



Bucaramanga, Abril 21 del 2017

Ingeniero:

HORACIO VEGA

Ciudad

Referencia: ESTUDIO GEOTÉCNICO COLECTOR DE ENTREGA DEL
ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE CHARALÁ – FASE 2

Apreciados señores:

Nos permitimos enviar el estudio de la referencia, estaremos atentos a cualquier inquietud al respecto

Para cualquier información adicional,

Ing MSc. Mario H. Ramirez C.

Gerente

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



ESTUDIO GEOTÉCNICO COLECTOR DE ENTREGA DEL ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE CHARALÁ

ELABORADO POR :

RAMIREZ ARENAS S.A.S.
ING MSC. MARIO H RAMIREZ CARRERO
MAT 68202-25783 STD

ABRIL DEL 2017

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CONTENIDO

CAPITULO 1	4
OBJETIVOS.....	4
CAPITULO 2	6
2.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	6
2.1.1 Localización del proyecto	6
CAPITULO 3	10
3.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS GENERALES	10
CAPITULO 4	12
4.1 AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS PARA DISEÑO	12
CAPITULO 5	21
5.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS REALIZADAS.....	21
CAPITULO 6	91
6.1 CALCULO FACTORES DE SEGURIDAD DEL TALUD.....	91
CAPITULO 7	93
7.1. CAPACIDAD DE SOPORTE	93
CAPITULO 8	101
8.1 CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO DE SOPORTES	101
CAPITULO 9	111
9.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
ANEXOS	113
SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS.....	114

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



CAPITULO 1

OBJETIVOS

El presente documento corresponde al Estudio Geotécnico del Proyecto ubicado el municipio de Charalá Departamento de Santander – Colombia.

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Presentar las obras de mitigación para garantizar la seguridad del proyecto y áreas afectadas por el mismo.
- Presentar una caracterización geotécnica de los procesos de inestabilidad identificados.
- Realización de la exploración geotécnica de campo.
- Determinar los factores de seguridad para la estabilización de los taludes.
- Analizar las condiciones de estabilidad de los taludes después de generar los cortes

Estudio solicitado por: ING. HORACIO VEGA

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



1.1 Alcance del estudio

Para la realización del estudio se ejecutaron sondeos y ensayos de laboratorio, se analizó la geología regional local y se consultaron los estudios de otros sitios cercanos al área; sin embargo, al construir el proyecto pueden encontrarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio.

Es importante que un Ingeniero Geotecnista revise si lo planteado en el estudio corresponde a lo encontrado en campo.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 exige la supervisión técnica de un Ingeniero Geotecnista durante las etapas de construcción de las excavaciones, cimentaciones y estructuras de contención.

1.2 Cumplimiento del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

El presente Estudio Geotécnico cumple con la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

El ingeniero geotecnista da fé de que conoce el sitio y lo han visitado para efectos de la elaboración del estudio.

Ing. Mario H. Ramirez
Ingeniero Civil – Universidad Industrial de Santander
Matrícula Profesional 68202-25783 STD

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

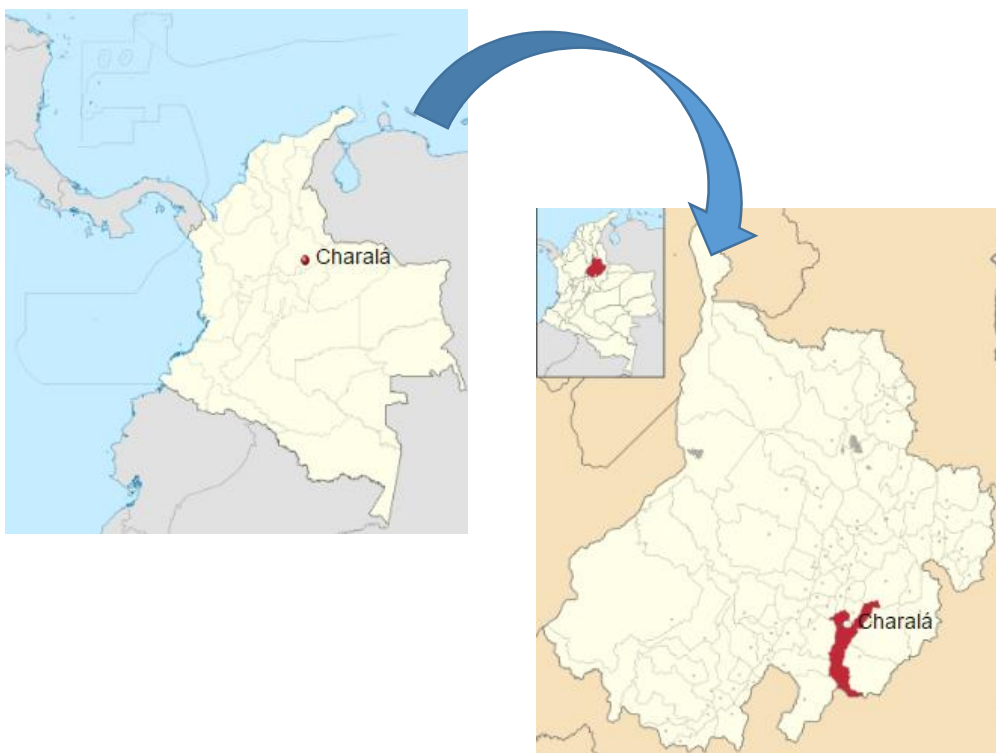
CAPITULO 2

2.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

2.1.1 Localización del proyecto

El Sector de estudio se encuentra localizado sobre la vía que conduce del municipio Charalá a san Gil, departamento de Santander.

Localización general del proyecto

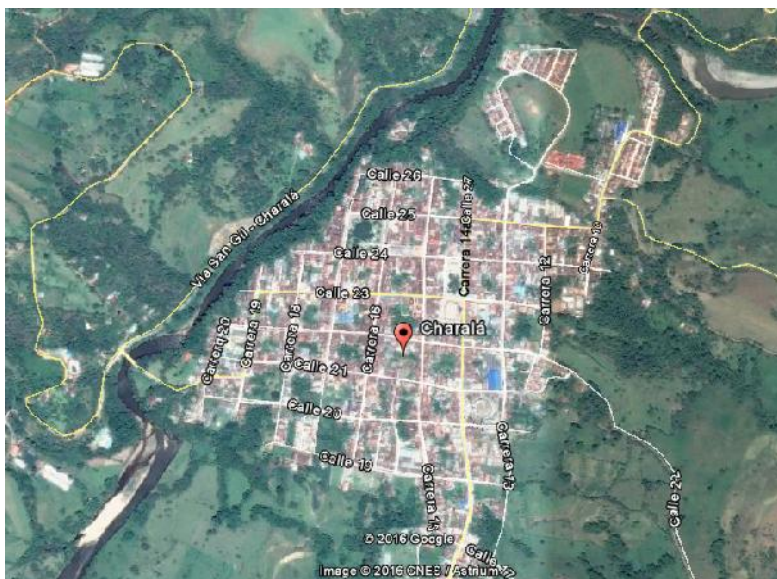
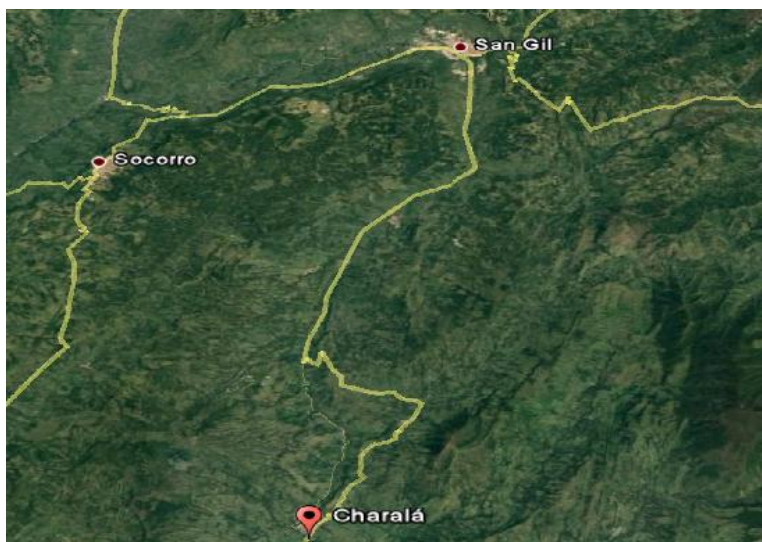


Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Vista General
Fuente: Imagen tomada de Google Earth



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

2.1.1 Características físicas generales del lote y del área estudiada

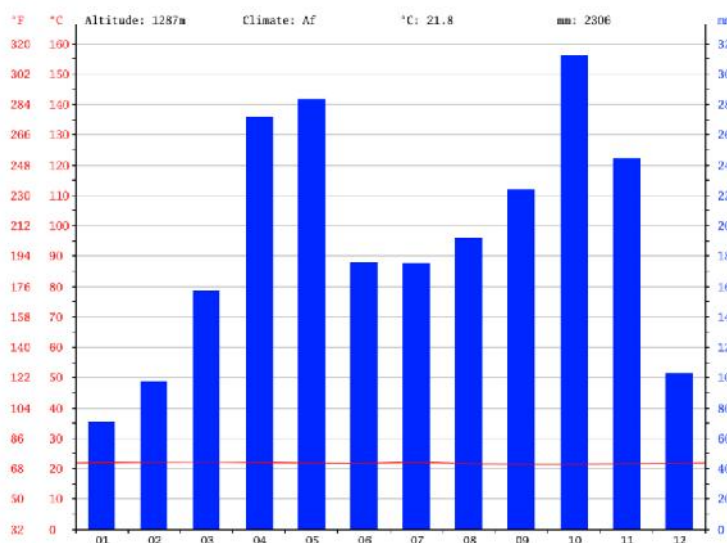
El lote se encuentra en la vía que conduce de Charalá al municipio de San Gil. El suelo subsuperficial corresponde a suelos limosos y arcillosos.

2.1.2 Características ambientales

Temperatura:

La temperatura media anual en Charalá es 21.8 ° C. La precipitación es de 2306 mm al año. El mes más seco es enero, con 71 mm de lluvia. En octubre, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 312 mm. marzo es el mes más cálido del año. La temperatura en marzo promedios 22.2 ° C. A 21.4 ° C en promedio, septiembre es el mes más frío del año.

Climatología Charalá



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Clima:

La precipitación a lo largo del año no se distribuye uniformemente conformándose un ciclo bimodal con dos períodos secos y dos húmedos, que en nuestro medio suelen denominarse invierno o verano, la precipitación en el Municipio de CHARALA se comporta de manera parecida a la mayor parte de la región Andina Colombiana, con un período seco entre Diciembre, y mediados de Marzo; los meses lluviosos del primer semestre son básicamente Abril y Mayo, a continuación se presenta un periodo seco que cubre Junio y Agosto; desde Septiembre comienza el segundo período lluvioso del año que se extiende hasta Noviembre. Oeste de la cordillera Oriental enfriándose, condensándose y posteriormente depositando parte de su humedad sobre dicho flanco. La temperatura del municipio en suelo rural se representa con base en las alturas del municipio:

Precipitación Aproximada	2643mm
Temperatura Mínima	19.7°C
Temperatura Máxima	23.9°C
Humedad Relativa Mínima	68%
Humedad Relativa Máxima	93%
Brillo Solar	1920hrs de sol

2.1.3 Nivel freático al terminar los sondeos

El perfil de suelo se considera bien drenado en estado húmedo y el nivel freático apareció en los siguientes sondeos:

Sondeo 5 a 2.50 metros, en el sondeo 8 a 2.50 metros y en el sondeo 9 a 3.0 metros.

Se realizaron catorce (14) sondeos a diferentes profundidades los cuales se relacionan en la exploración.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 3

3.1 CARACTERÍSTICAS GEÓLOGICAS Y GEOTÉCNICAS GENERALES

Charalá, se caracteriza por presentar una capa tectónica con fallas y plegamientos relativamente estrechos. Está limitada al oriente por las fallas de Riachuelo y Ocamonte, al occidente por la falla de confines y más al sur por los escarpes de la formación Tablazo. Estructuralmente, presenta el anticlinal de Virolín conocido localmente como Costilla del Fara. Estratigráficamente, en el municipio de Charalá las rocas sedimentarias ocupan un 99% del área total, no están representadas las rocas ígneas y las rocas metamórficas están representadas por la formación floresta.

