ALCALDÍA DE
**MONTERREY**
CASANARE

NIT 891857 824-3

**ACTA DE TERMINACIÓN**

| | |
|---|---|
| **TIPO DE CONTRATO** | CONTRATO DE CONSULTORÍA |
| **CONTRATO No.** | 000644 |
| **OBJETO DEL CONTRATO** | EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY DEPARTAMENTO DE CASANARE. |
| **PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL** | Veinte (20) DIAS |
| **PLAZO DEL ADICIONAL** | |
| **FECHA DE INICIO** | 2024-12-10 |
| **FECHA TERMINACIÓN CONTRACTUAL** | 2024-12-30 |
| **VALOR DEL CONTRATO** | $29.092.525,00 M.L.C. |
| **CONTRATISTA** | B & A INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S. |
| **SUPERVISOR** | JORGE ANDRES MONTES PULIDO |

En Monterrey - Casanare, a los Treinta(30) dias del mes de Diciembre de 2024, se reunieron JORGE ANDRES MONTES PULIDO, JEFE OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN, quien actúa en su calidad de supervisor, y por otra parte JOSE LUIS PARADA BARAJAS, identificado(a) con cédula de ciudadanía 1006531600 de MONTERREY, representante legal de(l-la) B & A INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S. con NIT 900591653-9 en su condición de Contratista, con el fin de terminar el CONTRATO DE CONSULTORÍA anteriormente citado, dado que el contratista cumplió con la ejecución delplazo establecido.

| DESCRIPCIÓN | VALOR CONTRATO | VALOR CONTRATO ADICIONAL |
|---|---|---|
| EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY DEPARTAMENTO DE CASANARE. | $29.092.525,00 | $0,00 |
| | **Valor Total** | **$29.092.525,00** |

La terminación del servicio no releva al contratista de sus responsabilidades y obligaciones a que hace referencia el CONTRATO DE CONSULTORÍA y las normas legales vigentes. Así mismo, el contratista se compromete a mantener las garantías de conformidad con lo estipulado en el CONTRATO DE CONSULTORÍA.

Para constancia de lo anterior, firman la presente acta los que en ella intervinieron el día Treinta(30) días del mes de Diciembre de 2024.

**Observación:**

ALCALDÍA DE
**MONTERREY**
CASANARE

NIT 891857 824-3

**ACTA DE TERMINACIÓN**

JORGE ANDRES MONTES PULIDO
**Supervisor(a)**

JOSE LUIS PARADA BARAJAS R/L B & A
INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S.
**Contratista**

**Proyecto:** LEIDY CAROLINA VARGAS PERILLA

ALCALDÍA DE MONTERREY CASANARE

NIT 891857 624-3

**ACTA DE RECIBO**

**Acta de Recibo del CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 000644 cuyo objeto es "EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY DEPARTAMENTO DE CASANARE."**

| | |
|---|---|
| **TIPO DE CONTRATO** | CONTRATO DE CONSULTORÍA |
| **CONTRATO No.** | 000644 |
| **OBJETO DEL CONTRATO** | EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY DEPARTAMENTO DE CASANARE. |
| **PLAZO DE EJECUCIÓN INICIAL** | Veinte (20) DIAS |
| **PLAZO DEL ADICIONAL** | |
| **FECHA DE INICIO** | 2024-12-10 |
| **FECHA TERMINACIÓN CONTRACTUAL** | 2024-12-30 |
| **VALOR INICIAL CONTRATO** | $28.092.525,00 M.L.C. |
| **VALOR ADICIONES CONTRATO** | $0,00 M.L.C. |
| **CONTRATISTA** | B & A INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S. |
| **SUPERVISOR** | JORGE ANDRES MONTES PULIDO |

En Monterrey - Casanare, a los Treinta(30) días del mes de Diciembre de 2024, se reunieron JORGE ANDRES MONTES PULIDO, JEFE OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN, quien actúa en su calidad de supervisor, y por otra parte JOSE LUIS PARADA BARAJAS, identificado(a) con cédula de ciudadanía 1006531600 de MONTERREY, representante legal de(la) B & A INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S. con NIT 900591653-9 en su condición de Contratista, con el fin de constatar el estado del servicio del objeto del CONTRATO DE CONSULTORÍA anteriormente citado, hacer entrega de dicho objeto por parte del contratista y recibir por parte de la supervisor el objeto ejecutado.

ESTADO GENERAL DEL CONTRATO.

| Acta No. | Tiempo |
|---|---|
| - | - |

Una vez realizada la inspección total del objeto, se constató que a la fecha del Treinta(30) días del mes de Diciembre de 2024 el objeto terminado se encuentra ejecutado en un 100% de satisfacción de acuerdo con lo establecido con el CONTRATO DE CONSULTORÍA.En consecuencia, el contratista hace entrega real y efectiva del objeto ejecutado al supervisor y éste lo recibe a la fecha del Treinta(30) días del mes de Diciembre de 2024.

La terminación del objeto no releva al contratista de sus responsabilidades y obligaciones a que hace referencia el CONTRATO DE CONSULTORÍAy las normas legales vigentes. Así mismo, el contratista se compromete a mantener las garantías de conformidad con lo estipulado en el CONTRATO DE CONSULTORÍA.

Hace parte integral de la presente acta, el informe de ejecución que contiene los registros y soportes del desarrollo del contrato y que se detalla en el anexo a la presente acta.

Para constancia de lo anterior, firman la presente acta los que en ella intervinieron el día Treinta(30) días del mes de Diciembre de 2024.

ALCALDÍA DE
**MONTERREY**
CASANARE

NIT 891857 824-5

**ACTA DE RECIBO**

**Acta de Recibo del CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 000644 cuyo objeto es "EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY DEPARTAMENTO DE CASANARE."**

Observaciones:

JORGE ANDRES MONTES PULIDO
**Supervisor(a) Supervisor(a)**

JOSE LUIS PARADA BARAJAS R/L B & A INGENIERIA DE COLOMBIA S. A. S.
**Contratista**

**Proyecto:** LEIDY CAROLINA VARGAS PERILLA

| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | B&A-DAB-01 | Fecha Elab.: 30/07/2021 |
|---|---|---|
| | COMUNICADO | |
| | Versión. 1 | Página 1 de 1 |

Monterrey Casanare 27 de diciembre de 2024

Doctor
**Hugo Alejandro Ballesteros**
Alcalde de Monterrey

**Oficina Asesora de Jurídica**
**Oficina de Planeación**
Carrera 6 #15-72
Ciudad

**Asunto:** Entrega de Informe Final al Contrato N 000644 de 06 de diciembre de 2024.

Reciba un cordial y afectuoso saludo con los mejores deseos de bienestar y éxito en sus actividades diarias.

