



ESTUDIO GEOTÉCNICO

**RED MATRIZ SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
ENTRE TANQUE PTAP Y TANQUES CERRO LA POPA
VALLEDUPAR (CESAR.)**

EMDUPAR SA ESP.
SOLICITANTE
CONTRATO No. 113 DE 2014



ARMANDO RIVERO INGENIEROS SAS
CONSULTOR

Valledupar, Marzo de 2015

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objeto desarrollar el estudio geotécnico en la línea de terreno donde se proyecta la construcción de la red matriz de conexión de los sistemas de almacenamientos PTAP y Cerro La Popa, localizados en las zona occidental de la ciudad de Valledupar, Departamento del Cesar, proyecto incluido dentro del plan de desarrollo del sistema de acueducto del municipio.

El proyecto contempla excavaciones hasta -3.0 m de profundidad para instalación de tuberías en un recorrido de aprox 5.0 km, distribuyendo los sondeos de exploración entre la PTAP y el Cerro la Popa dándole prioridad a los puntos donde se daban cambios de dirección o instalación de válvulas.

En la zona de influencia de la llegada al Cerro la Popa existe actualmente unas áreas de invasión y/o viviendas provisionales sin ningún tipo de planeación urbana lo cual obligó a realizar los sondeos en áreas aferentes cercanas a los puntos de control establecidos para la red matriz.

Dentro del alcance de este documento está asegurar la estabilidad de la excavación provisional, hallando el perfil estratigráfico del suelo, la posición del nivel freático, dando las recomendaciones constructivas más relevantes desde el punto de vista geotécnico, incluyendo los coeficientes de empujes para contenciones.

Este trabajo se desarrolla en cumplimiento al contrato No. 113 DE 2014 suscrito entre la empresa Emdupar SA ESP y Armando Rivero Ingenieros SAS.

CAPITULO I TRABAJO DE CAMPO

Se realizaron varias visitas de inspección visual del especialista en suelos de la empresa, haciendo un reconocimiento general de las condiciones geológicas y geotécnicas en la línea donde se enmarca el proyecto, teniendo en cuenta las líneas de tuberías existentes.

Apoyados en un equipo a percusión y mediante apiques a cielo abierto se ejecutaron veinte (20) exploraciones de suelos consistentes en dieciocho (18) sondeos a profundidades entre -3.0 m a -6.0 m y dos (2) apiques manuales a profundidades de -2.0 m; en cada sondeo se desarrollaron a cada metro de profundidad el ensayo de penetración estándar (SPT), tomando muestras de suelo para luego ser analizadas en laboratorio. En ambos apiques se tomaron muestras de suelo y roca mediante extracción de núcleos de diámetros entre 2” y 3” a distintas profundidades.

# SONDEO	NORTE	ESTE	COTA
1	1653229	1086974	249
2	1653207	1086974	251
3	1653162	1086963	248
4	1653135	1086971	253
5	1652876	1086985	252
6	1653353	1086745	255
7	1653340	1086820	255
8	1653310	1086899	258
9	1651624	1087270	235
10	1650710	1087484	224
11	1650232	1087597	218
12	1649979	1087661	215
13	1649831	1087722	213
14	1649568	1087719	211
15	1649555	1087762	210
16	1649519	1087790	196
17	1649522	1087893	199
18	1649417	1087798	196
AP 1	1649364	1088318	234
AP 2	1649319	1087867	236



Localización de sondeos y apiques

Los sondeos a -6.0 m de profundidad se realizaron en la zona de influencia de la acequia las mercedes previendo un posible pontón o paso elevado de la tubería.

Para realizar el ensayo SPT y toma de muestras alteradas nos apoyamos en la norma I.N.V. E111/07. La localización de sondeos se presenta en esquema anexo y fue coordinada con el solicitante, teniendo en cuenta la proyección en área de los tanques, obteniendo los siguientes resultados del ensayo SPT.

PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES/PIE (N ₆₀)								
	S#1	S#2	S#3	S#4	S#5	S#6	S#7	S#8	S#9
0.70 - 1.00	27	16	34	35	18	34	41	30	8
1.70 - 2.00	35	34	28	38	31	35	42	37	45
2.70 - 3.00	39	37	37	31	40	39	42	39	53
3.70 - 4.00	--	--	--	--	--	--	--	--	42
4.70 - 5.00									--
5.70 - 6.00									

PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES/PIE (N ₆₀)								
	S#10	S#11	S#12	S#13	S#14	S#15	S#16	S#17	S#18
0.70 - 1.00	38	19	44	29	23	9	21	35	33
1.70 - 2.00	53	46	46	28	28	16	28	14	38
2.70 - 3.00	64	60	61	45	43	37	33	16	42
3.70 - 4.00	75	--	--	--	--	--	34	21	51
4.70 - 5.00	--						36	51	--
5.70 - 6.00							42	--	

El ensayo de penetración estándar consiste en penetrar el suelo con un equipo a percusión que consta de una pesa de 140 lbs., la cual se deja caer desde una altura libre de 30"; contabilizándose el número de golpes necesarios para hincar un 0.15 m en tres lecturas sucesivas a los niveles requeridos.