ESTRATIGRAFIA	CARACTERISTICAS	
Rocas metamórficas formación floresta (DF) miembro metamorfizado (Dfm):		
Rocas Sedimentarias	Sistema Jurásico	Formaciones: Montebel, (Jim) Giron (Jg) y Arcabuco (Jar)
	Sistema Cretáceo	Formaciones: Cumbre (Kic), Rosablanca (Kir), Paja (Kip), Tablazo (Kit) (San Gil inferior) y Simiti (Kis) (San Gil superior)
Cuaternario	Depósitos aluviales (Qal)	
	Depósitos de Derrubios (Qd)	

3.1.1. Geomorfología

En el municipio de Charalá fueron identificadas doce (12) grupos de geoformas de orígenes denudacional, estructural – denudacional y fluvial

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas

UNIDADES MORFOLOGICAS	
DE ORIGEN DENUDACIONAL	COLINAS Y PENDIENTES DENUDACIONALES (D-1)
	COLINAS Y PENDIENTES DENUDACIONALES (D-2)
	COLINAS Y MONTAÑAS DENUDACIONALES (D-3)
	COLINAS RESIDUALES O AISLADAS (D-4)
	DEPOSITOS DE LADERAS (D-7)
	ESCARPES (D-9)
	ÁREAS CON SEVEROS FRENTE DE REMOCION EN MASA (D-11)
DE ORIGEN ESTRUCTURA – DENUDACIONAL	DOMOS – COLINAS RESIDUALES (S10)
	ESCARPE DE FALLA Y ESCARPE DE LINEA FALLA (S12)
	LECHOS FLUVIALES (F-1)
UNIDADES DE ORIGEN FLUVIAL	PLANICIES DE INUNDACION Y CANALES ABANDONADOS LATENTES (F-3)
	TERRAZAS FLUVIALES (F-6)

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 4

4.1 AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS PARA DISEÑO

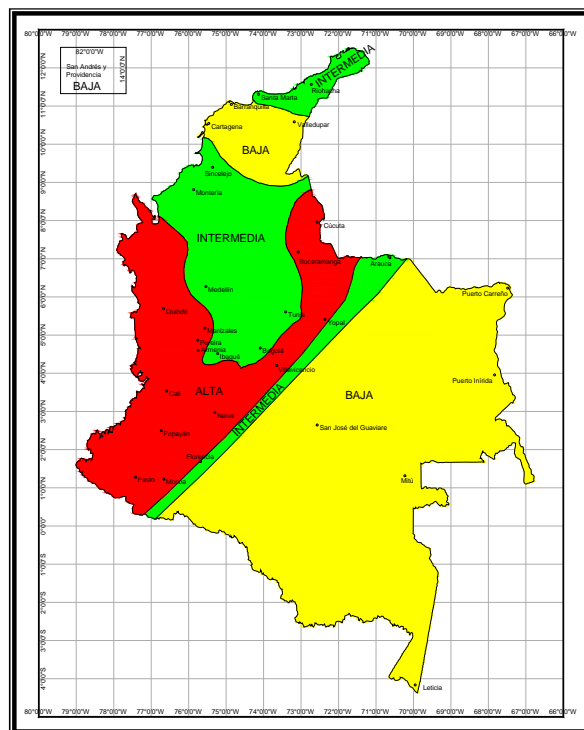
Requerimientos Amenaza Sísmica NSR-10

Zona de amenaza sísmica

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, el municipio del Socorro se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica Alta.

Plano de amenaza sísmica.

Fuente: NSR-10



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Valores de Aa y Av

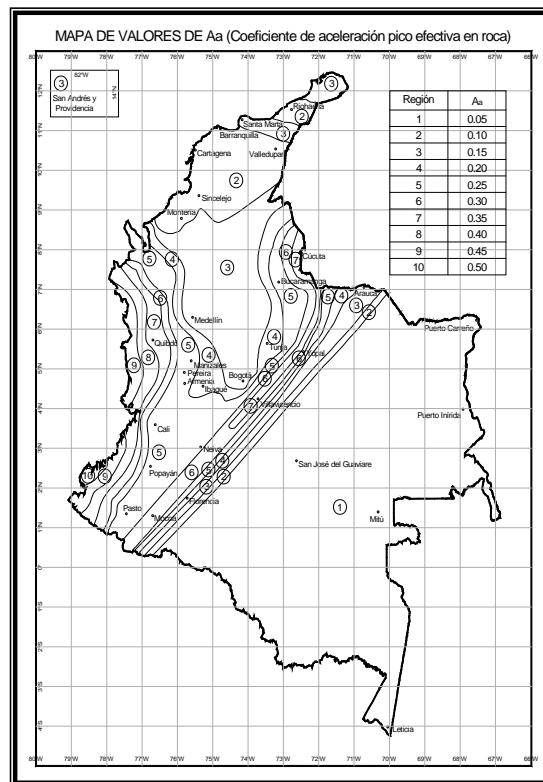
De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

Aa (aceleración horizontal pico efectivo en roca): 0.20

Av(velocidad horizontal pico efectivo): 0.25

Plano de Aa

Fuente: NSR-10



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

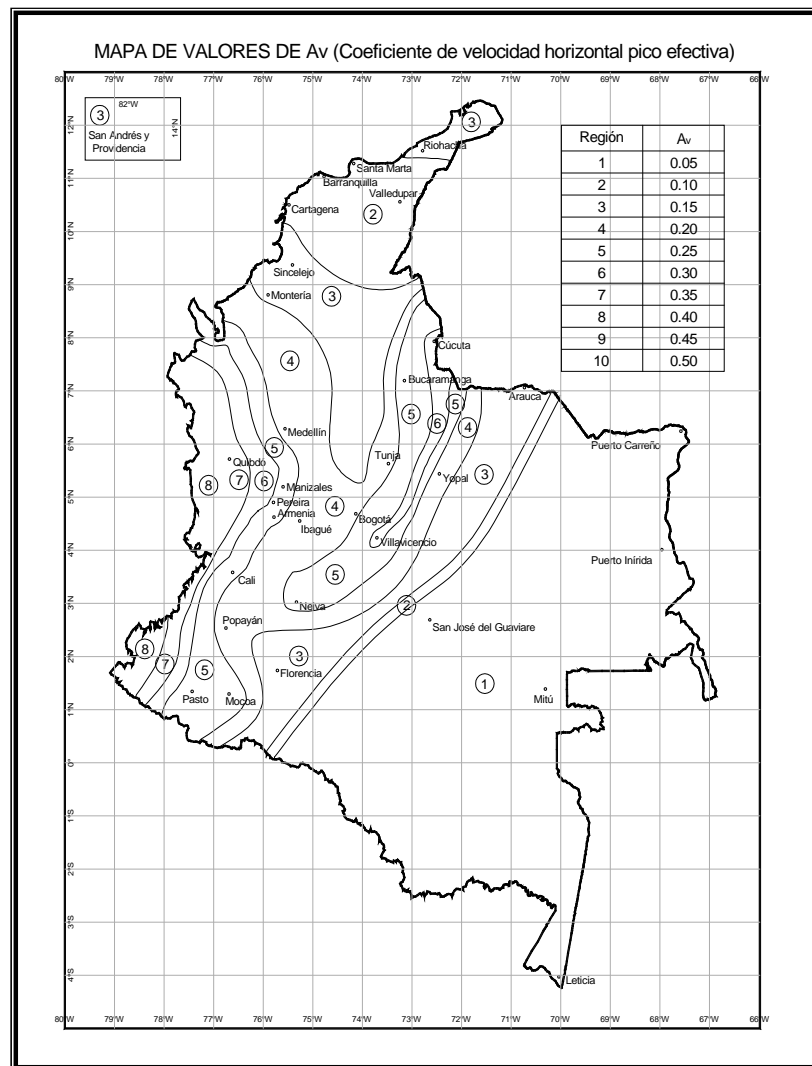


RAMÍREZ
ARENAS

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas

Plano de Av

Fuente: NSR-10



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Efectos locales

Clasificación de perfil de suelo

De acuerdo al NSR-10 (Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de los suelos encontrados son:

Perfil de suelo: D

Perfil de suelo de cualquier espesor en relación a la velocidad de onda Vs N

TABLA 2. CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELO C, D o E.

Tipo de Perfil	Vs	N o N _{ch}	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 Kpa (~1.0 kgf/cm ²)
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 Kpa (~0.5 a 1.0 kgf/cm ²)
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 Kpa (~0.5 kgf/cm ²)

Fuente: Congreso de la República, 1997

Coefficiente Fa de períodos cortos del espectro

El valor de Fa para períodos cortos del espectro (tabla A.2.4-3) es: 1.4

Coefficiente Fv de períodos intermedios del espectro

El valor de Fv para períodos intermedios del espectro (tabla A.2.4-4) es: 1.9

Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Donde:

S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.

A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca (Figura A.2.3-2). $A_a = 0.20$

A_v : Velocidad horizontal pico efectivo (Figura A.2.3-3). $A_v = 0.25$

F_a : Coeficiente de amplificación F_a de períodos cortos del espectro (Tabla A.2.4-3). $F_a = 1.4$

F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro (Tabla A.2.4-4). $F_v = 1.9$

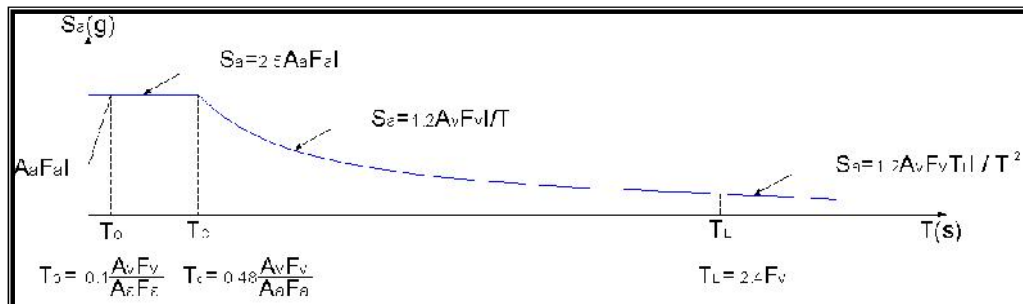
I : Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10)

Grupo de uso I: Estructuras de ocupación normal (Tabla A.2.5-1). $I = 1.0$

T_0 : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.

T_c : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.

T_L : Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Perfil de suelo: D

Perfil de suelo rígido que cumple con la condición $50 > \bar{N} > 15$

Donde \bar{N} = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60.

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 1997)

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca Competente	$V_s > 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de cualquier espesor	$1500 \text{ m/s} > V_s > 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, de cualquier espesor que cumpla con el criterio de velocidad de la onda cortante	$760 \text{ m/s} > V_s > 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, de cualquier espesor que cumpla con cualquiera de los dos criterios	$N > 50$, o $S_u > 100 \text{ kPa} (\sim 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos de cualquier espesor que cumpla con el criterio de velocidad de la onda cortante	$360 \text{ m/s} > V_s > 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos de cualquier espesor que cumpla cualquiera de las dos condiciones	$50 > N > 15$, o $100 \text{ kPa} (\sim 1 \text{ kgf/cm}^2) > S_u > 50 \text{ kPa} (\sim 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil de cualquier espesor que cumpla el criterio de velocidad de la onda cortante	$180 \text{ m/s} > V_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $W > 40\%$ $25 \text{ kPa} (\sim 0.25 \text{ kgf/cm}^2) > S_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases. F1 – Suelos vulnerables a la falla o colapso causado por una excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F2 – Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F3 – Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F4 – Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Coeficiente F_a de períodos cortos del espectro

El valor de F_a para períodos cortos del espectro (tabla A.2.4-3) es: 1.4

Coeficiente F_v de períodos intermedios del espectro

El valor de F_v para períodos intermedios del espectro (tabla A.2.4-4) es: 1.9

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Donde:

Sa : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.

Aa: Aceleración horizontal pico efectivo en roca (Figura A.2.3-2). $Aa = 0.20$

Av: Velocidad horizontal pico efectivo (Figura A.2.3-3). $Av = 0.25$

Fa: Coeficiente de amplificación Fa de periodos cortos del espectro (Tabla A.2.4-3). $Fa = 1.4$

Fv: Coeficiente de amplificación Fv de periodos intermedios del espectro (Tabla A.2.4-4). $Fv = 1.9$

I: Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10)

Grupo de uso I: Estructuras de ocupación normal (Tabla A.2.5-1). $I = 1.0$

To: Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.

Tc: Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.

TL: Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

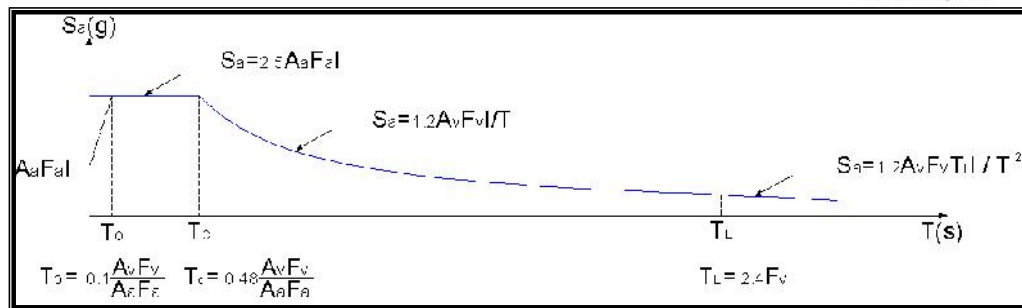
Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**
Obras civiles
Geotécnicas
Soluciones agrícolas



Evaluación geotécnica de efectos sísmicos

Incidencias de la litología y tipos de suelo

La roca sana propiamente dicha no apareció en los sondeos realizados.

Las propiedades y comportamiento dinámico de los suelos, se determinaron por correlación con los ensayos de SPT.

Evaluación del potencial de licuación

Si un suelo saturado y sin cohesión es sometido a vibraciones sísmicas, el suelo se contrae y desarrolla presiones de poro positivas a menos que ocurra drenaje rápido. Si la presión de poros alcanza niveles tan altos como la presión geostática vertical, la presión efectiva desaparece (presión efectiva = 0).