Por medio de la presente me permito entregarles, el informe final de exploración Geotécnica: apiques y ensayos de laboratorio del Contrato N 000644 cuyo Objeto es: "EJECUCIÓN DE APIQUES Y ENSAYOS DE LABORATORIO PARA SUELOS EN SITIO PROPIO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE MONTERREY, DEPARTAMENTO DE CASANARE." En 163 folios.

Cualquier información adicional, con gusto estaremos dispuestos a suministrar.

Cordialmente,

**José Luis Parada Barajas**
CC. 1006531600 de Yopal
REPRESENTANTE LEGAL
**B&A INGENIERIA DE COLOMBIA**

# INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO DE MATERIALES. CONSTRUCCION EN SITIO PROPIO ZONA RURAL, MONTERREY, DEPARTAMENTO DE CASANARE




**Elaborado por: B&A INGENIERIA DE COLOMBIA SAS**

**Cliente: ALCALDIA DE MONTERREY**

**DICIEMBRE DE 2024**

1 TABLA DE CONTENIDO


1 INTRODUCCIÓN ..... 6
2 OBJETIVOS Y ALCANCE ..... 6
2.1 Objetivos ..... 6
2.1.1 Objetivo general ..... 6
2.1.2 Objetivos específicos ..... 6
2.2 Alcance ..... 7
3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 7
4 EXPLORACION GEOTECNICA ..... 8
4.1 Localización exploración geotécnica ..... 8
4.2 Nivel freático ..... 9
4.3 Perfil de resistencia a la penetración SPT ..... 10
5 ASPECTO GEOLÓGICOS ..... 10
5.1 *Estratigrafía* ..... 10
5.2 *Geologia Estructural* ..... 13
5.3 *Geomorfologia* ..... 13
5.1 *AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA* ..... 15
6 ASPECTOS SÍSMICOS ..... 16
6.1 Norma sismo resistente NSR-10 ..... 17
7 METODOLOGÍA DE DISEÑO ..... 19
7.1 Correlación de parámetros geomecánicos con ensayo de penetración estándar (SPT) ..... 19
7.2 Evaluación del Potencial de Licuación ..... 19
7.3 Capacidad de carga admisible ..... 19
7.4 Asentamiento. ..... 20
7.5 Capacidad de carga en suelos con mejoramiento ..... 21
8 PERFIL ESTRATIGRÁFICO ..... 22
9 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO ..... 22
9.1 Evaluación del potencial de licuación ..... 22
9.1 Evaluación de expansión y colapso ..... 23
10 PARAMETROS GEOMECANICOS DE RESISTENCIA ..... 24
10.1 Correlación SPT ..... 25
10.1.1 Material depósito consistencia firme ..... 25
10.1.2 Material depósito consistencia denso ..... 26
10.2 Referencias bibliográficas ..... 26

10.3 Parámetros de resistencia para diseño ..... 28
11 CARGAS DE TRABAJO ..... 29
12 ANALISIS GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL ..... 29
12.1 Capacidad de carga admisible ..... 29
12.1 Capacidad de carga admisible con Mejoramiento ..... 30
12.2 Asentamientos ..... 31
13 ANALISIS DE EMPUJE PARA OBRAS DE CONFORMACION DE ALETAS 33
14 EXCAVACIONES TEMPORALES ..... 34
15 OTRAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION ..... 35
15.1 PROCESO CONSTRUCTIVO ..... 35
15.1.1 Preparación del Sitio ..... 36
15.1.2 Rellenos ..... 36
15.1.3 Manejo de aguas ..... 37
16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 37
17 LIMITACIONES ..... 38

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 4-1 Localización apiques ..... 8
Tabla 9-1 Análisis cualitativo de expansión a partir de límites de plasticidad ..... 24
Tabla 10-1 Resumen Correlación SPT ..... 25
Tabla 10-2 Resumen Correlación SPT ..... 26
Tabla 10-3 Correlación de N60 y el ángulo de fricción de suelos granulares. Fuente: tabla 4.56. Manual de Diseño de cimentaciones Superficiales y profundas para Carreteras. 2012. ..... 26
Tabla 10-4 Angulo de fricción pico y critico. Fuente: tabla 5.9. Soil strength parameters from classification and testing. Burt Look. 2007. Adapted from correlations in BS 8002, 1994. ..... 27
Tabla 10-5 Efecto de la angularidad, clasificación y resistencia de la grava. ..... 27
Tabla 10-6 Resumen parámetros de resistencia, referencias bibliográficas. ..... 28
Tabla 10-7 Resumen Parámetros de resistencia. ..... 28
Tabla 12-1 Capacidad de carga con mejoramiento. ..... 30
Tabla 12-2 Constantes elásticas. Fuente: tabla C10.4.6.3-1, sección 10, CCP-14 ..... 31
Tabla 14-1 Altura crítica para taludes temporales con inclinación de 0.25H:1.0V. ..... 35
Tabla 14-2 Altura crítica para taludes temporales con inclinación de 0.50H:1.0V. ..... 35

## LISTADO DE FIGURAS


Figura 3-1 Localización general, áreas de construcción de sitio propio, zona rural. ..... 8
Figura 4-1 Perfil de resistencia a la penetración. ..... 10
*Figura 5-1 Localización sector en estudio Planta geología regional. Fuente SGC, plancha 230.* ..... 12
*Figura 5-2 Localización sector en estudio Perfil geología regional. Fuente SGC, PLANCHA 230.* ..... 13
*Figura 5-3 Localización sector en estudio Planta Mapa geomorfológico. Fuente SGC.* ..... 15
*Figura 5-4. Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa.* ..... 16
*Figura 6-1. Esquema localización eventos sísmicos recientes. Fuente: servicio geológico colombiano.* ..... 18
*Figura 6-2. Espectro sísmico.* ..... 19
Figura 9-1 Potencial de licuación ..... 23
Figura 9-2 Potencial de expansión ..... 23
Figura 10-1 Normalización SPT consistencia firme ..... 25
Figura 10-2 Normalización SPT consistencia denso ..... 26
Figura 10-3. variación indicativa del ángulo de fricción de la arena con gradación, tamaño y densidad. Fuente: Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables – figura 5.1 ..... 28
Figura 12-1 Nomograma de capacidad de carga relación B/L, profundidad: 0.5m ..... 29
Figura 12-2 Nomograma de capacidad de carga relación B/L, profundidad: 1.0m ..... 30
Figura 12-3 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 1.0m ..... 31
Figura 12-4 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 2.0m ..... 32
Figura 12-5 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 3.0m ..... 32
Figura 12-6 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 4.0m ..... 32
Figura 12-7 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 5.0m ..... 33
Figura 12-8 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 0.5m ..... 33
Figura 13-1 Esquema distribución de empujes ..... 34

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como propósito establecer las propiedades geomecánicas de resistencia y análisis de ingeniería para los materiales encontrados durante la exploración en los sitios propios en el área rural del municipio de Monterey en el departamento de Casanare para la consideración de proyectos futuros de desarrollo de vivienda de interés social

Todos los análisis presentados consideran los requerimientos de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 y Código Colombiano de Diseño Sismico de Puentes LRFD – 2014 (CCP-14); se encuentran basados principalmente en la información recopilada mediante la ejecución de los trabajos de campo (exploración del subsuelo), ensayos de laboratorio, así como en los estudios geológicos de referencia.