CAPITULO II ENSAYOS DE LABORATORIO

A las muestras alteradas obtenidas en los sondeos, se les llevaron a cabo ensayos de humedad natural, granulometrías, límite líquido y plástico y peso unitario acorde con las normas INV E-123 INV E-125 INV E-126.

A las muestras de roca obtenidas de los apiques se les realizaron ensayos humedad natural, peso unitario, gravedad específica, compresión simple y corte directo del plano de discontinuidad.

CAPITULO III ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLOGICOS

La zona plana del área de estudio se encuentra sobre el Abanico Aluvial de Valledupar el cual circunda la ciudad, su ápice se desprende al Norte de la ciudad y se caracteriza por presentar una topografía plana a ligeramente inclinada, Ver Figura 1.

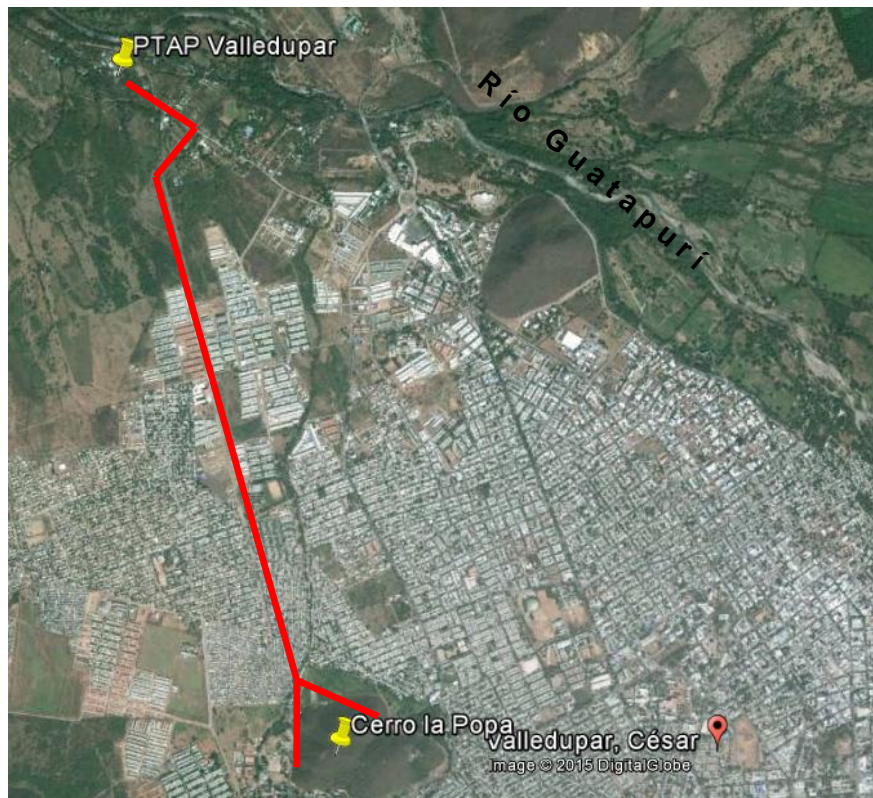


Figura 1. Abanico y llanura aluvial de Valledupar entre el río Guatapurí y su desembocadura en el río Cesar, imagen de satélite.

● Localización línea del proyecto.

3.1.1 Unidades litológicas presentes en el área.

Depósitos No Consolidados del Abanico Aluvial de Valledupar.

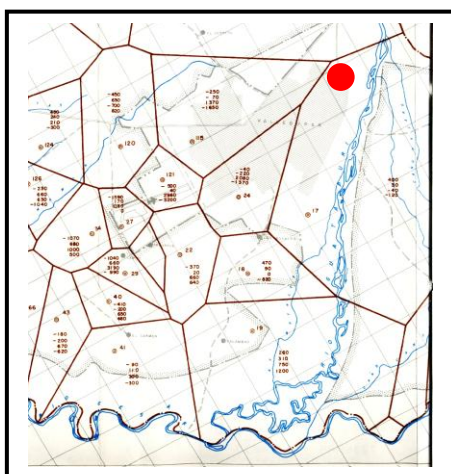
Son materiales productos de avalanchas que se producen en las partes altas de las vertientes y depositadas en las partes bajas y planas esencialmente. Estos depósitos son conocidos también como conos de deyección.