En ese caso el suelo pierde la totalidad de su resistencia, se comporta como un líquido y ocurren deformaciones significativas (Cornforth, 2005).

El sistema más utilizado para evaluar la resistencia a la licuación de un suelo no cohesivo, se basa en la experiencia con suelos de composición similar y la relación de la licuación con el ensayo de penetración estándar SPT.

Generalmente los suelos con alta susceptibilidad a la licuación poseen un N corregido de 10 o menor y se encuentran saturados, aunque en ocasiones

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



reproduce licuación con valores de N hasta de 15. Por tanto estos suelos no poseen características de licuación.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 5

5.1 INVESTIGACIONES GEOTECNICAS REALIZADAS

Criterios utilizados

Para las investigaciones geotécnicas se utilizaron los criterios de geología y geotecnia, de acuerdo al estado del conocimiento de estas ciencias y a los lineamientos específicos por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Técnicas utilizadas

Se analizó la información de los estudios geológicos y geotécnicos realizados anteriormente en el área, con el objeto de tener una información básica de las características geológicas y geotécnicas de toda el área en estudio.

Se realizaron sondeos utilizando equipos de perforación a percusión manual y ensayos de laboratorio del material recuperado, para obtener las propiedades geotécnicas de los suelos.

Se realizó el monitoreo de los niveles freáticos en los sondeos durante el tiempo de realización del estudio.

Se calcularon los parámetros requeridos para el diseño de cimentaciones y excavaciones para el proyecto.

Sondeos y ensayos de campo

Se realizaron catorce (14) sondeos a percusión. El material encontrado corresponde a suelos limosos y arcillosos de plasticidad media los cuales se muestra en la siguiente figura.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

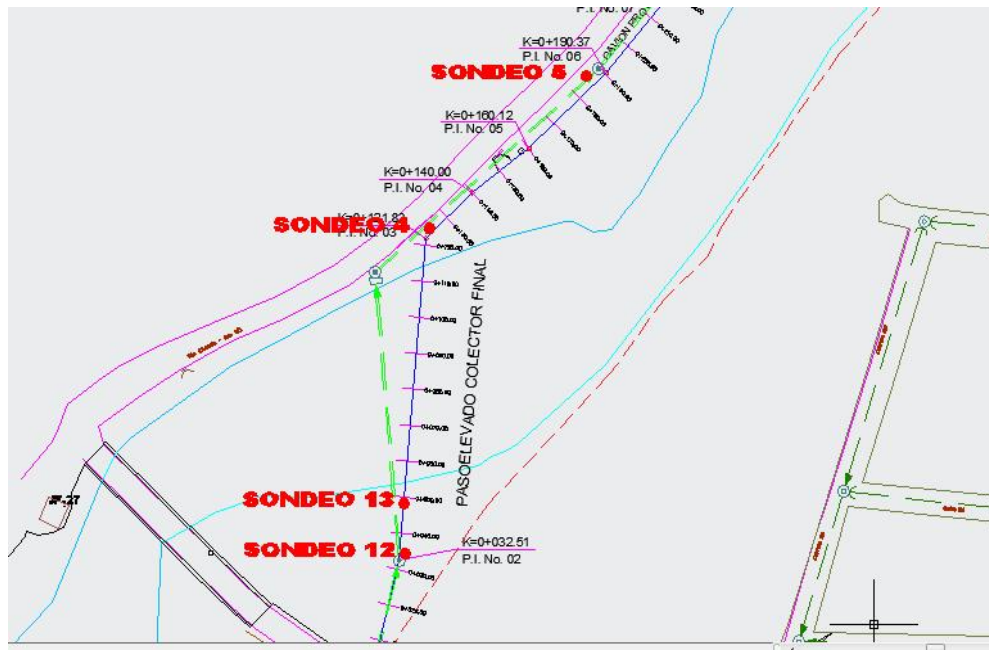
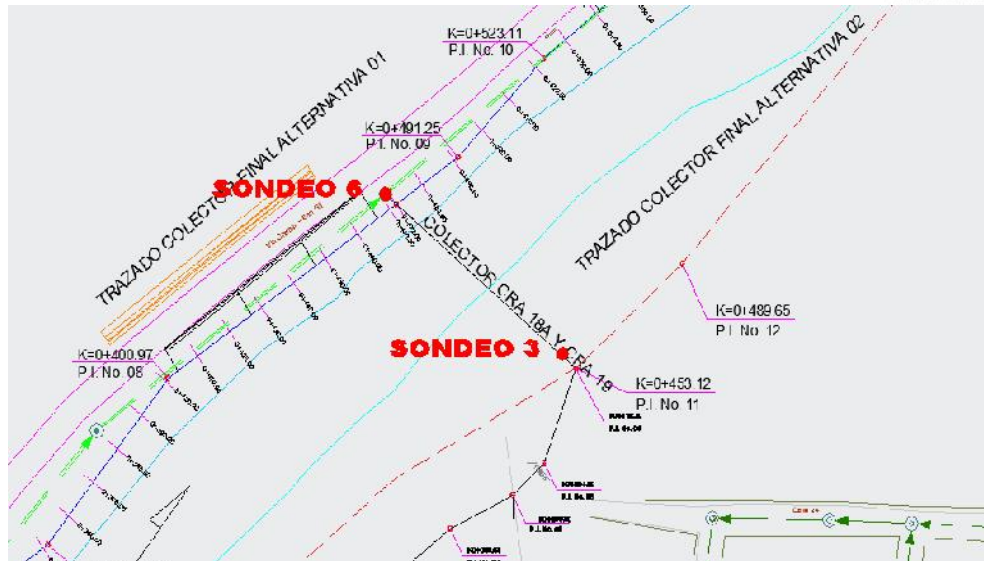
Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Ensayos de campo: Penetración estándar (SPT) Norma AS TM D 1586, I.N.V.E. 111.

Tipo de muestras obtenidas: Muestras de suelo o material meteorizado.

Descripción de las muestras

Una vez ejecutados los sondeos se realizó la descripción detallada de las muestras obtenidas de acuerdo a los siguientes criterios:

Litología
Textura
Tamaño de los granos
Minerales presentes
Estructura
Color
Presencia de materiales orgánicos y raíces
Porosidad
Consistencia o resistencia

Ensayos de penetración estándar SPT

Se realizaron ensayos de penetración estándar utilizando la norma ASTM D 1586, equivalente a la norma I.N.V.E. 111.

Peso del martillo: 140 libras
Altura de caída: 76 centímetros
Penetración: 3 intervalos de 15 centímetros cada uno (6")
N de diseño: Sumatoria de los golpes de los últimos 30 centímetros (12")
Diámetro exterior del tubo: 50.8 mm
Diámetro interior del muestreador en la punta: 34.93 mm
Longitud del tubo: 75 centímetros
Sistema de hincado: Malacate y polea
Rechazo: Más de 50 golpes para 15 centímetros (6")

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Resumen de resultados de penetración estándar SPT

Sondeo 1

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	8	11	19
0.50	1.00			12	13	14	27
1.00	1.50			13	12	14	26
1.50	2.00			13	15	14	29
2.00	2.50			13	14	17	31
2.50	3.00			16	18	19	37
3.00	3.50			21	20	23	43
3.50	4.00			24	27	32	59
4.00	4.50		2	31	30	29	59
4.50	5.00			36	32	45	77
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 2

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	4	5	4	9
0.50	1.00			6	8	7	15
1.00	1.50			6	5	4	9
1.50	2.00			6	5	5	10
2.00	2.50			5	6	5	11
2.50	3.00			5	5	3	8
3.00	3.50		2	6	5	3	8
3.50	4.00			6	5	3	8
4.00	4.50			2	3	3	6
4.50	5.00			12	19	22	41
5.00	5.50			19	25	32	57
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 3

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	6	5	11
0.50	1.00			6	6	5	11
1.00	1.50			10	11	10	21
1.50	2.00			12	14	19	33
2.00	2.50		2	6	8	10	18
2.50	3.00			12	13	12	25
3.00	3.50			6	8	10	18
3.50	4.00			11	13	15	28
4.00	4.50			16	14	15	29
4.50	5.00			19	22	29	51
5.00	5.50			RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 4

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	4	3	7
0.50	1.00			8	10	14	24
1.00	1.50			3	2	6	8
1.50	2.00			11	15	42	57
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 5

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	6	5	11
0.50	1.00			4	3	2	5
1.00	1.50			3	2	4	6
1.50	2.00			2	3	3	6
2.00	2.50		2	14	6	19	25
2.50	3.00			18	19	20	39
3.00	3.50			5	4	5	9
3.50	4.00			5	6	5	11
4.00	4.50			6	8	10	18
4.50	5.00			10	19	43	62
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 6

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	5	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	6	7	13
0.50	1.00			7	9	11	20
1.00	1.50			15	19	22	41
1.50	2.00			25	15	30	45
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 7

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	4	3	3	6
0.50	1.00			2	5	3	8
1.00	1.50			9	6	5	11
1.50	2.00			8	6	3	9
2.00	2.50		2	8	10	12	22
2.50	3.00			18	24	32	56
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 8

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	4	4	8
0.50	1.00			3	4	6	10
1.00	1.50			8	10	9	19
1.50	2.00			11	15	9	24
2.00	2.50		2	4	3	1	4
2.50	3.00			1	2	1	3
3.00	3.50			46	8	11	19
3.50	4.00			10	7	9	16
4.00	4.50			15	11	14	25
4.50	5.00			36	28	32	60
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 9

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	6	5	4	9
0.50	1.00			3	3	2	5
1.00	1.50			3	4	5	9
1.50	2.00			8	10	9	19
2.00	2.50		2	11	13	9	22
2.50	3.00			4	3	1	4
3.00	3.50			5	6	11	17
3.50	4.00			6	5	4	9
4.00	4.50			5	9	14	23
4.50	5.00			19	22	24	46
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 10

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	2	3	2	5
0.50	1.00			2	2	1	3
1.00	1.50			8	9	8	17
1.50	2.00			11	8	18	26
2.00	2.50			5	5	4	9
2.50	3.00			5	6	5	11
3.00	3.50		2	5	4	5	9
3.50	4.00			6	5	4	9
4.00	4.50			19	9	8	17
4.50	5.00			7	8	29	37
				RECHAZO			

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 11

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	5	8	11	19
0.50	1.00			14	15	19	34
1.00	1.50			22	25	28	53
1.50	2.00			30	31	42	73

Sondeo 12

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	10	7	9	16
0.50	1.00			11	15	19	34
1.00	1.50			22	25	43	68

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 13

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	2	3	2	5
0.50	1.00			3	3	2	5
1.00	1.50			5	8	10	18
1.50	2.00			19	6	4	10
2.00	2.50			4	3	4	7
2.50	3.00			3	3	3	6
3.00	3.50		2	4	2	2	4
3.50	4.00			1	2	3	5
4.00	4.50			5	3	3	6
4.50	5.00			4	5	4	9
5.00	5.50			8	10	12	22
5.50	6.00			13	14	13	27
6.00	6.50		3	10	8	6	14
6.50	7.00			5	4	6	10
7.00	7.50			11	14	16	30
7.50	8.00			10	14	29	43

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 14

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"	
0.00	0.50		1	6	8	10	18
0.50	1.00			14	12	14	26
1.00	1.50			7	6	8	14
1.50	2.00			13	15	14	29
2.00	2.50			16	18	15	33
2.50	3.00			16	18	29	47

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Correlaciones para interpretación de los ensayos SPT

A continuación se presentan unas tablas indicativas que permiten la interpretación general de los resultados de los ensayos realizados:

Para suelos Finos

Número de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresión KPa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

(Ref.: Braja Das. "Principios de ingeniería de cimentaciones", Thomson Editores, México, 1999).