# 2 OBJETIVOS Y ALCANCE

## 2.1 Objetivos

### 2.1.1 Objetivo general

Establecer el análisis de materiales superficiales extraídos hasta la profundidad de los apiques en esta etapa de investigación de campo; el estudio estará en función del reconocimiento de campo ejecutado en el sector donde se localiza el proyecto (geológico y geotécnico), así mismo, se tiene presente la campaña de exploración para la caracterización del subsuelo (perforaciones mecánicas y resultados de laboratorio). Se tendrá de igual manera presente la información de referencia obtenida de literatura técnica a nivel del tipo y comportamiento de los materiales.

### 2.1.2 Objetivos específicos

- Establecer las características geológicas de la zona en estudio a partir de la información de campo e información de referencia.
- Acoger el perfil geológico y geotécnico general de análisis por medio del diagnóstico de campo y las investigaciones superficiales del subsuelo.
- Evaluar el tipo de cimentación en función de criterios de carga a nivel de cimentación y facilidades constructivas.
- Presentar los análisis iniciales de las propiedades de suelos en superficie.

### 2.2 Alcance

El alcance del estudio corresponde al análisis geotécnico de las propiedades de resistencia de los materiales superficiales en los sitios de exploración ubicados en el área rural del Monterrey, Casanare.

El presente documento hace parte de los análisis ingenieriles para las características de los materiales extraídos en los apiques de las áreas generales. Las determinaciones y análisis aquí planteados hacen parte de las aproximaciones generales de una fase inicial de investigación, para el desarrollo total de la fase de diseños de detalle se debe realizar el marco normativo en tanto de cumplir la normatividad vigente para la cantidad y profundidad de la exploración geotécnica, el tipo, área y cargas de trabajo de las estructuras futuras.

Se analizará el entorno geológico, investigación del subsuelo y las características geotécnicas del sector de interés, así mismo, se establecerán los anchos mínimos, profundidad y cargas máximas que puede controlar el material natural mediante las obras de cimentación y recomendaciones para la fundación de la estructura para una carga de trabajo aproximada. Se consideran los requerimientos del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes LRFD – 2014 (CCP-14), Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10, normatividad vigente para el País.

## 3 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto describe localizaciones para el desarrollo futuro de viviendas de interés social ubicadas en el área rural del municipio de Monterrey. A continuación, se ubican los sectores donde fueron realizados los sitios de exploración.

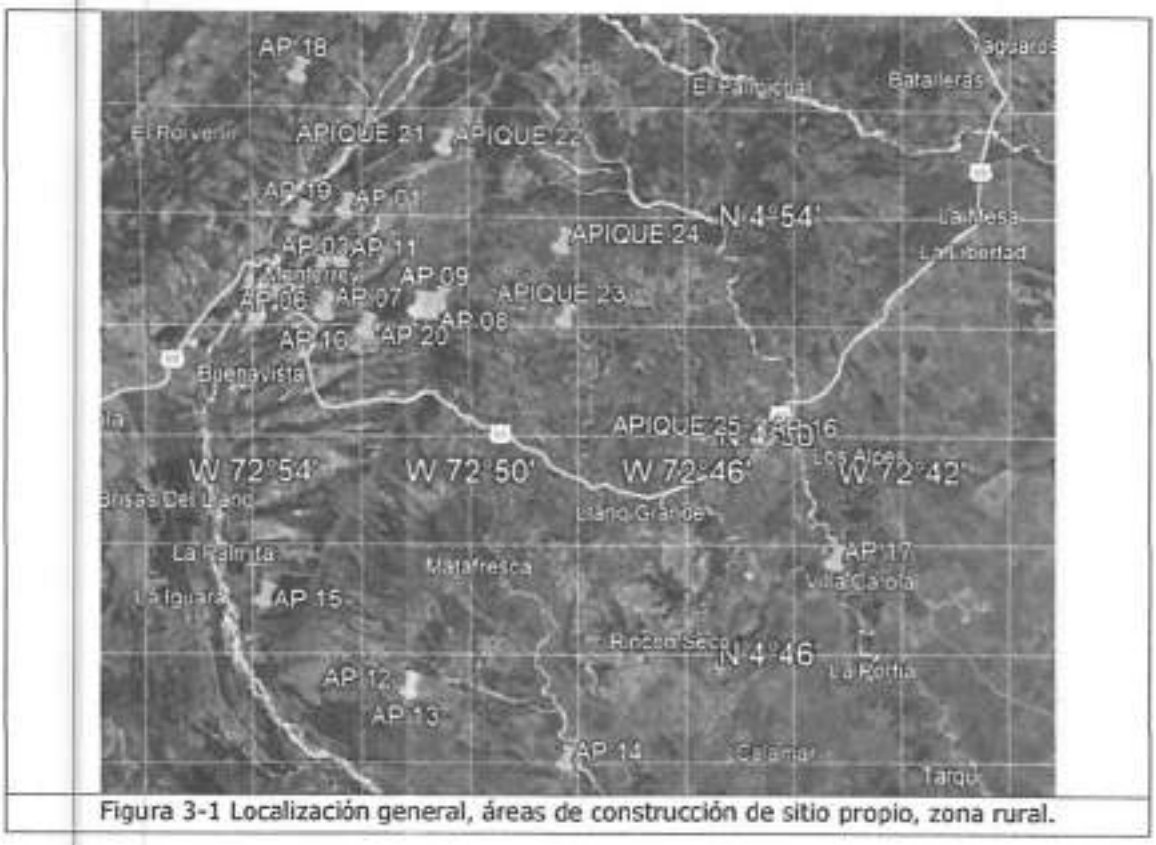



Figura 3-1 Localización general, áreas de construcción de sitio propio, zona rural.

Los análisis de ingeniería se orientan a implantar cimentación superficial.

