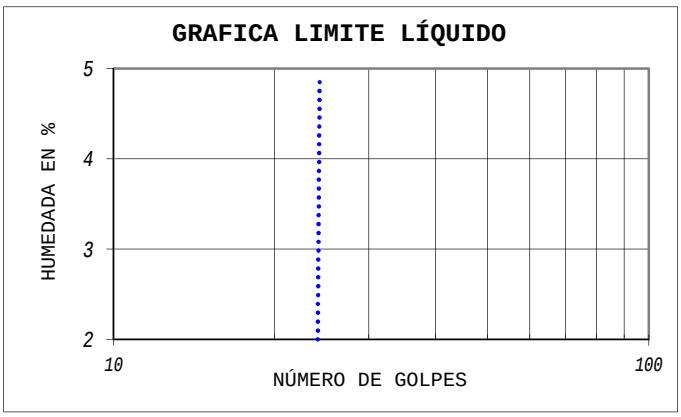
LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

No DE Ggolpes			
RECIP.No.		NL	
Ph+Pr			
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP.No.			
Ph+Pr		NP	
Ps+Pr			
Pw			
Pr			
Ps			
% humedad			



GRADACIÓN

P1= **1027** P2=

TAMIZ	PESO RET	% RET	%PASA
No 4	479.0	46.6	53
No 10	103.0	10.0	43
No 40	191.0	18.6	25
No 200	94.0	9.2	16
FONDO	160.0		

DATOS CLASIFICACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO	NL
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.S.	**SM**
A.A.S.H.T.O.	
INDICE DE GRUPO	

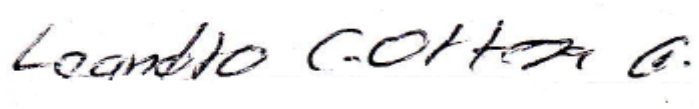
OBSERVACIÓN

WALTER CORTÉS ORTIZ
Geotecnólogo

CARTA DE RESPONSABILIDAD DE DISEÑOS

Por medio de la presente declaro que: yo, LEANDRO CARLOS ORTEGA GÓMEZ, con cédula de ciudadanía No.18.128.411 de Mocoa, matrícula profesional No. 05202128718Ant, con especialización en Mecánica de Suelos y Cimentaciones con acta de grado No. 00847 de la universidad EAFIT, y especialización en Ingeniería Sismo-Resistente, con acta de grado No. 00671 de la universidad EAFIT; realicé, “los estudios y diseños geotécnicos para la construcción de la línea de conducción del acueducto del Municipio de Mocoa”. En el marco de la normativa colombiana vigente “Norma Sismo-Resistente del 2010” (NSR10)”.

Anexo.
Copia de tarjeta profesional
Copia de actas de grado de especialización



ING. LEANDRO C. ORTEGA GÓMEZ
M.P 05202128718 ANT
ESPECIALISTA EN INGENIERIA SISMO-RESISTENTE
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

MOCOA – BARRIO SAN AGUSTÍN
CEL. 3208564185
E – MAIL: leandroortega1234@yahoo.es

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

05202128718ANT

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 22/03/2006

LEANDRO CARLOS
ORTEGA GOMEZ
C.C. 18128411
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE
CHOCO "DIEGO LUIS CORDOBA"

PRESIDENTE DEL CONSEJO

UNIVERSIDAD EAFIT

ACTA DE GRADO 00847

En la ciudad de Medellín a los 01 días del mes de diciembre de 2016, la Universidad EAFIT realizó ceremonia de graduación, presidida por el señor Rector y demás autoridades académicas, y previo juramento del graduando, quien cumplió con los requisitos exigidos, otorgó el título de

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

a

LEANDRO CARLOS ORTEGA GOMEZ

Con cédula de ciudadanía 18128411

El título otorgado corresponde al programa de Especialización en Mecánica de Suelos y Cimentaciones registrado en el SNIES con el código 10703 y autorizado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, mediante resolución 5460 del 18 de mayo de 2012.

Para constancia se firma en la ciudad de Medellín a los 01 días del mes de diciembre de 2016

Firmado

Rector

Secretario General

UNIVERSIDAD EAFIT

ACTA DE GRADO 00671

EN LA CIUDAD DE MEDELLIN A LOS 14 DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2011 SE LLEVÓ A CABO LA CEREMONIA DE GRADUACIÓN PRESIDIDA POR EL SEÑOR RECTOR Y LAS AUTORIDADES ACADÉMICAS, EN LA CUAL LA UNIVERSIDAD (APROBADA COMO UNIVERSIDAD POR DECRETO 759 DE MAYO 6 DE 1971 DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA), Y PREVIO JURAMENTO REGLAMENTARIO, CONFIRIÓ EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN INGENIERIA SISMO-RESISTENTE

A

LEANDRO CARLOS ORTEGA GOMEZ
CC No. 18128411 de MOCOA

QUIEN CUMPLIÓ LOS REQUISITOS EXIGIDOS POR LA UNIVERSIDAD.

PARA CONSTANCIA SE FIRMA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN A LOS 14 DÍAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2011

FIRMADO

RECTOR

SECRETARIO GENERAL