Ensayos de laboratorio

A continuación se muestran resumen de los resultados de los ensayos realizados a las muestras para clasificación de los suelos encontrados.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 1

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	17.28%	36.30%	26.00%	10.30%	72.70%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO Y ROJO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50										
2.50	3.00		2	ML	17.68%	48.90%	31.90%	17.00%	86.20%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00										

Sondeo 2

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	17.49%	34.60%	26.80%	7.80%	86.80%	NO	LIMO INORGANICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON ROJO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50										
2.50	3.00		2	SM	18.29%	20.70%	18.80%	1.90%	37.80%	NO	ARENAS LIMOSAS DE COLOR AMARILLO CON ROJO
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00										
5.00	5.50										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 3

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	16.72%	35.40%	27.40%	8.00%	79.60%	NO	LIMO INORGANICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR ROJO Y AMARILLO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50		2	ML	17.95%	38.40%	26.80%	11.60%	76.90%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PALSTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON GRIS
2.50	3.00										
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00										

Sondeo 4

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	17.6%	36.2%	25.1%	11.1%	66.3%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR ROJO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 5

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	SM	17.29%	27.10%	23.20%	3.90%	35.20%		ARENA LIMOSA DE MEDIA PLASTICIDAD CON GRAVA DE COLOR CAFÉ OSCURO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50		2	SM	19.45%	NL	NP	NI	33.80%	2.5 M	ARENA LIMOSA DE COLOR AMARILLO CON ROJO
2.50	3.00										
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00										

Sondeo 6

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	CL-ML	17.5%	27.5%	22.0%	5.5%	63.7%	NO	ARCILLA LIMOSA LIMO INORGANICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 7

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	SM	17.71%	NL	NP	NI	26.30%	NO	ARENAS LIMOSAS DE COLOR ROJO
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50										
2.50	3.00		2	SM	23.43%	NL	NP	NI	35.00%		ARENAS LIMOSAS DE COLOR ROJO

Sondeo 8

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	CL	16.85%	48.20%	29.40%	18.80%	49.40%	NO	ARENAS LIMOSAS DE MEDIA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO
0.50	1.00				17.23%						
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50		2	CL	25.05%	47.60%	26.40%	20.90%	90.90%	SI	ARCILLA INORGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO CON GRIS
2.50	3.00										
3.00	3.50										
3.50	4.00				20.54%						
4.00	4.50										
4.50	5.00										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 9

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	15.16%	45.70%	39.60%	6.10%	57.20%	NO	LIMO INORGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR ROJO CON AMARILLO
0.50	1.00				16.39%						
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50		2	ML	18.86%	37.00%	28.00%	9.00%	59.70%	SI	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON GRIS
2.50	3.00				16.99%						
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00				17.66%						

Sondeo 10

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	15.75%	41.40%	27.30%	14.10%	60.00%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO
0.50	1.00				16.71%						
1.00	1.50										
1.50	2.00										
2.00	2.50				17.39%						
2.50	3.00		2	CL	17.53%	29.50%	21.80%	7.70%	59.10%	NO	ARCILLA INORGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON ROJO
3.00	3.50										
3.50	4.00										
4.00	4.50										
4.50	5.00				16.39%						

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 11

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	CL	16.38%	37.20%	21.10%	16.20%	77.30%	NO	ARCILLA INORGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON GRIS
0.50	1.00										
1.00	1.50										
1.50	2.00										

Sondeo 12

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	CL	18.66%	36.10%	25.70%	10.40%	63.80%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON CAFÉ
0.50	1.00										
1.00	1.50										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 13

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	CL	17.21%	38.60%	23.60%	15.00%	56.80%	NO	ARCILLA INORGÁNICA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR ROJO CON GRIS
0.50	1.00										
1.00	1.50				17.35%						
1.50	2.00										
2.00	2.50				18.07%						
2.50	3.00		2	ML	17.91%	40.60%	27.30%	13.30%	82.90%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON ROJO
3.00	3.50										
3.50	4.00				17.31%						
4.00	4.50										
4.50	5.00				17.29%						
5.00	5.50		3		18.10%	33.40%	23.80%	9.60%	51.70%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON GRIS
5.50	6.00										
6.00	6.50				17.80%						
6.50	7.00										
7.00	7.50										
7.50	8.00										

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 14

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA										
0.00	0.50		1	ML	17.95%	32.70%	23.60%	9.10%	55.60%	NO	LIMO INORGÁNICO DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR AMARILLO CON GRIS
0.50	1.00										
1.00	1.50				17.36%						
1.50	2.00										
2.00	2.50				17.46%						
2.50	3.00										

Los parámetros de corte directo se muestran en la siguiente Tabla.

Apique	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Kg/cm ²)
1	26.2	0.186
3	25.2	0.199
7	26.0	0.265
10	29.3	0.186

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

En la siguiente tabla se muestran los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo

Ensayo	Norma	No. de ensayos
Análisis granulométrico por tamizado	I.N.V.E. 123	46
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	I.N.V.E. 122	19
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	I.N.V.E. 126	14
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	14
Corte directo	I.N.V.E. 154	4

Relación de ensayos realizados a las muestras obtenidas.
Fuente: Propia

A continuación se muestran imágenes de la exploración y del muestreo realizado.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

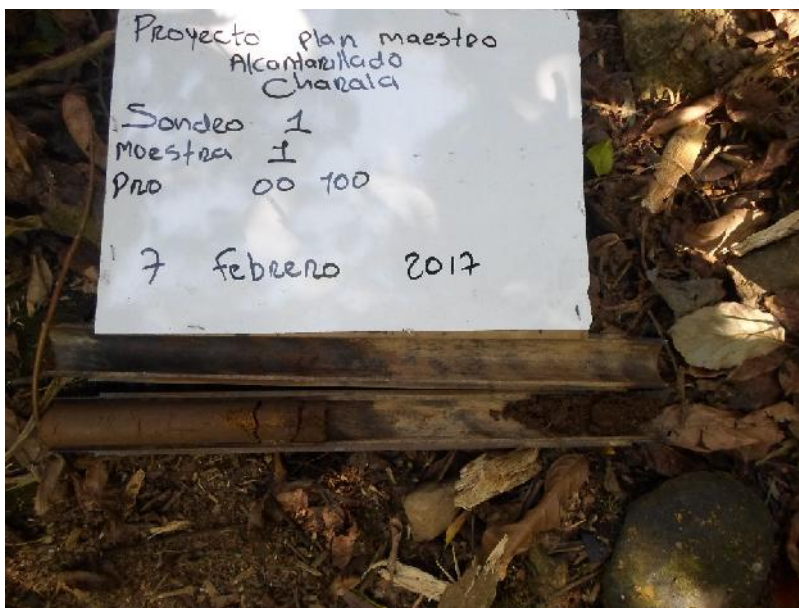
Sondeo 1. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

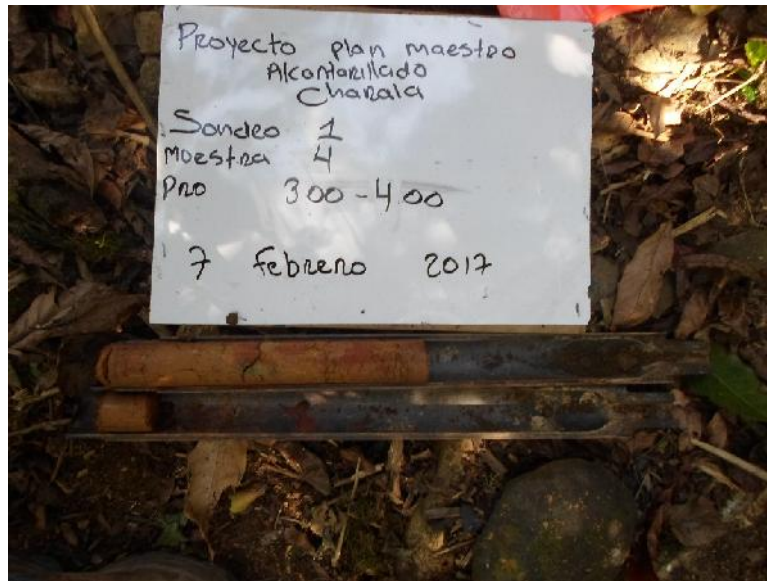
Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



RAMÍREZ
ARENAS

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 2. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

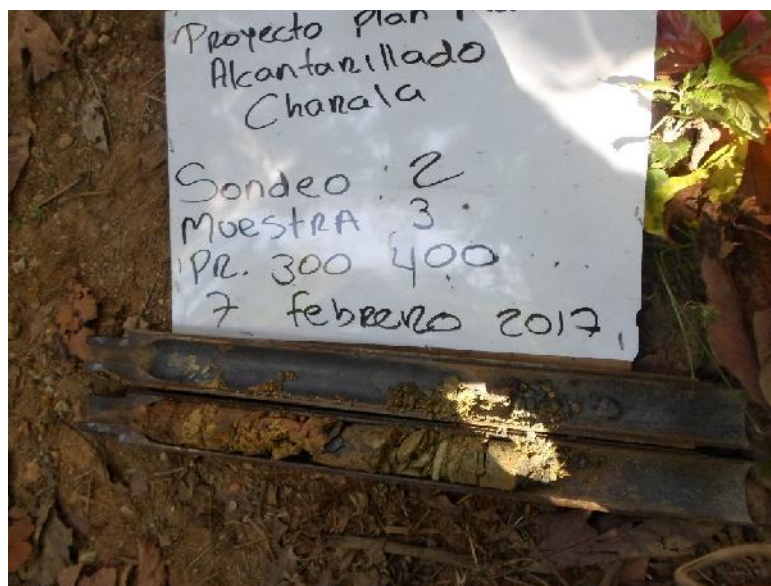
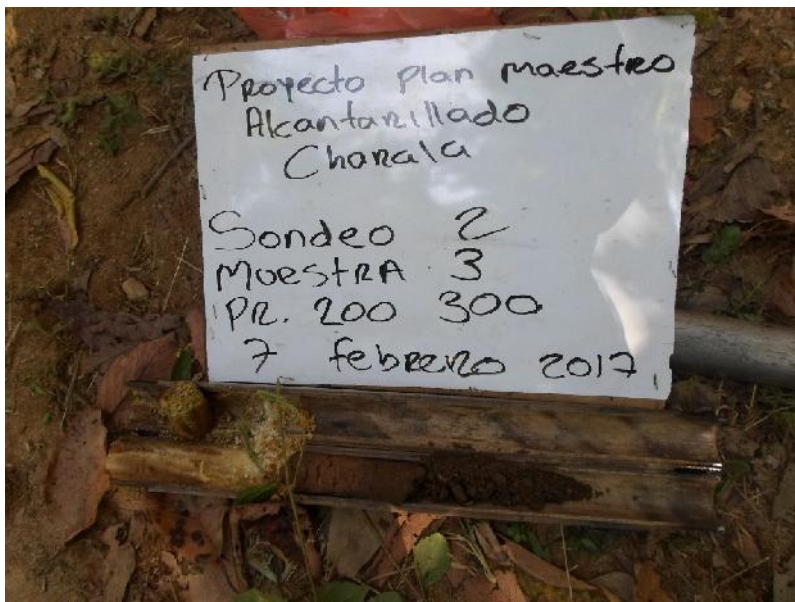
www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

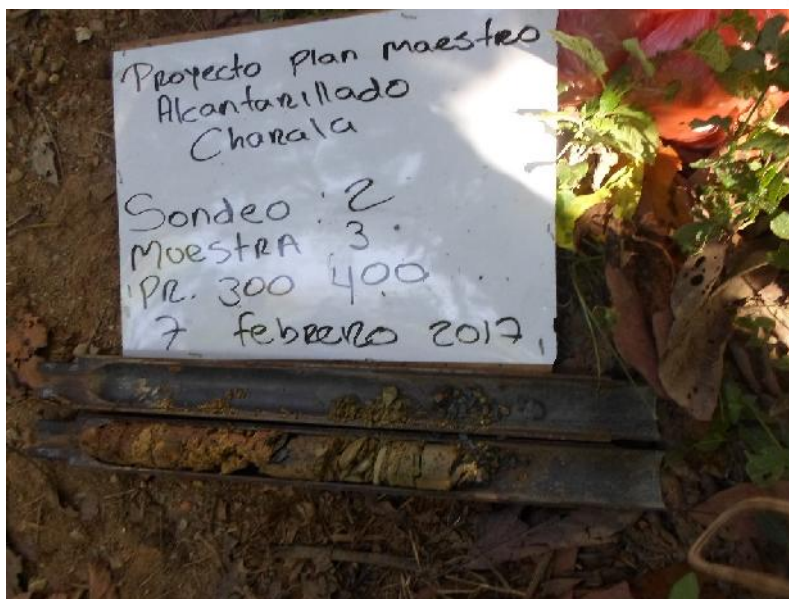
www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

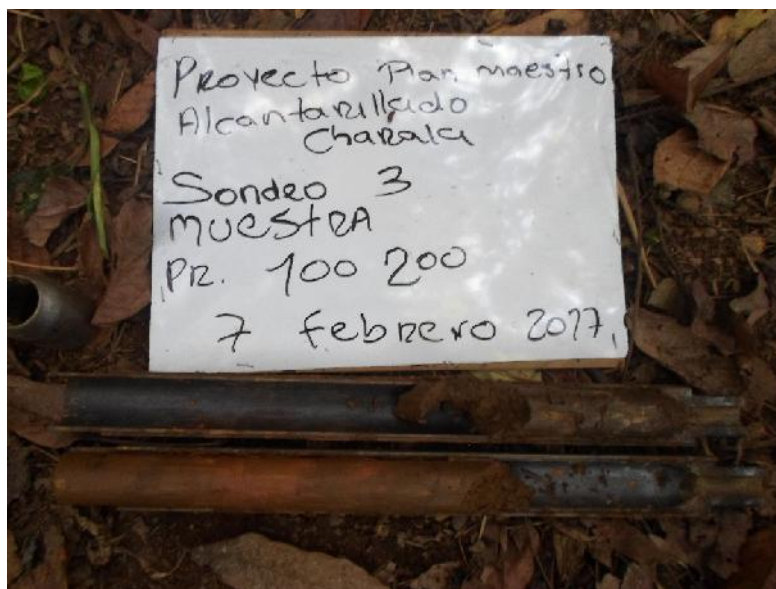
Sondeo 3. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