## 4 EXPLORACION GEOTECNICA

### 4.1 Localización exploración geotécnica

Para el análisis de materiales fueron ejecutados actividades de exploración denominados apiques, los trabajos de exploración se listan a continuación:

Tabla 4-1 Localización apiques

| Sondeo | Coordenadas |
|---|---|
| 1 | 4°53'47"N 72°52'24"W |
| 2 | 4°54'44"N 75°51'06"W |
| 3 | 4°52'38"N 72°52'52"W |
| 4 | 4°52'57"N 72°52'27"W |
| 5 | 4°53'05"N 72°51'33"W |
| 6 | 4°51'55"N 72°52'46"W |
| 7 | 4°51'59"N 72°52'46"W |

| | |
|---|---|
| 8 | 4°51'57"N 72°50'48"W |
| 9 | 4°52'05"N 72°50'39"W |
| 10 | 4°51'36"N 72°52'01"W |
| 11 | 4°52'53"N 72°52'28"W |
| 12 | 4°45'01"N 72°51'14"W |
| 13 | 4°45'01"N 72°51'14"W |
| 14 | 4°43'41"N 72°48'21"W |
| 15 | 4°46'40"N 72°53'55"W |
| 16 | 4°49'38"N 72°44'44"W |
| 17 | 4°47'23"N 72°43'21"W |
| 18 | 4°56'17"N 72°53'16"W |
| 19 | 4°53'38"N 72°53'13"W |
| 20 | 4°51'58"N 72°51'01"W |
| 21 | 4°54'58"N 72°50'29"W |
| 22 | 4°54'57"N 72°50'32"W |
| 23 | 4°51'48"N 72°48'20"W |
| 24 | 4°53'10"N 72°48'23"W |
| 25 | 4°49'40"N 72°44'45"W |

Los registros de perforación se encuentran en el **Anexo 1**

### 4.2 Nivel freático

Durante la ejecución de los apiques se reporta el nivel freático a una profundidad de mínima de 0.45m con respecto de la cota de terreno natural, es importante tener en cuenta que la lámina de agua corresponde a una condición puntual, ya que esta posición puede variar en función de las condiciones climatológicas en las diferentes épocas del año. La variación de la secuencia hidrológica o niveles piezométricos no hace parte del alcance del presente documento, sin embargo, se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en el tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas.

Por lo anterior y de otorgada la licencia de construcción, el lote de desarrollo se asume que cumple con el análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como, el área fuera de la influencia con probabilidad de inundación.

En favor de los factores de seguridad se establece la condición del nivel freático al nivel de 0.5m por debajo del terreno natural en proximidad de la cota para descapote y desplante de estructuras, con lo cual, la proyección de la fundación superficial se encuentra por encima del nivel de agua para el estado se servicio normal.

### 4.3 Perfil de resistencia a la penetración SPT

La distribución estratigráfica del material se interpreta conforme la resistencia a la penetración de acuerdo con el ensayo de campo llevado a cabo durante la exploración directa mediante la determinación del SPT, de esta manera se presenta a continuación los perfiles de resistencia para el sector objeto de exploración a fin de identificar la constante física para distribución de materiales a partir del N de campo.

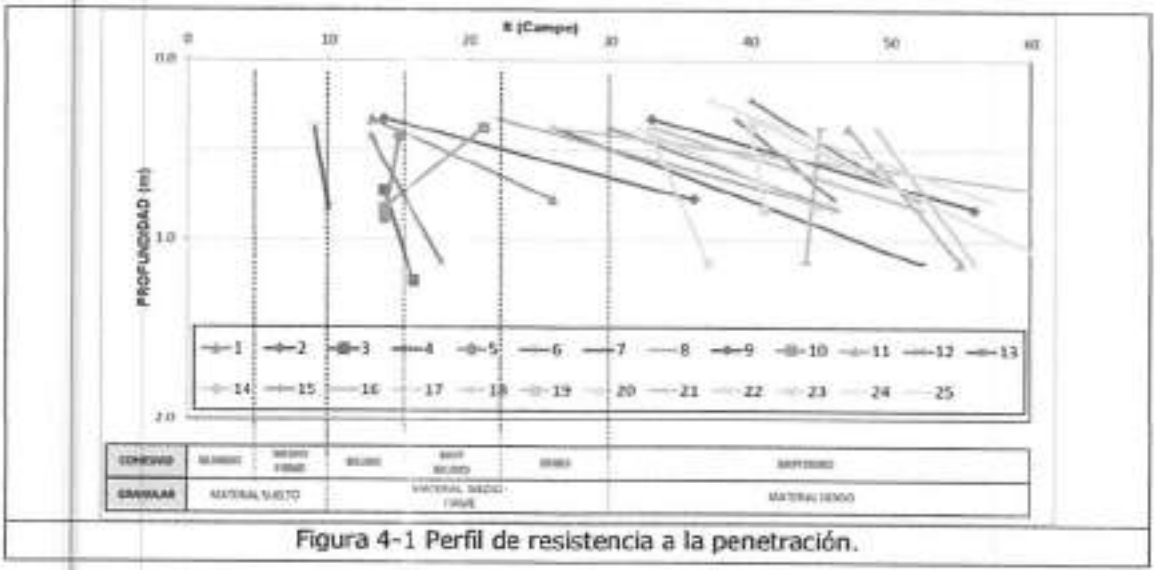



Figura 4-1 Perfil de resistencia a la penetración.

A partir de lo anterior se establece que el perfil de resistencia aumenta con la profundidad, presentando características de material firme a denso se tiene una resistencia mínima de 12 golpes/pie de 0.50m en profundidad se limita el avance por la dificultad de avance por penetración debido al material de sitio.

## 5 ASPECTO GEOLÓGICOS

Se acoge desde la información de referencia como sigue (*"..."*)

### 5.1 *Estratigrafía*

- *Llanura aluvial (Qa): Depósito de sedimentos aluviales transportados por las corrientes hídricas al momento de desbordarse.*
- *Terrazas fluviales (Qt): Terrazas de nivel más bajo que son restringidas a las cuencas de drenaje individuales y que no son correlacionables a nivel regional.*

- *Formación Caja (Tc): En la base alternancia de arcillas, areniscas y limolitas, en la parte media areniscas arcillosas conglomeráticas, arcillas y limolitas, en el techo conglomerados y arcillolitas.*

El sitio donde se proyecta la construcción se localiza mayoritariamente sobre Depósitos de terraza aluvial (Qt) estos depósitos están formados por arenas arcillosas con presencia de gravas y bloques.