Están constituidos por bloques subangulares o subredondeados de tamaño variable desde 15 cm. hasta 150 cm. de diámetro, guijos, gravas gruesas y finas, su composición está representada por fragmentos de roca ígneas heterogéneos dentro de una matriz areno – limosa.

3.1.2 Características hidrogeológicas.

El Abanico Aluvial de Valledupar desarrolla un acuífero libre donde el nivel freático varía entre 2.0 y 5.0 m. de profundidad, ascendiendo en los periodos de verano entre 0.3 y 0.8 m. Los aljibes que explotan este acuífero presentan profundidades de 5 a 8 m de profundidad con un rendimiento que va desde 0.5 a más de 20 litros/seg. El agua es dulce, de tipo bicarbonatada cálcico – magnésica y sódica en menor proporción y presenta una conductividad eléctrica de 1000 mohm/cm¹.

Tahal 1970, analizó las fluctuaciones de los pozos y aljibes en la zona de Valledupar y encontró que los niveles de agua varían de acuerdo con la densidad de las lluvias, estableciendo cuatro periodos al año. El reporte del pozo de observación No. 24 localizado cerca del área de estudio, Ver Figura 2, presenta un ascenso del nivel de agua entre septiembre y noviembre de 1970 de 2.08 m. para el periodo de lluvias y un descenso de 1.57 m. entre diciembre de 1970 y febrero de 1971, en el periodo seco.



Pozo de observación No. 24.

Diferencia de nivel de agua entre:
(1970)

Mar. – May.	- 40 mm
Jun. – Ago.	- 220 mm
Sep. – Nov.	2080 mm
Dic. Feb (1971)	-1570 mm

● Área del proyecto.

Figura 2. Fluctuaciones del nivel de agua en el acuífero aluvial de Valledupar, Tahal (1972).

¹ Evaluación del Agua Subterránea en el Departamento del Cesar, Ingeominas, 1995.

La zona del cerro se enmarca dentro del grupo conocido como “Rocas vulcanoclásticas y volcánicas del Jurásico”, seis unidades de origen volcánico que forman un cinturón en el piedemonte oriental y sur de la Sierra Nevada de Santa Marta, con afloramientos aislados al norte, sur y parte alta de la sierra. Las unidades fueron separadas por INGEOMINAS, de acuerdo a sus características composicionales y texturales, así:

- ❖ Ignimbrita de La Caja de Ahorros (Jca)
- ❖ Ignimbrita de La Paila (Jlp)
- ❖ Ignimbrita de Los Clavos (Jlc)
- ❖ Ignimbrita de La Piña (Jp)
- ❖ Riodacita de Los Tábanos (Jt)
- ❖ Riolita de Golero (Jg)

En el sector del Cerro La Popa, afloran las Ignimbritas de La Caja de Ahorros, unidad que principalmente consiste en ignimbritas cristalinas líticas, que composicionalmente varían entre traquitas y andesitas, de color gris verdoso, amarillo claro o café verdoso.

CAPITULO IV ESTRATIGRAFÍA

En los sondeos del No. 1 al No. 8, desde el nivel superficial hasta el nivel -3.0 m los suelos predominantes son gravas y arenas limosas (SM y GM) de plasticidad baja o nula, con una compacidad relativa que va de media a compacta a medida que se profundiza en la exploración. En algunos sondeos se detectaron intercalaciones de arenas arcillosas con % pasa tamiz No. 200 cercanos a 40%. En estos sondeos no se detectó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada.

En los sondeos del No. 9 al No. 10, desde el nivel superficial hasta el nivel -4.0 m los suelos predominantes son gravas y arenas limosas (SM y GM) de plasticidad baja o nula, con una compacidad relativa que va de media a compacta a medida que se profundiza en la exploración. En estos sondeos el nivel freático se detectó a una profundidad de -3.30 m.

En los sondeos del No. 11 al No. 18, desde el nivel superficial hasta el nivel -3.0 m los suelos predominantes son gravas y arenas limosas (SM y GM) de plasticidad baja o nula, con una compacidad relativa que va de media a compacta a medida que se profundiza en la exploración. En las zonas aledañas al cerro se detectaron estratos arcillosos a nivel superficial lo cual se prevé fueron depósitos de la ladera que se fueron acumulando con el pasar del tiempo. En estos sondeos el nivel freático se detectó a una profundidad de -1.80 m.

Es preciso resaltar la cercanía de la red de conducción con el trazado natural de la acequia las Mercedes la cual influye notoriamente en la posición del nivel freático en los distintos puntos analizados.