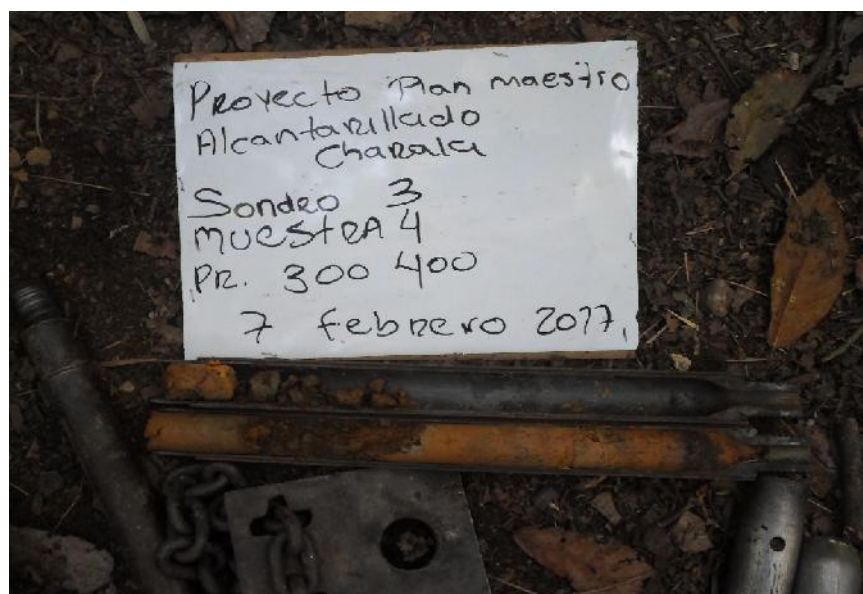
www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

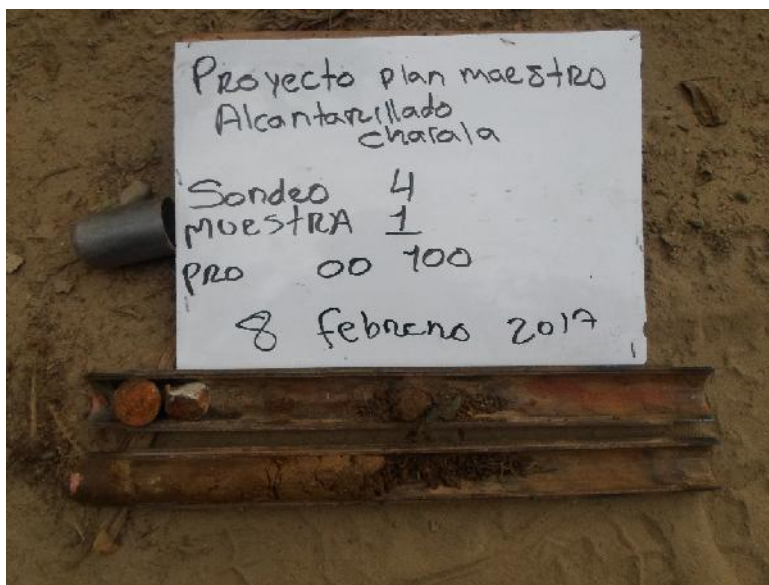
Sondeo 4. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

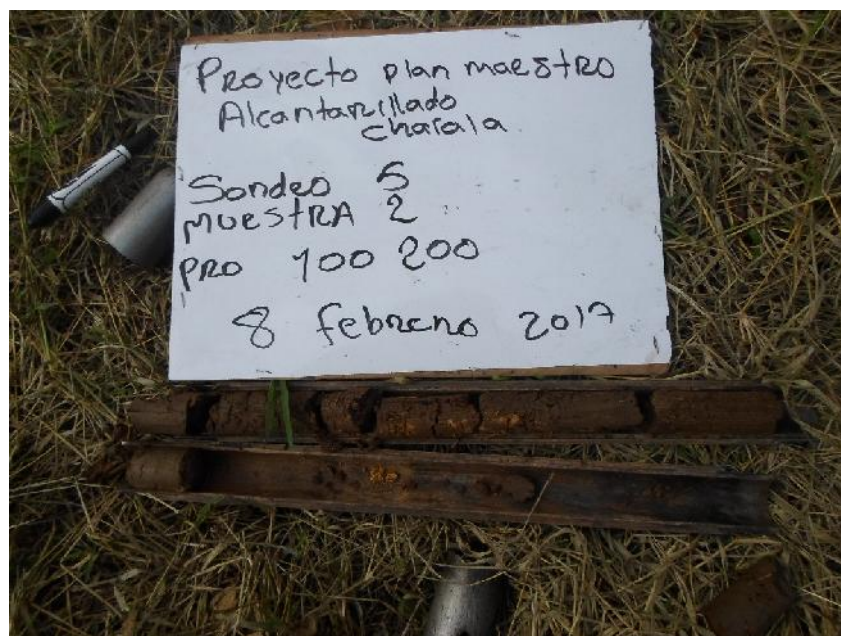
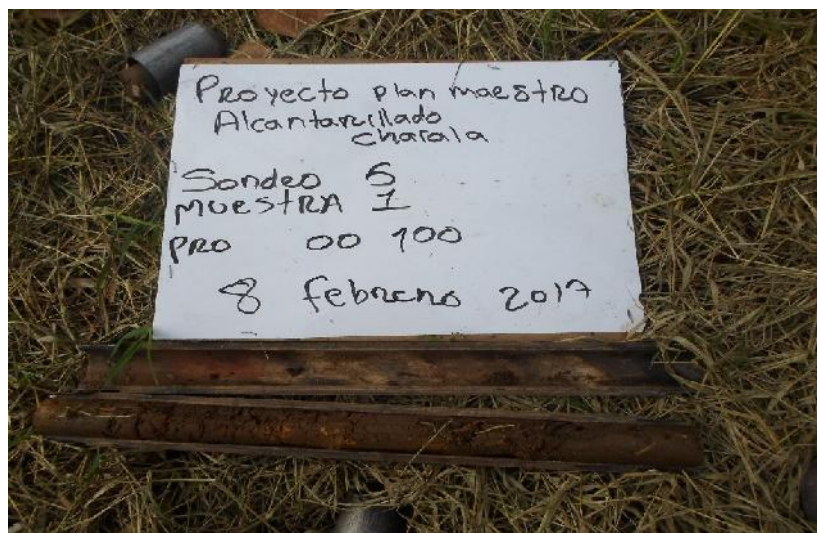
Sondeo 5. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

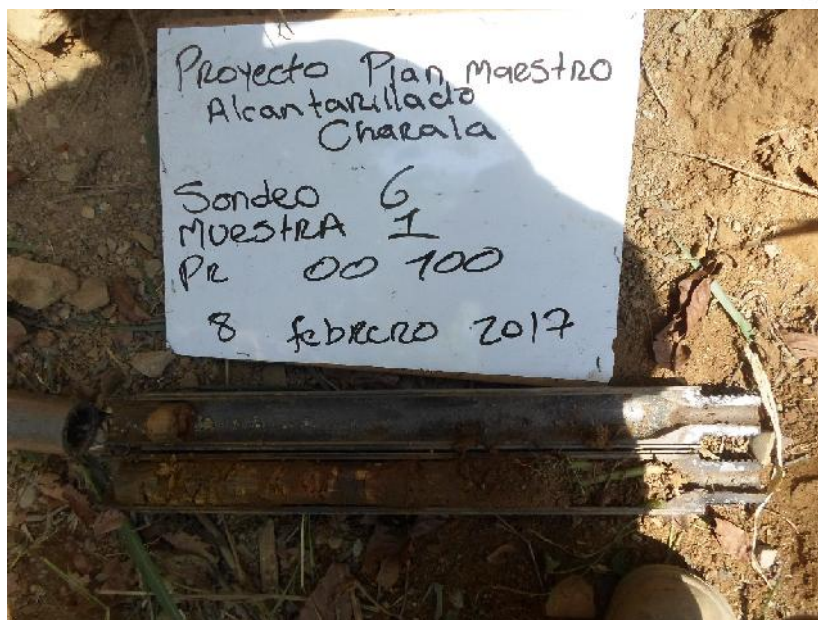
Sondeo 6. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

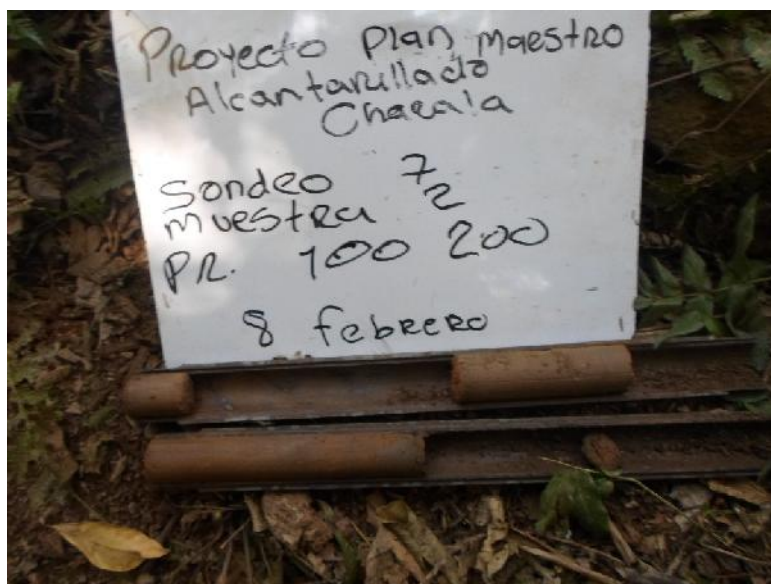
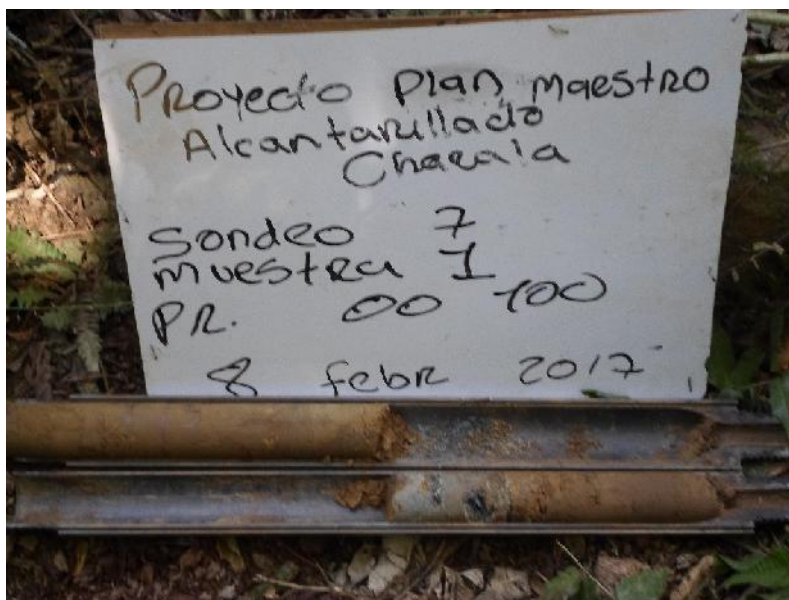
Sondeo 7. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 8. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 9. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

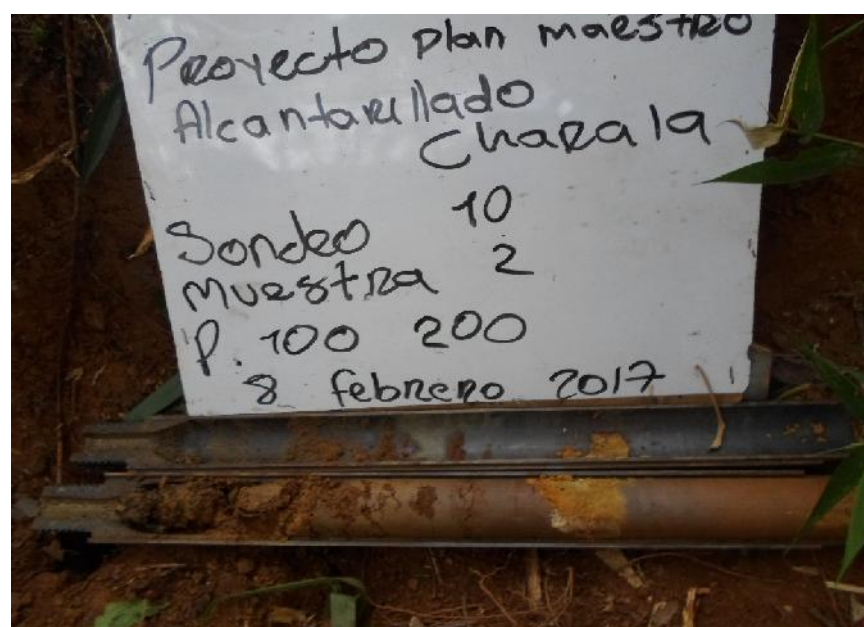
Sondeo 10. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