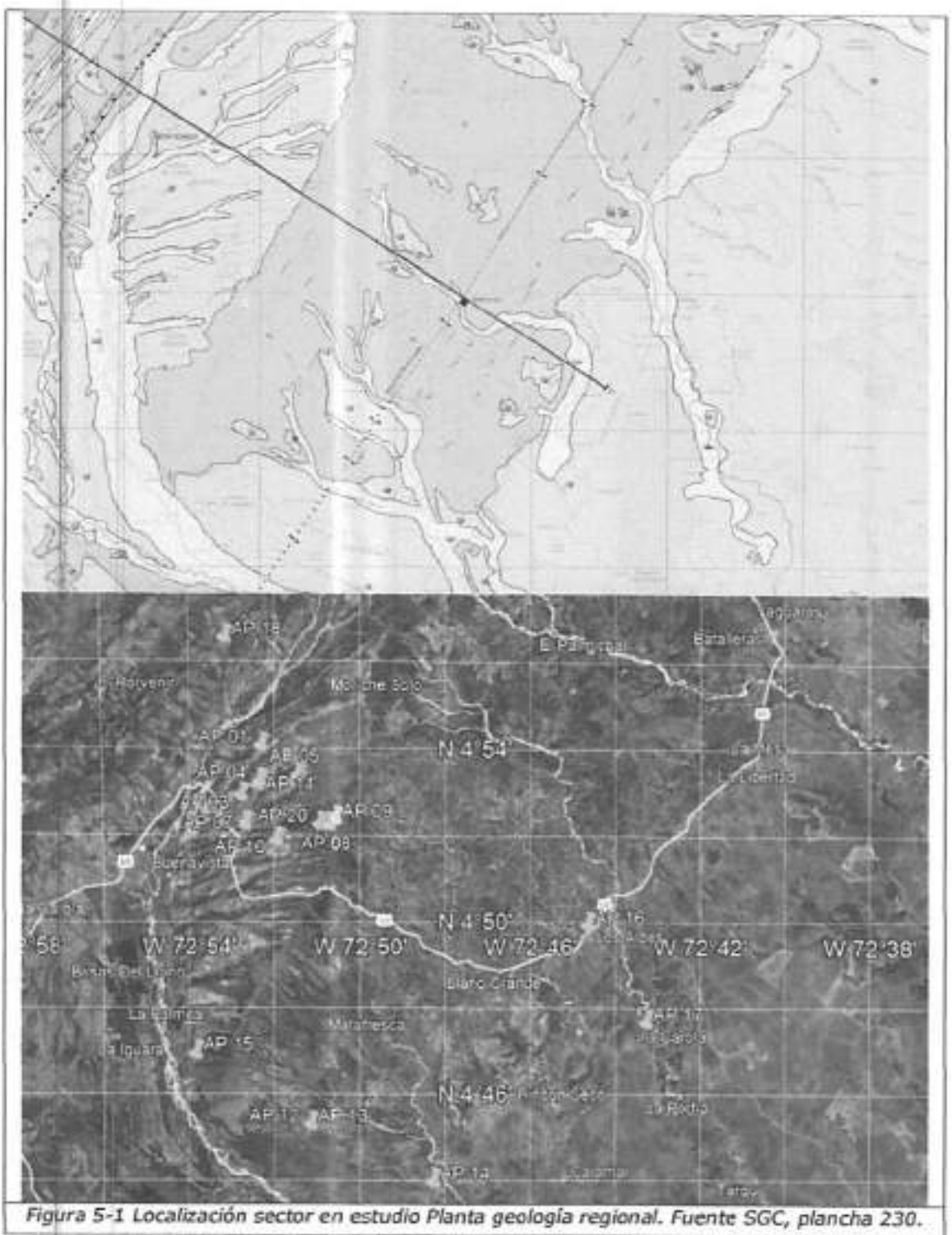



*Figura 5-1 Localización sector en estudio Planta geología regional. Fuente SGC, plancha 230.*

## 5.2 *Geologia Estructural*

*Desde el punto de vista tectónico, el municipio de Monterrey se encuentra en la zona de piedemonte llanero que corresponde a un límite tectónico determinante en la geología regional por corresponder al punto de encuentro y contacto entre la cadena montañosa de los Andes y la cuenca de los llanos Orientales. Aquí converge un sistema de fallas longitudinales y transversales de compresión lateral, que hacen que las rocas se comporten de forma elástica, plegándose o que se fracturen cuando se supera su límite de resistencia.*

*En ellas, casi siempre se presenta un desplazamiento relativo de una parte respecto de la otra, por lo cual se encuentran materiales más antiguos, por encima de otros de origen más reciente. Las estructuras geológicas más importantes a nivel regional se describen a continuación:*

- *Falla de Guaicáramo: Esta falla de cabalgamiento tiene una dirección NE y buzamiento al occidente que se extiende por más de 100 km. Esta falla mantiene el control estructural de piedemonte, donde pone en contacto rocas del Grupo Palmichal, al occidente (bloque levantado), con rocas Neógenas de la Formación Caja al oriente.*

- *Anticlinal de Monserrate: Su eje presenta una dirección preferencial SW-NE, teniendo invertido el flanco oriental.*

- *Sinclinal El Porvenir: Esta estructura es invertida hacia el occidente, su eje presenta una dirección preferencial SW-NE, donde su núcleo esta parcialmente cubierto por depósitos Cuaternarios.*

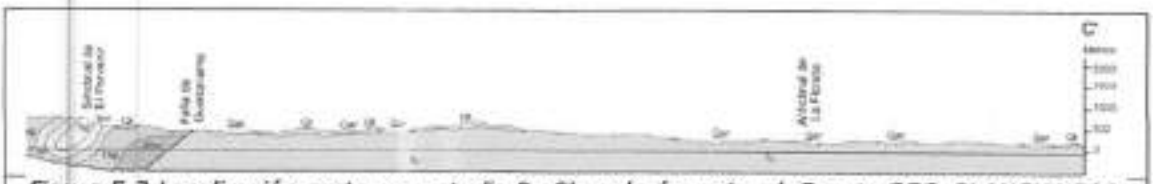


*Figura 5-2 Localización sector en estudio Perfil geología regional. Fuente SGC, PLANCHA 230.*

*La actividad de estas fallas a menudo provoca fenómenos de remoción en masa en zonas de alta pendiente donde predominan rocas blandas y deleznables o depósitos poco consolidados.*

## 5.3 *Geomorfologia*

- *Ambiente Fluvial:*

*En esta plancha dos unidades geomorfológicas son representativas; terraza de acumulación subreciente (Ftas) y terraza de acumulación antigua (Ftan). El ambiente fluvial y lagunar es el que menor área ocupa y se desarrolla preferentemente sobre los municipios de Aguazul, Tauramena y Monterrey.*

*Terraza de acumulación subreciente (Ftas): Unida geomorfológica cartografiada principalmente al costado sureste de la plancha, especialmente contiguo al cauce de los ríos Caja y Cusiana, entre otros drenajes tributarios a estos, entre los municipios de Aguazul y Tauramena. Esta geoforma se desarrolla sobre depósitos de Terrazas (Qt) y Aluviales Recientes (Qar), dichos depósitos están compuestos por cantos rodados de tamaño de bloque a grava, clasto soportados de matriz arenosa.*