CAPITULO V EFECTOS SÍSMICOS LOCALES

Teniéndose en cuenta la localización del proyecto, el tipo de suelo y el uso de éste, de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR-10), tenemos:

A_a = Aceleración pico-efectiva, $A_a = 0.10$
 A_v = Velocidad pico-efectiva, $A_v = 0.10$
Zona de amenaza sísmica = Baja
Tipo de Perfil del suelo = D

CAPITULO VI ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN

6.1 CIMENTACIÓN CORRIDA

$D_f = -3.0$ m.
 $N = 12$ golpes/pie
 $\Phi = 30.4^\circ$
 $N.F. = -3.0$ m
 $\gamma_1 = 1.36$ T/m³
 $\gamma_{2\text{diseño}} = 0.36$ T/m³

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

$N_c = 31.2$
 $N_q = 19.3$
 $N^\gamma = 21.5$

FACTORES DE FORMA

$\zeta_C = 1.00$
 $\zeta_q = 1.00$
 $\zeta^\gamma = 1.00$

Aplicando la ecuación de capacidad portante, limitando el asentamiento a 2.0 cm, tenemos:

$\sigma_a = 10.1$ Ton/m²
Coeficiente de reacción $K_s = 501$ Ton/m³

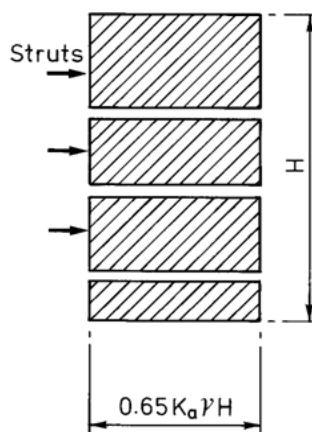
CAPITULO VII SISTEMA DE CONTENCIONES

Los empujes en las contenciones dependen de la forma en que trabajen y las posibilidades de deformación que se proyecten; al considerar deformaciones se deberá utilizar un coeficiente de empuje cercano al activo, mientras que si las restringimos lateralmente, el coeficiente se acerca al de reposo.

Para un sistema externamente estabilizado con muros in situ mediante tablestacas, se recomienda utilizar para el cálculo de empujes los siguientes parámetros para su diseño y verificación, teniendo en cuenta la compatibilidad de deformaciones en el muro.

Suelo de cimentación (USC)	SC
Ángulo de fricción Φ	30.4
Angulo de inclinacion del suelo β	0
Peso unitario de suelo γ (Ton/m ³)	1.36
Fricción del suelo-muro μ	0.29
Coefficiente activo K_a	0.39
Coefficiente pasivo K_p	2.14
Coefficiente al reposo K_o	0.59
Capacidad admisible σ_a (Ton/m ²)	10.4
Nivel de desplante cimentación D_f (r)	3.0

Los diagramas aparentes para el cálculo de fuerzas de apuntalamiento que se recomienda utilizar en el diseño estructural del elemento es el siguiente:



CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La capacidad portante que presenta el suelo en estudio se considera adecuada para las cargas de servicio actuantes, previa adecuación de la excavación por presencia del nivel freático.
2. El estrato de arenas y gravas limosas, de plasticidad baja y una compacidad relativa media presente en el subsuelo prevé un comportamiento adecuado en las excavaciones con talud vertical para la instalación de la tubería. Se deberá contemplar un procedimiento constructivo ágil, el cual evite que la excavación permanezca abierta por largos y/o prolongados periodos de tiempo; de preverse esta situación será necesario una contención externa para contener el talud.
3. Se recomienda que el material sobrante de excavación no sea acopiado en las proximidades del talud lo cual originaría sobreesfuerzos que ocasionan inestabilidad del mismo.
4. El nivel freático se localizó a profundidades entre -1.0 m y -3.0 m a partir del nivel de terreno existente; por lo anterior se prevén inconvenientes por este aspecto en las excavaciones para la instalación de la tubería.
5. Se recomienda una contención con tablestacas que permita la excavación a partir a partir de $h=-3.0$ m para la instalación de la tubería. El diseño estructural de dicha tablestaca debe tener en cuenta las recomendaciones para el sistema de contención dadas en este informe.
6. Se recomienda implementar la condición de empotramiento de la contención, la cual debe ser establecida y considerada por el diseñador estructural.
7. Se recomienda llevar un estricto control de calidad en la etapa constructiva con el fin de garantizar la calidad de los materiales y el cumplimiento de las recomendaciones hechas en este informe.
8. Cualquier aspecto diferente que se encuentre en terreno debe ser informado a esta Consultoría.

ARMANDO JOSÉ RIVERO GALVIS
Ingeniero Civil - Magíster Ing. Civil
Especialista Mecánica de Suelos y Cimentaciones.
MP. 25202-101877 CND
Especialista de la consultoría

ARMANDO RIVERO ROYERO
Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras
Director de la consultoría

ANEXOS