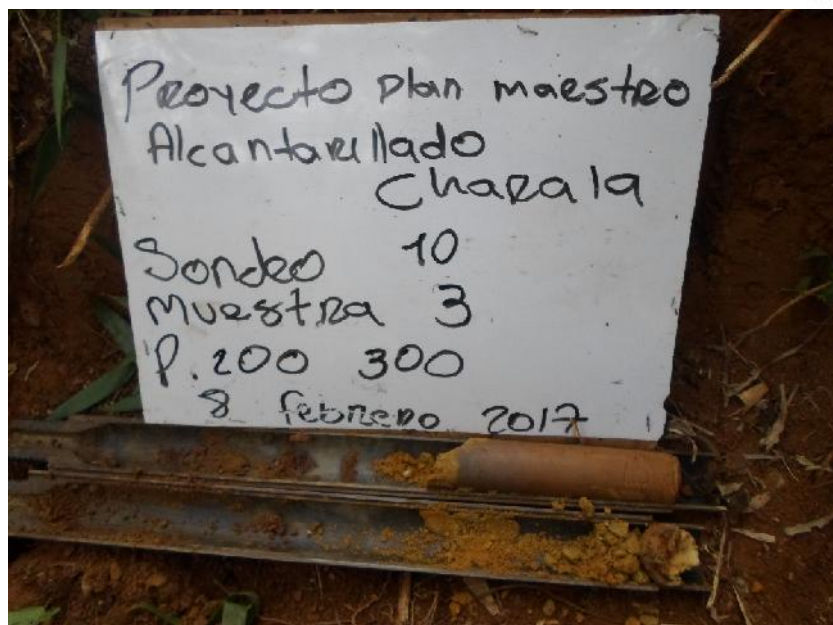
www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



RAMÍREZ
ARENAS

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 11. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 12. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Sondeo 13. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

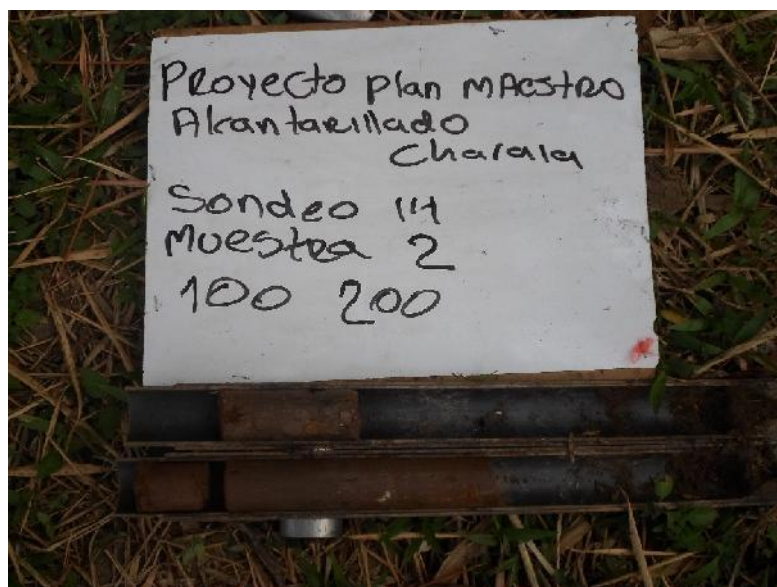
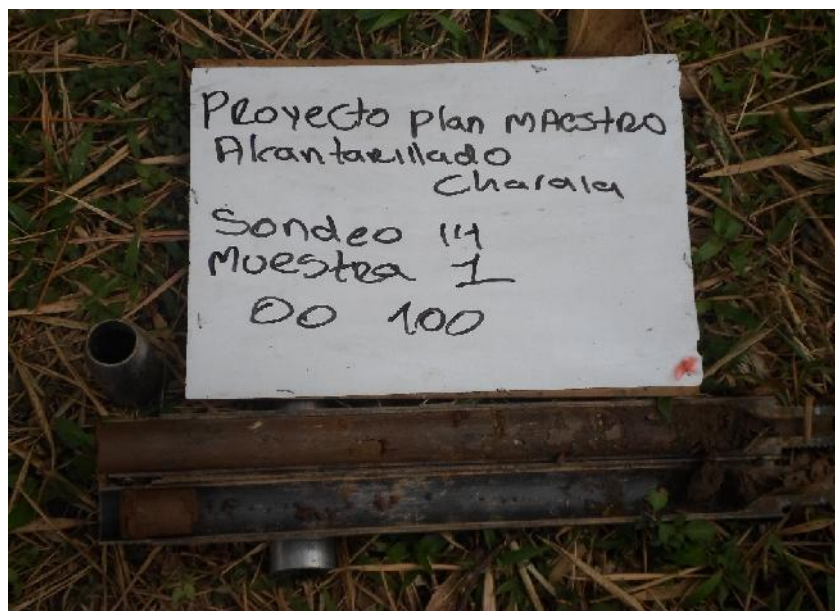
Sondeo 14. Exploración y muestreo



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 6

6.1 CALCULO FACTORES DE SEGURIDAD DEL TALUD

Modelo y Software Utilizado:

Para el análisis del modelo geotécnico se utilizó el software para computador SLOPE/W de GEO-SLOPE International Ltd, Calgary Alberta, Canadá. SLOPE/W realiza el análisis por medio de la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Métodos de Análisis

Aunque el programa permite trabajar con doce diferentes métodos de análisis, para objeto del presente estudio se trabajó conjuntamente con los siguientes cuatro métodos:

1. Método ordinario o de Fellenius
2. Método Bishop simplificado
3. Método de Janbú simplificado
4. Método de Spencer

Los resultados de los factores de seguridad se presentan para cada uno de los métodos indicados.

Geometría y Estratigrafía

El modelo geotécnico se trabajó con los tipos de material de suelo identificados en campo y con los sondeos realizados.

Las propiedades de los suelos fueron obtenidas en el laboratorio de igual manera, los espesores de los estratos fueron determinados a partir de los sondeos geotécnicos realizados.

Coeficiente pseudoestático a utilizarse en el análisis de estabilidad para las excavaciones a realizar en el sitio de estudio

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Criterio 1: NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR- 10

El coeficiente pseudoestático se calculó de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10, en el capítulo H.5.2.5- Sismo de diseño.

H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max} obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes K_{ST} tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max} , dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Para el sector estudiado los parámetros utilizados, para determinar el coeficiente pseudoestático son:

Zona de amenaza sísmica: Alta

$a_{max} = 0.20g$

Para el sector en estudio y de acuerdo a la NSR-10 $K_{st}/a_{max} = 0.67$

$K_{st}/0.20 = 0.67$; $K_{st} = 0.20 * 0.67$; $K_{st} = 0.13 g$

Coeficiente Pseudoestático: 0.13 g

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 7

7.1. CAPACIDAD DE SOPORTE

Cálculo de capacidad de soporte

Para el cálculo de las presiones admisibles de trabajo o capacidad de soporte se utiliza una correlación empírica con los resultados del ensayo de penetración estándar de acuerdo al criterio de Meyerhof, G.G. (1974).

El N seleccionado para el análisis corresponde al valor de N representativo del real comportamiento del suelo por debajo del nivel de cimentación, de acuerdo al criterio del Ingeniero Geotecnista.

El valor del N de penetración estándar obtenido en los ensayos se corrigió por energía y por profundidad.

N representativo para el análisis

Después de examinar los valores de N obtenidos en los sondeos se escogió un valor de $N = 39$ Golpes/pie, como el valor que representa el comportamiento del suelo para una profundidad de cimentación de 3.0 metros.

Corrección por energía CE

Para determinar el coeficiente de corrección por energía CE se utilizó el criterio de Tokimatsu y Seed 1987, Journal of geotechnical engineering ASCE vol. 113 p.p. 861 – 878.

Corrección por energía (CE) = 0.60

Esta corrección de 0.60, corresponde a un sistema de pesa con hueco circular y sistema de polea, similar al utilizado en la ejecución de los ensayos de campo en el presente estudio.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Corrección por profundidad CD

Para determinar el coeficiente de corrección por profundidad CD se utilizó el criterio de Tokimatsu y Seed 1984, Simplified Procedures for the Evaluation of Settlements in Sands Due to Earthquake Shaking. Report No. UCB/EERC- 84/16.

Corrección por profundidad (adaptado de Tokimatsu y Seed, 1984)

Profundidad (Metros)	CD
Menos de 1.5	1.60
2.0	1.50
3.0	1.35
4.0	1.20
5.0	1.00
10.0	0.70
15.0	0.55
20.0	0.50

Valor de N corregido

$$N \text{ para diseño} = CE * CD * N$$

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Cálculo de la presión admisible de trabajo

De acuerdo al criterio de Meyerhof.

$$q_a = 1.2 N \quad \text{Para } B < 1.2 \text{ m}$$

$$q_a = 0.8 N \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \quad \text{Para } B > 1.2 \text{ m}$$

B (ancho de cimientos) = 2.0 metros

Este valor corresponde según Meyerhof a un asentamiento aproximado de 2.5 centímetros.

A continuación se muestran los valores de capacidad de carga para cada sondeo y para diferentes profundidades.

SONDEO 1

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	Ncampo	Cd	Ce	Ncorregido	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	8	11	19	1.60	0.6	18	19.0
0.5	1.0	12	13	14	27	1.60	0.6	26	27.5
1.0	1.5	13	12	14	26	1.60	0.6	25	26.5
1.5	2.0	13	15	14	29	1.50	0.6	26	27.5
2.0	2.5	13	14	17	31	1.43	0.6	27	28.6
2.5	3.0	13	18	19	37	1.35	0.6	30	31.7
3.0	3.5	21	20	23	43	1.28	0.6	33	34.9
3.5	4.0	24	27	32	59	1.20	0.6	42	44.4
4.0	4.5	31	30	29	59	1.10	0.6	39	41.3
4.5	5.0	36	32	45	77	1.00	0.6	46	48.7

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

SONDEO 2

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	4	5	4	9	1.60	0.6	9	9.5
0.5	1.0	6	8	7	15	1.60	0.6	14	14.8
1.0	1.5	6	5	4	9	1.60	0.6	9	9.5
1.5	2.0	6	5	5	10	1.50	0.6	9	9.5
2.0	2.5	5	6	5	11	1.43	0.6	9	9.5
2.5	3.0	5	5	3	8	1.35	0.6	6	6.3
3.0	3.5	6	5	3	8	1.28	0.6	6	6.3
3.5	4.0	6	5	3	8	1.20	0.6	6	6.3
4.0	4.5	2	3	3	6	1.10	0.6	4	4.2
4.5	5.0	12	19	22	41	1.00	0.6	25	26.5
5.0	5.5	19	25	32	57	0.97	0.6	33	34.9

SONDEO 3

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	6	5	11	1.60	0.6	11	11.6
0.5	1.0	6	6	5	11	1.60	0.6	11	11.6
1.0	1.5	10	11	10	21	1.60	0.6	20	21.2
1.5	2.0	12	14	19	33	1.50	0.6	30	31.7
2.0	2.5	6	8	10	18	1.43	0.6	15	15.9
2.5	3.0	12	13	12	25	1.35	0.6	20	21.2
3.0	3.5	6	8	10	18	1.28	0.6	14	14.8
3.5	4.0	11	13	15	28	1.20	0.6	20	21.2
4.0	4.5	16	14	15	29	1.10	0.6	19	20.1
4.5	5.0	19	22	29	51	1.00	0.6	31	32.8

SONDEO 4

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	4	3	7	1.60	0.6	7	7.4
0.5	1.0	8	10	14	24	1.60	0.6	23	24.3
1.0	1.5	3	2	6	8	1.60	0.6	8	8.5
1.5	2.0	11	15	42	57	1.50	0.6	51	54.0

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

SONDEO 5

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	6	5	11	1.60	0.6	11	11.6
0.5	1.0	4	3	2	5	1.60	0.6	5	5.3
1.0	1.5	3	2	4	6	1.60	0.6	6	6.3
1.5	2.0	2	3	3	6	1.50	0.6	5	5.3
2.0	2.5	14	6	19	25	1.43	0.6	21	22.2
2.5	3.0	18	19	20	39	1.35	0.6	32	33.9
3.0	3.5	5	4	5	9	1.28	0.6	7	7.4
3.5	4.0	5	6	5	11	1.20	0.6	8	8.5
4.0	4.5	6	8	10	18	1.10	0.6	12	12.7
4.5	5.0	10	19	43	62	1.00	0.6	37	39.1

SONDEO 6

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	6	7	13	1.60	0.6	12	12.7
0.5	1.0	7	9	11	20	1.60	0.6	19	20.1
1.0	1.5	15	19	22	41	1.60	0.6	39	41.3
1.5	2.0	25	15	30	45	1.50	0.6	41	43.4

SONDEO 7

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	4	3	3	6	1.60	0.6	6	6.3
0.5	1.0	2	5	3	8	1.60	0.6	8	8.5
1.0	1.5	9	6	5	11	1.60	0.6	11	11.6
1.5	2.0	8	6	3	9	1.50	0.6	8	8.5
2.0	2.5	8	10	12	22	1.43	0.6	19	20.1
2.5	3.0	18	24	32	56	1.35	0.6	45	47.6

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

SONDEO 8

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	4	4	8	1.60	0.6	8	8.5
0.5	1.0	3	4	6	10	1.60	0.6	10	10.6
1.0	1.5	8	10	9	19	1.60	0.6	18	19.0
1.5	2.0	11	15	9	24	1.50	0.6	22	23.3
2.0	2.5	4	3	1	4	1.43	0.6	3	3.2
2.5	3.0	1	2	1	3	1.35	0.6	2	2.1
3.0	3.5	46	8	11	19	1.28	0.6	15	15.9
3.5	4.0	10	7	9	16	1.20	0.6	12	12.7
4.0	4.5	15	11	14	25	1.10	0.6	17	18.0
4.5	5.0	36	28	32	60	1.00	0.6	36	38.1