*Geomorfológicamente corresponde con una superficie plana a levemente inclinada, de morfología aterrazada, levemente basculadas (3° a 5°), que se encuentran en forma pareada a lo largo de drenajes principales, entre estos el río Cusiana, el río Caja, el río Tua, el río Chiquito, el río Unete. Estas superficies se encuentran limitadas por escarpes de terraza de pendientes muy abruptas y longitudes entre cortas a muy cortas. Son consideradas como remanentes de terrazas de acumulación, que por efectos de ampliación de la llanura aluvial y posterior erosión y profundización del mismo, quedan más elevadas que el cauce principal y las terrazas recientes, además de adosadas a los márgenes del valle aluvial.).*

*Terraza de acumulación antigua (Ftan): Esta unida se encuentra localizada principalmente en la población de Tauramena, parte de las veredas Juve, Paso Cusiana e Iquia y Aguazul (sectores El Desengaño y El Danubio, veredas San Ignacia y Cunama). Esta geoforma se desarrolla sobre depósitos de Terrazas (Qt) dejados por grandes ríos como el Chitamena, Caja y Cusiana, dichos depósitos están compuestos por cantos rodados de tamaño de bloque a grava, clasto-soportados de matriz arenosa.*

*Esta geoforma se caracteriza por ser una superficie ligeramente inclinada con una extensión que varía en un amplio rango desde un área mínima hasta llegar a ocupar grandes extensiones con longitudes de varios kilómetros de amplitud aproximadamente. Presenta pendientes de 5° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de "V". Su origen es relacionado a la disección de abanicos y planicies aluviales antiguas. Por su baja o mínima pendiente son susceptibles a que se presenten inundaciones, resultando afectadas por una intensa erosión pluvial*

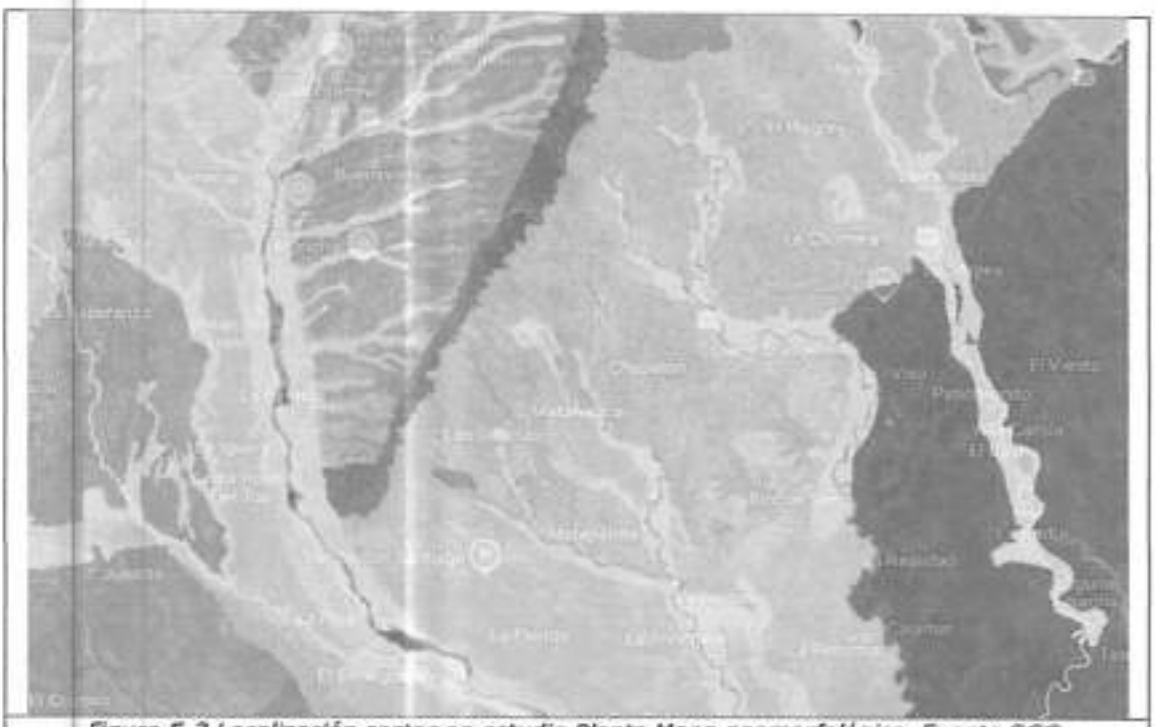


*Figura 5-3 Localización sector en estudio Planta Mapa geomorfológico. Fuente SGC.*

El área de estudio se localiza de manera generalizada geomorfológicamente sobre una terraza de acumulación (Ftas).

## 5.1 *AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA*

De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano (SGC), los movimientos en masa para la plancha 230, donde se localiza el proyecto se presenta en las zonas de coloración verde, correspondientes a una categoría de amenaza media.