SONDEO 9

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	6	5	4	9	1.60	0.6	9	9.5
0.5	1.0	3	3	2	5	1.60	0.6	5	5.3
1.0	1.5	3	4	5	9	1.60	0.6	9	9.5
1.5	2.0	8	10	9	19	1.50	0.6	17	18.0
2.0	2.5	11	13	9	22	1.43	0.6	19	20.1
2.5	3.0	4	3	1	4	1.35	0.6	3	3.2
3.0	3.5	5	6	11	17	1.28	0.6	13	13.8
3.5	4.0	6	5	4	9	1.20	0.6	6	6.3
4.0	4.5	5	9	14	23	1.10	0.6	15	15.9
4.5	5.0	19	22	24	46	1.00	0.6	28	29.6

SONDEO 10

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	Cd	Ce	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	2	3	2	5	1.60	0.6	5	5.3
0.5	1.0	2	2	1	3	1.60	0.6	3	3.2
1.0	1.5	8	9	8	17	1.60	0.6	16	16.9
1.5	2.0	11	8	18	26	1.50	0.6	23	24.3
2.0	2.5	5	5	4	9	1.43	0.6	8	8.5
2.5	3.0	5	6	5	11	1.35	0.6	9	9.5
3.0	3.5	5	4	5	9	1.28	0.6	7	7.4
3.5	4.0	6	5	4	9	1.20	0.6	6	6.3
4.0	4.5	19	9	8	17	1.10	0.6	11	11.6
4.5	5.0	7	8	29	37	1.00	0.6	22	23.3

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

SONDEO 11

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	C _d	C _e	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	5	8	11	19	1.60	0.6	18	19.0
0.5	1.0	14	15	19	34	1.60	0.6	33	34.9
1.0	1.5	22	25	28	53	1.60	0.6	51	54.0
1.5	2.0	30	31	42	73	1.50	0.6	66	69.8

SONDEO 12

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	C _d	C _e	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	10	7	9	16	1.60	0.6	15	15.9
0.5	1.0	11	15	19	34	1.60	0.6	33	34.9
1.0	1.5	22	25	43	68	1.60	0.6	65	68.8

SONDEO 13

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	N _{campo}	C _d	C _e	N _{corregido}	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	2	3	2	5	1.60	0.6	5	5.3
0.5	1.0	3	3	2	5	1.60	0.6	5	5.3
1.0	1.5	5	8	10	18	1.60	0.6	17	18.0
1.5	2.0	19	6	4	10	1.50	0.6	9	9.5
2.0	2.5	4	3	4	7	1.43	0.6	6	6.3
2.5	3.0	3	3	3	6	1.35	0.6	5	5.3
3.0	3.5	4	2	2	4	1.28	0.6	3	3.2
3.5	4.0	1	2	3	5	1.20	0.6	4	4.2
4.0	4.5	5	3	3	6	1.10	0.6	4	4.2
4.5	5.0	4	5	4	9	1.00	0.6	5	5.3
5.0	5.5	8	10	12	22	0.97	0.6	13	13.8
5.5	6.0	13	14	13	27	0.94	0.6	15	15.9
6.0	6.5	10	8	6	14	0.91	0.6	8	8.5
6.5	7.0	5	4	6	10	0.88	0.6	5	5.3
7.0	7.5	11	14	16	30	0.85	0.6	15	15.9
7.5	8.0	10	14	29	43	0.82	0.6	21	22.2

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

SONDEO 14

		GOLPES							
PROFUNDIDAD (m)		6"	12"	18"	Ncampo	Cd	Ce	Ncorregido	q _a (Ton/m ²)
0.0	0.5	6	8	10	18	1.60	0.6	17	18.0
0.5	1.0	14	12	14	26	1.60	0.6	25	26.5
1.0	1.5	7	6	8	14	1.60	0.6	13	13.8
1.5	2.0	13	15	14	29	1.50	0.6	26	27.5
2.0	2.5	16	18	15	33	1.43	0.6	28	29.6
2.5	3.0	16	18	29	47	1.35	0.6	38	40.2

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 8

8.1 CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO DE SOPORTES

El colector final del alcantarillado de Aguas Negras del Municipio de Charalá, está diseñado bordeando la escarpa o talud occidental de la vía San Gil – Charalá, colindante con el río Pienta, por tal razón y en beneficio de la estabilidad del talud del sistema, se sugiere su construcción sobre el suelo, repartiendo su carga sobre soportes separados a una distancia que no permita deflexiones mayores a 1", de acuerdo a su módulo de elasticidad, temperatura de operación, peso del tubo y peso del fluido calculado a flujo lleno e instalados sobre micropilotes con tubería petrolera y lechada A/C=0.5, de 25 cm de diámetro.

Este capítulo con lleva el cálculo del espaciamiento de los soportes, y diseño del soporte tipo.

El soporte de tubería para sistemas de alcantarillado sobre el suelo, deben ser preferiblemente en forma de "U" con una cuna o desarrollo inferior de por lo menos 120° y al menos con un ancho mínimo de ½ diámetro de la tubería.

En este caso en particular se considera la necesidad de lograr un soporte que amarre o que contenga todo el diámetro del tubo, como abrazadera atornillable o desmontable para futuros mantenimientos.

Para una deflexión máxima de 1", se tiene que:

$$L = \sqrt[4]{\frac{384 E I Y}{5(W + W')}}$$

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

En donde:

- L_s = Distancia entre soportes, plg
 E = Modulo de Elasticidad para la temperatura de servicio, lb/plg²
 I = Momento de Inercia, plg⁴
 Y_s = Deflexión entre soportes, plg
 W_p = Peso del tubo, lb/plg
 W_f = Peso del fluido, lb/plg

El peso o carga sobre cada soporte intermedio, será el de media separación a lado y lado del mismo

$$W = L (W_p + W_f)$$

En donde:

W_{int} = Carga en el soporte intermedio, Lb

El peso o carga sobre el soporte final o inicial, será el de media separación

$$W = \frac{L (W_p + W_f)}{2}$$

En donde:

W_{fin} = Carga al final o inicio sobre el soporte, Lb

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

Supporting Distances of HDPE at various operating temperatures

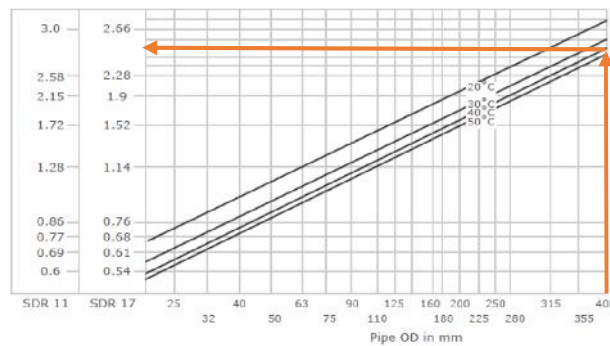
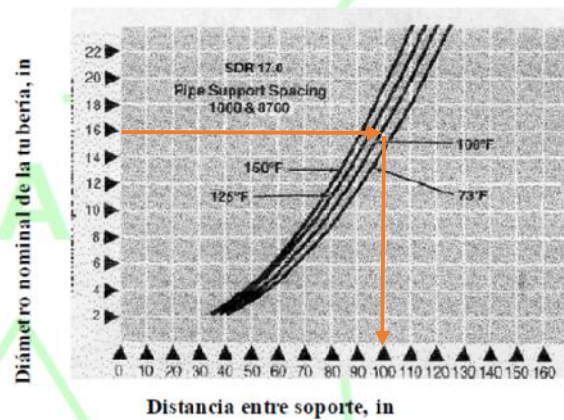


FIGURA 1.3

Espaciado entre soportes de tubería, de SDR 17.0



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



En conclusión:

Para una tubería HDPE SDR 17, para una temperatura de trabajo de 100°F / 38°C, se requiere de una separación entre soportes de 2,5 metros.

Carga sobre soporte intermedio

$$\begin{aligned} W_p &= 28,27 \text{ kg/m} \times L_s = 70,7 \text{ kg} \\ W_f &= \pi r^2 \text{ kg/m} = 1.260,0 \text{ kg} \\ W_{int} &= 1.330,7 \text{ kg} \\ W_{fin} &= 665,35 \text{ kg} \end{aligned}$$

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



MICROPILOTES

Los micropilotes son inclusiones de refuerzo, los cuales no actúan como estructura de contención y no requieren análisis estructural diferente al de determinar el refuerzo longitudinal del pilote, el cual al deformarse genera una fuerza a lo largo de la superficie de falla aumentando el factor de seguridad. Los micropilotes actúan en forma similar a un refuerzo con clavos pasivos, dándole gravedad coherente a la masa de suelo y roca.

Modelo General

Para el análisis se utilizó el modelo de Mohr-Coulomb con plasticidad perfecta. La plasticidad está asociada con la no recuperación de las deformaciones.

Los parámetros básicos del modelo de Mohr-Coulomb son los siguientes:

E = módulo de Young (KN/m²)
 ν = relación de Poisson
 ϕ = ángulo de fricción
 c = cohesión

Los valores de ángulo de fricción y cohesión utilizados para la modelación en el software de elementos finitos, fueron obtenidos a partir de un análisis entre los ensayos de laboratorio.

Elementos Finitos y Malla

El mallado es una función automática del software. Se ha seleccionado la mayor densidad posible de elementos dentro del modelo, haciendo refinamiento automático en los contornos de las estructuras planteadas e interfaces de estratos de suelo.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



Modelo de Elementos Finitos

El análisis por medio de los elementos finitos permite determinar, de acuerdo a las cargas de los equipos en operación y a la carga de la estructura de soporte de cada equipo las condiciones de esfuerzo y asentamientos para los diferentes tipos de cimentación.

Presiones de Poro

Para modelar las presiones de poro se supuso la línea de nivel freático dependiendo de la información obtenida en los sondeos.

Perfil Geotécnico

El modelo geotécnico trabajó con los tipos de suelo identificados en campo.

Propiedades de Suelo

Las propiedades de los suelos usadas en un análisis esfuerzo-deformación son las siguientes:

Peso unitario:	18.0 KN/m ³
Ángulo de fricción:	26.2°
Módulo de Young:	18632.4 KN/m ²
Cohesión:	18.6 KN/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.36

Resultados

El asentamiento presentado y calculado mediante las modelaciones con elementos finitos es de (28.94 milímetros). Los análisis realizados se muestran a continuación.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

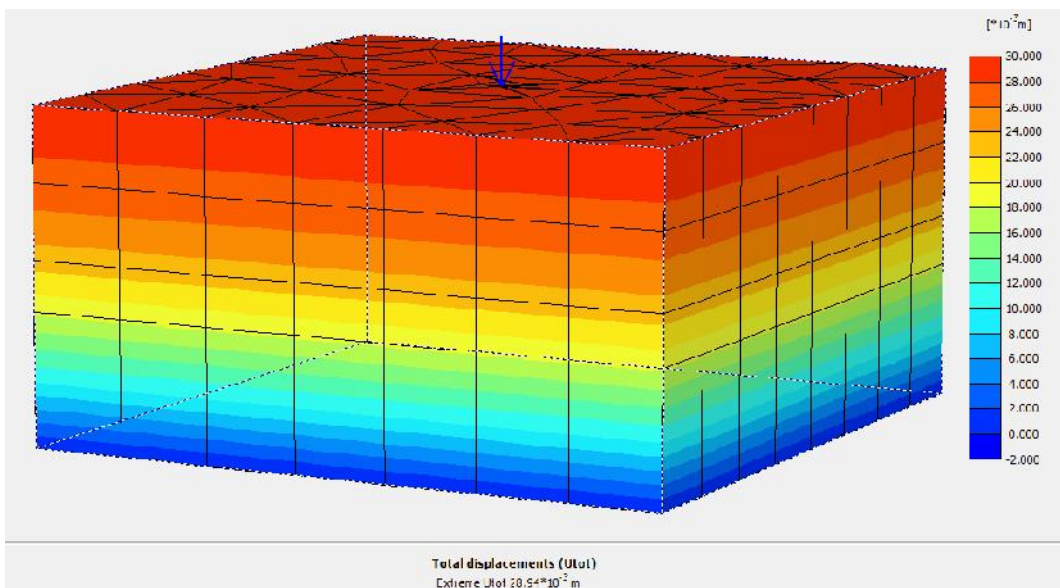
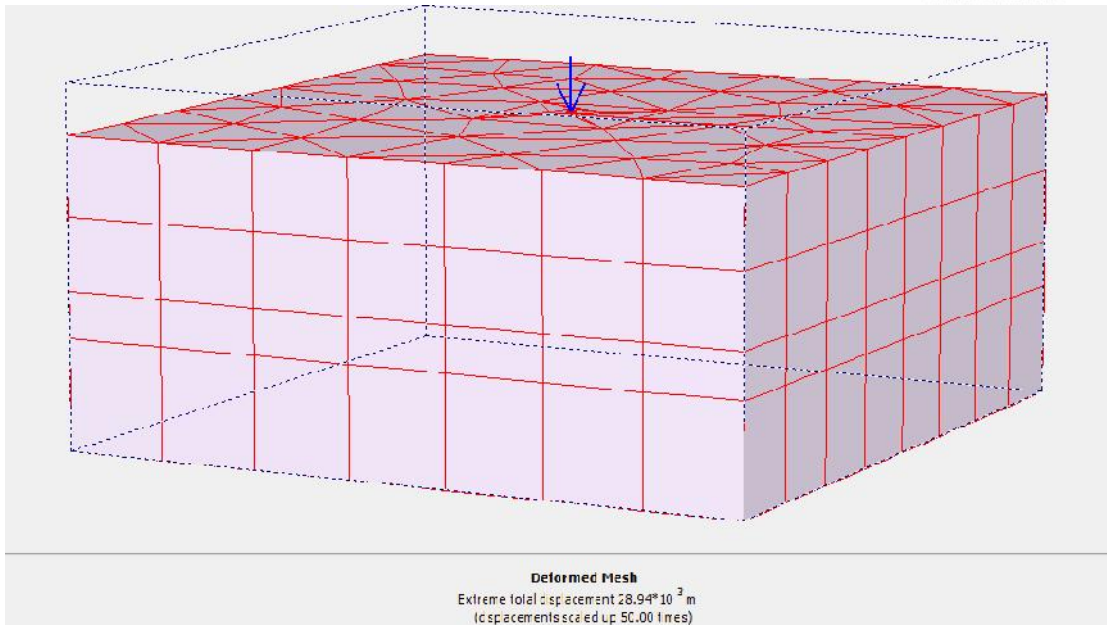
Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**