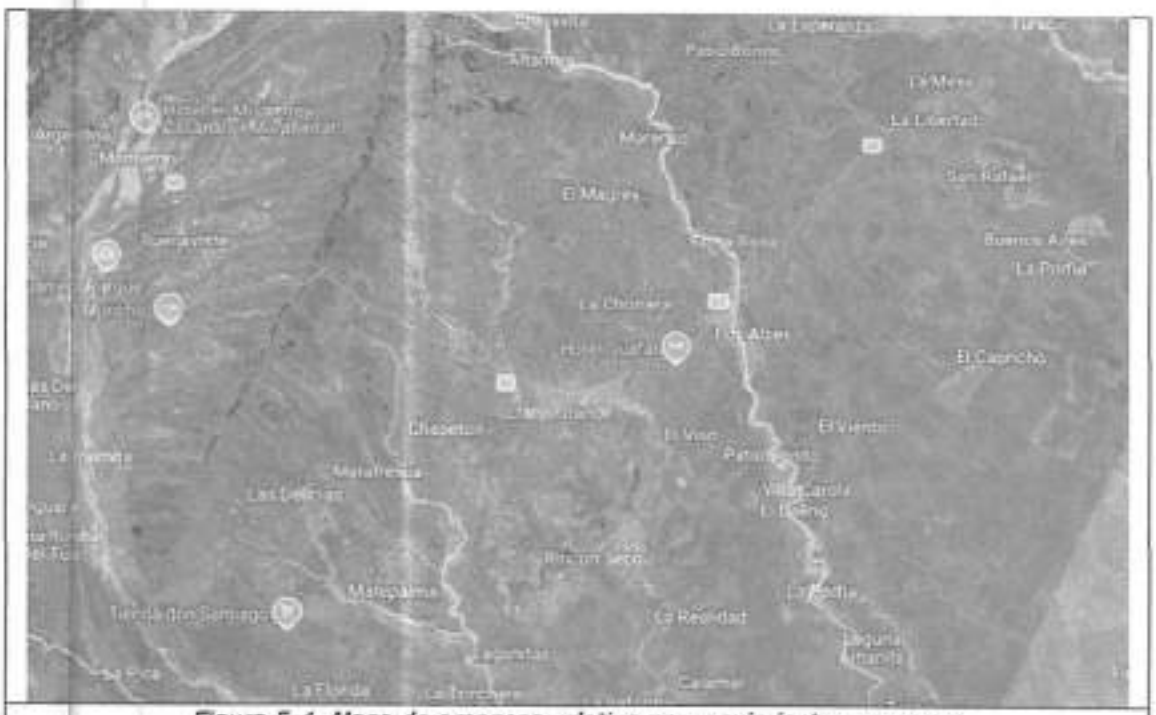



*Figura 5-4. Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa.*

## 6 ASPECTOS SÍSMICOS

En el presente capitulo se establecen los factores sismicos a implementar en los análisis de la fundación de la infraestructura proyectada. Los factores por usar cumplen con los requerimientos establecidos el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Para determinar el sismo para la zona de estudio, se hace necesario definir el perfil de suelo a partir de los criterios establecidos por la NSR-10. La clasificación del tipo de perfil de suelo se establece partiendo de las caracteristicas de los materiales reportados durante la campaña de exploración directa como sigue:

- Según el número de golpes de campo $N_c$ obtenido en cada una de las perforaciones ejecutadas para los estribos se realiza la clasificación del tipo de perfil de suelo, donde $N_c$ se encuentra en un rango de 15 a 50 golpes/pie. A partir, de lo anterior se determina que el suelo corresponde a un perfil tipo D.

## 6.1 Norma sismo resistente NSR-10

El Título A de la NSR-10 define las condiciones de probabilidad y magnitud sísmica que deben aplicarse en el diseño de los elementos estructurales tanto en altura como en fundación. A continuación, se resumen los valores de dichas variables:

- Amenaza sísmica: Alta
- Grupo de Uso: I (Numeral A.2.5.1.2)
- Coeficiente de Importancia, I: 1.0 (Numeral A.2.5.2)
- Coeficiente de Aceleración Sísmica, Aa: 0.30 (Apéndice A-4)
- Coeficiente Av: 0.30 (Apéndice A-4)
- Coeficiente Ae: 0.11 (Apéndice A-4)
- Coeficiente Ad: 0.05 (Apéndice A-4)
- Perfil del Suelo: D (Numeral A.2.4.2)

| Tipo de perfil | Descripción | Definición |
|---|---|---|
| A | Perfil de roca competente | $\bar{V}_s \geq 1500$ m/s |
| B | Perfil de roca de rigidez media | 1500 m/s > $\bar{V}_s \geq 760$ m/s |
| C | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 760 m/s > $\bar{V}_s \geq 360$ m/s |
| | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios | $\bar{N} \geq 50$, o<br>$\bar{S}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²) |
| D | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | 360 m/s > $\bar{V}_s \geq 180$ m/s |
| | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones | 50 > $\bar{N} \geq 15$, o<br>100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{S}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²) |

Los valores asumidos deber ser verificados y definidos por el componente estructural.

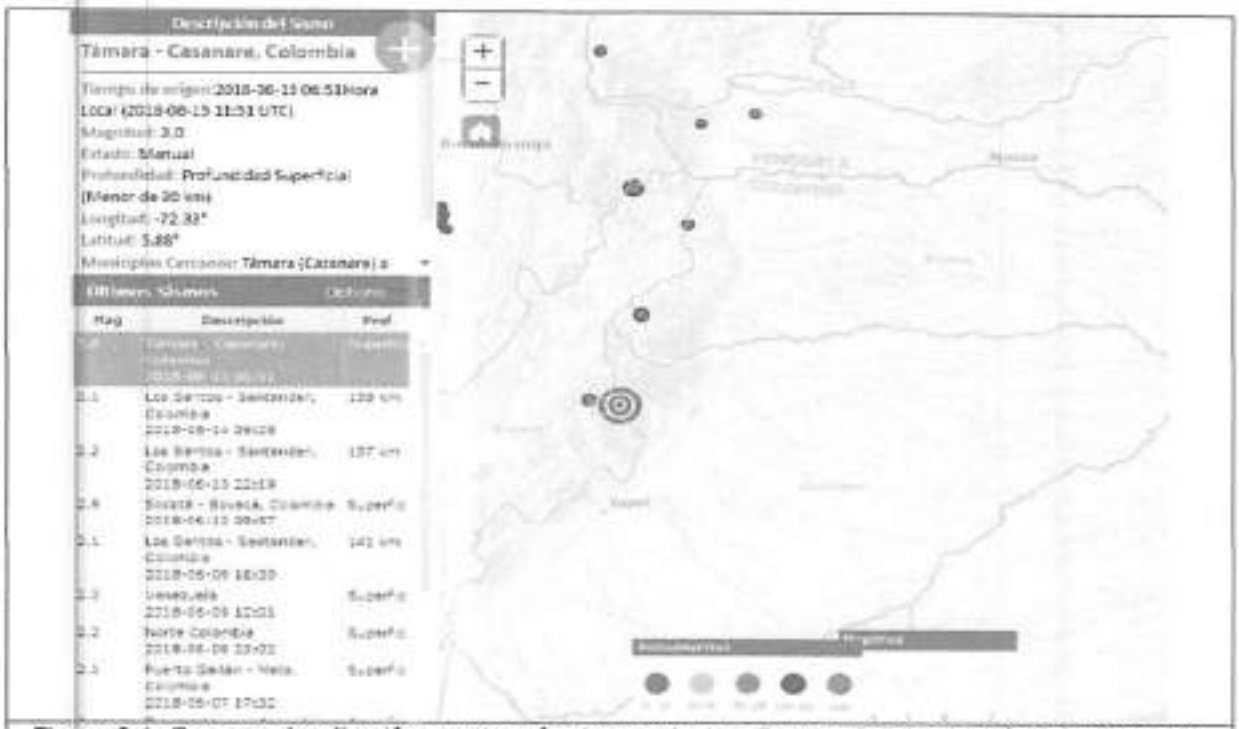
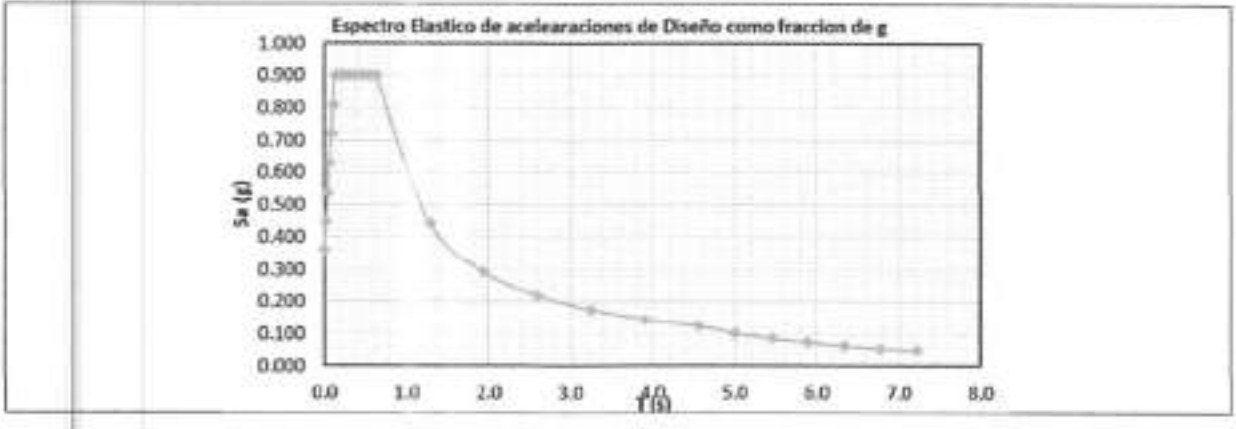