Obras civiles
Geotécnicos
Soluciones agrícolas



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

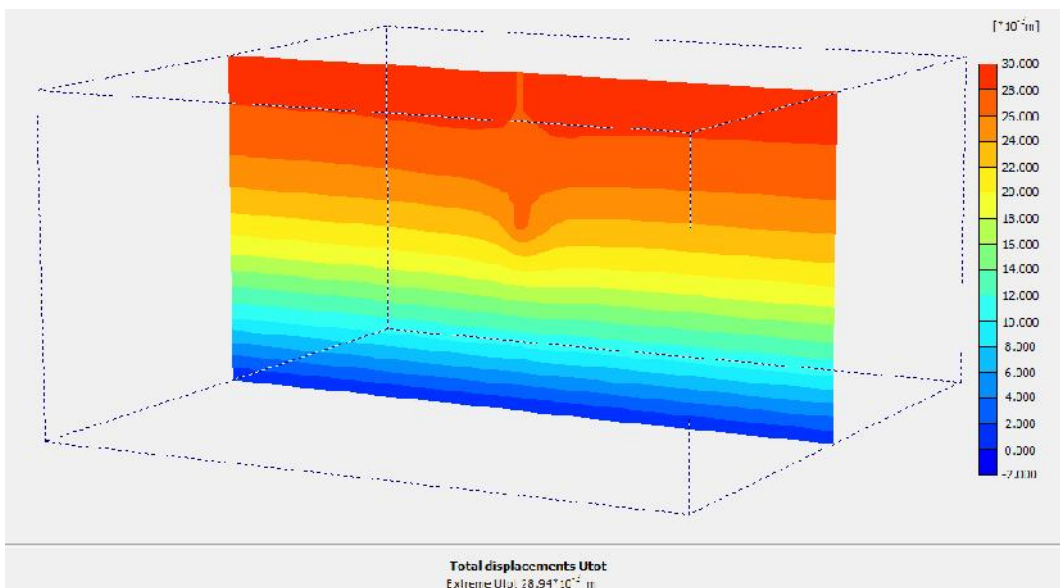
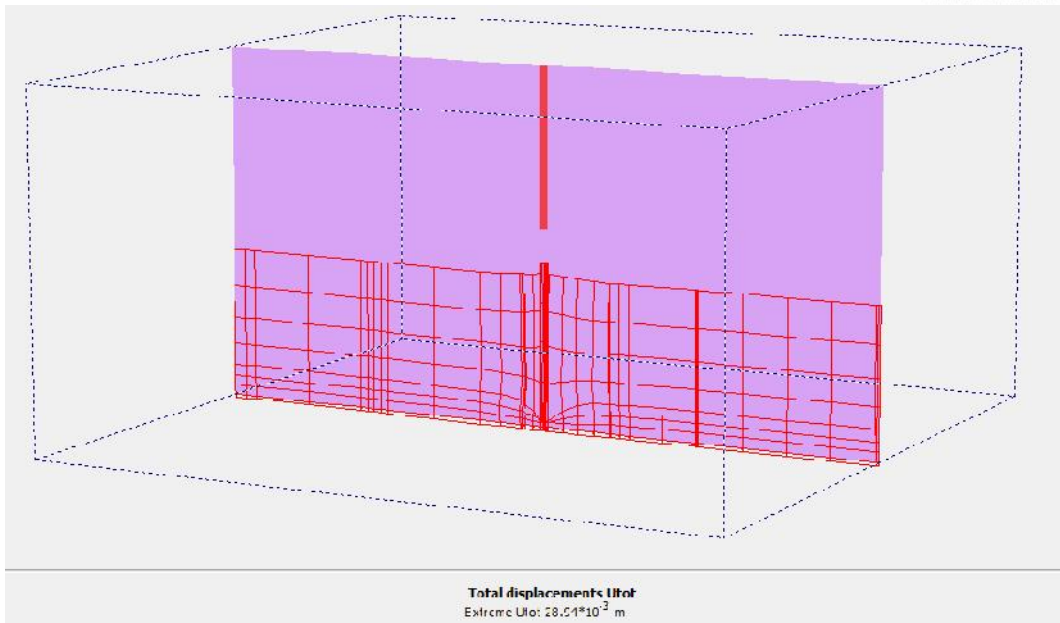
Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**

Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas



Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPACIDAD MECÁNICA DEL MICROPILOTE

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

donde:

V_{Ed} : Esfuerzo cortante de cálculo, obtenido a partir de acciones mayoradas.

$V_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a esfuerzo cortante. Se adoptará $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd}$

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica de la sección a esfuerzo cortante. Se determinará de acuerdo con la expresión³:

$$V_{pl,Rd} = \frac{2 A_{pr}}{\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_y}{\gamma_a}$$

donde:

f_y : Límite elástico del acero de la armadura tubular, que puede obtenerse de la tabla 2.1.

γ_a : Coeficiente parcial de seguridad para el acero de la armadura tubular⁴. Se tomará un valor de uno coma diez ($\gamma_a = 1,10$).

A_{pr} : Sección reducida de la armadura tubular de acero, calculada teniendo en cuenta la reducción de espesor de la armadura por efecto de la corrosión:

$$A_{pr} = \frac{\pi}{4} [(d_e - 2 r_e)^2 - d_i^2]$$

siendo:

d_e : Diámetro exterior nominal de la armadura tubular.

r_e : Reducción de espesor de la armadura por efecto de la corrosión. Deberá tomarse de la tabla 2.4.

d_i : Diámetro interior nominal de la armadura tubular.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



**RAMÍREZ
ARENAS**
Obras civiles
Geosintéticos
Soluciones agrícolas

PROPIEDADES DE LA TUBERÍA GRADO 80

En la tabla se señala la tubería recomendada.

CALIDAD DE ACERO	TM80	Resistencia acero (R):			689,00 N/mm ²			Límite de Elasticidad (Fyk: 1,75):			552,00 N/mm ²			Alargamiento mín.		16,50%
TIPOS DE ARMADURA		80,5 x 6	75,0 x 6	88,6 x 6,5	88,9 x 7,5	88,9 x 8,5	88,9 x 9,5	101,6 x 7	101,6 x 9	114,3 x 7	114,3 x 9	127 x 9	127 x 9	159,7 x 9		
DIAMETRO EXTERIOR	mm	60,30	75,00	88,90	88,90	88,90	88,90	101,60	101,60	114,30	114,30	127,00	127,00	159,70		
	in	2,37	2,95	3,50	3,50	3,50	3,50	4,00	4,00	4,50	4,50	5,00	5,00	6,30		
ESPESOR	mm	8,00	8,00	8,30	7,50	8,30	8,30	7,00	9,00	7,00	9,00	9,00	9,00	9,00		
	in	0,24	0,24	0,26	0,30	0,33	0,33	0,28	0,35	0,28	0,35	0,35	0,35	0,35		
DIAMETRO INTERIOR	mm	48,30	61,00	75,90	78,90	78,90	78,90	92,90	92,90	100,30	100,30	109,00	109,00	121,70		
	in	1,90	2,40	2,99	3,11	3,11	3,11	3,66	3,66	3,95	3,95	4,29	4,29	4,79		
SECCION	mm ²	1024,00	1269,00	1683,00	1918,00	1918,00	1918,00	2370,00	2661,00	2661,00	2661,00	2973,00	2973,00	3696,00		
	in ²	1,59	1,97	2,62	2,99	2,99	2,99	3,66	4,10	4,10	4,10	4,50	4,50	5,57		
PESO	kg/m	9,00	10,00	14,00	15,00	15,00	15,00	17,00	19,00	17,00	21,00	19,00	26,00	30,00		
	lbs/ft	7,00	7,00	10,00	11,00	11,00	11,00	13,00	14,00	13,00	15,00	14,00	19,00	22,00		
CARGA DE ROTURA	KN	706,00	871,00	1.140,00	1.322,00	1.480,00	1.480,00	1.683,00	1.918,00	1.683,00	2.052,00	1.827,00	2.052,00	2.547,00		
	kips	156,00	195,00	257,00	298,00	332,00	332,00	375,00	431,00	375,00	459,00	408,00	459,00	569,00		
LÍMITE DE ELASTICIDAD	KN	565,00	697,00	928,00	1058,00	1184,00	1307,00	1448,00	1644,00	1307,00	1644,00	1840,00	1840,00	2358,00		
	kips	125,00	154,00	205,00	234,00	267,00	294,00	324,00	369,00	294,00	369,00	407,00	407,00	520,00		
CARGA ADMISIBLE A LA TRACCION Y COMPRESION	KN	424,00	523,00	696,00	784,00	888,00	981,00	1083,00	1244,00	977,00	1232,00	1380,00	1380,00	1729,00		
	kips	94,00	116,00	154,00	176,00	197,00	217,00	240,00	276,00	216,00	273,00	305,00	305,00	388,00		
MOMENTO DE INERCIA (I)	cm ⁴	42,00	89,00	195,00	195,00	195,00	195,00	332,00	333,00	532,00	532,00	811,00	811,00	1106,00		
	in ⁴	1,00	2,10	4,70	4,70	4,70	4,70	8,00	8,00	12,00	12,00	19,00	19,00	28,00		
MODULO DE RESISTENCIA (W)	cm ³	13,00	20,00	33,00	37,00	40,00	43,00	47,00	56,00	47,00	60,00	73,00	73,00	114,00		
	in ³	0,80	1,20	2,00	2,30	2,50	2,70	3,00	3,60	3,00	3,70	4,50	4,50	7,40		
RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE	ca kn	187,00	230,00	307,00	350,00	391,00	432,00	479,00	547,00	432,00	547,00	608,00	608,00	773,00		
	kips	42,00	51,00	68,00	78,00	87,00	98,00	106,00	123,00	98,00	123,00	135,00	135,00	172,00		

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com

CAPITULO 9

9.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el sector del paso elevado ubicado entre el PI 02 (K0+032.51) y el PI 03 (K0+121.83) se puede utilizar una capacidad de soporte de 50 Ton/m² a 2.0 metros de profundidad, por lo cual se recomienda para cimentar el paso elevado realizar recuperación en concreto ciclópeo.
- Los soportes de tubería se deben colocar cada uno a una distancia máxima de 2.5 metros de acuerdo a lo calculado en el presente estudio.
- En el sector comprendido entre el K0+121.83 y el K0+400.97 se deben cimentar éstos soportes a una profundidad de 4.5 metros, para lo cual se recomienda la utilización de micropilotes de 25 cm de diámetro. Las características de los micropilotes se indican en este estudio.
- En el sector comprendido entre el K0+400.97 al K0+613.07 se deben cimentar los soportes mediante concreto ciclópeo a una profundidad mínima de 1.0 metro.
- En el sector comprendido entre el K0+613.07 y el K0+769.99 se deben cimentar éstos soportes a una profundidad de 3.0 metros, para lo cual se recomienda la utilización de micropilotes de 25 cm de diámetro. Las características de los micropilotes se indican en este estudio.
- En el sector comprendido entre el K0+769.99 y el K1+291.96 se deben cimentar éstos soportes a una profundidad de 4.5 metros, para lo cual se recomienda la utilización de micropilotes de 25 cm de diámetro. Las características de los micropilotes se indican en este estudio.
- Para la construcción de los micropilotes se recomienda utilizar tubería petrolera Grado 80 de diámetro exterior de 101.6 mm y espesor de 9.0 mm.

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



- Los detalles constructivos se muestran en los planos.
- Se recomienda el acompañamiento de un ingeniero geotecnista en todo el proceso de construcción para que revalide y confirme las hipótesis de este estudio.

Ing. Mario H. Ramirez
Ingeniero Civil – Universidad Industrial de Santander
Matrícula Profesional 68202-25783 STD

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



ANEXOS

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com



SONDEOS Y ENSAYOS DE LABORATORIOS

Bucaramanga, Calle 73 N° 42W-19 Parque Industrial, Provincia de Soto 2, Bodega 38,

Barrio Porvenir, tel: 6373742; 6378568

www.ramirezarenas.com / mario.ramirez@ramirezarenas.com