*Figura 6-1. Esquema localización eventos sísmicos recientes. Fuente: servicio geológico colombiano.*

Se evidencia, tomando cómo fuente el mapa sismológico del servicio Geológico Colombiano, la presentación de un evento sísmico en el municipio de Támara departamento del Casanare, el sismo tuvo una magnitud de 3.0 a una profundidad superficial menor de 30 kilómetros, aunado a lo anterior, *"el sismo más reciente de mayor magnitud en la zona entre las ciudades de Villavicencio y Yopal fue el terremoto de Tauramena de 1995 de una magnitud Mw= 6,5. Este evento sísmico con epicentro ubicado a 11 km de Monterrey y a 20 km de Tauramena, se atribuyó a la actividad de la Falla Guaicáramo"*



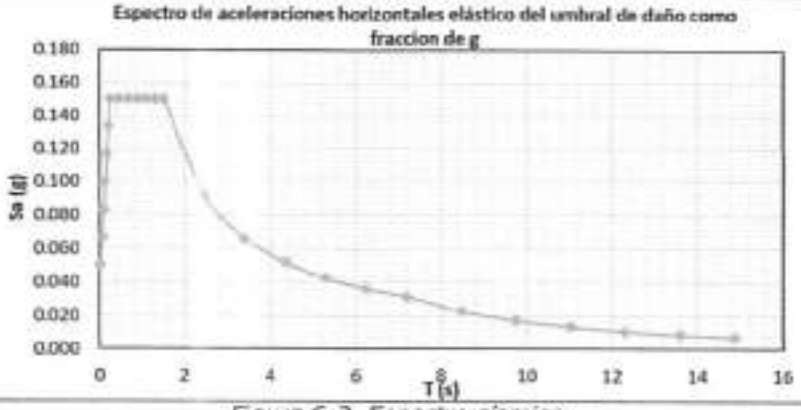



*Figura 6-2. Espectro sísmico.*

Los valores asumidos deber ser verificados y definidos por el componente estructural.

## 7 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Los lineamientos de diseño para las actividades de cimentación se listan y describen a continuación:

### 7.1 Correlación de parámetros geomecánicos con ensayo de penetración estándar (SPT).

La normalización de los valores de N de campo obtenidos en el ensayo de SPT, según las correlaciones de los siguientes autores Peck, Seed, Meyerhoff – Ishihara, Liao Whitman, Skempton, Seed – Idriss, Schmertmann, González, Kishida, JRB, Shiou & Fukui, JNR, así como la estimación de parámetros de resistencia del suelo presente (c y $\phi$), a partir de correlaciones con este ensayo.

### 7.2 Evaluación del Potencial de Licuación

Como parte del manual de cimentaciones superficiales y profundas INVIAS 2012, se realiza la evaluación del potencial de licuación según Idriss/Boulanger (2004) y NCEER (2001), basado en el ensayo de SPT.

### 7.3 Capacidad de carga admisible

En el caso de capacidad de carga, de acuerdo con las características geomecánicas del suelo de fundación se determinó la capacidad portante admisible del suelo a partir de la correlación obtenida mediante la normalización

para el ensayo de SPT, utilizando las teorías de Hansen y Vesic. Esta teoría fue analizada para un medio continuo.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{\gamma B N_\gamma}{2}$$

Ecuaciones de los factores de capacidad de carga

| HANSEN | | |
|---|---|---|
| $N_q = e^{\pi \tan\phi} \tan^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)$ | $N_c = (N_q - 1)\cot\phi$ | $N_\gamma = 1{,}5(N_q - 1)\tan\phi$ |
| **VESIC** | | |
| $N_q = e^{\pi \tan\phi} \tan^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)$ | $N_c = (N_q - 1)\cot\phi$ | $N_\gamma = 2(N_q - 1)\tan\phi$ |

Factores de corrección por forma

| | | | |
|---|---|---|---|
| HANSEN | $s_c = 1+\frac{N_q B}{N_c L}$ | $s_q = 1+\frac{B}{L}\tan\phi$ | $s_\gamma = 1+0{,}4\frac{B}{L}$ |
| VESIC | $s_c = 1+\frac{N_q B}{N_c L}$ | $s_q = 1+\frac{B}{L}\tan\phi$ | $s_\gamma = 1+0{,}4\frac{B}{L}$ |

Factores de corrección por profundidad

| | | | |
|---|---|---|---|
| HANSEN | $d_c = 1+0{,}4\ K$ | $d_q = 1+2\ \tan\phi(1-\sin\phi)^2\ K$ | $d_\gamma = 1$ |
| VESIC | $d_c = 1+0{,}4\ K$ | $d_q = 1+2\ \tan\phi(1-\sin\phi)^2\ K$ | $d_\gamma = 1$ |
| $K = \tan^2\left(45+\frac{\phi}{2}\right)$ $K = \frac{D_f}{B}$ para $\frac{D_f}{B} \le 1$, $K = \tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$ para $\frac{D_f}{B} > 1$ | | | |

## 7.4 Asentamiento.

El método del semi espacio elástico asume que la zapata es flexible y se apoya en un suelo homogéneo de profundidad infinita. El asentamiento elástico de zapatas, en mm, debe estimarse como:

$q_o$ = esfuerzo vertical aplicado (MPa)
$A'$ = área efectiva de la zapata ($mm^2$)
$E_s$ = módulo de elasticidad del suelo tomado como se especifica en el artículo 10.4.6.3 si no hay disponibilidad de mediciones directas de $E_s$ a partir de resultados de pruebas in situ o en laboratorio (Mpa)
$\beta_z$ = factor de forma especificado en la tabla 10.6.2.4.2-1 (adim)
$v$ = relación de Poisson, tomada como se especifica en el artículo 10.4.6.3 si no hay disponibilidad de mediciones directas de $v$ a partir de resultados de pruebas in situ o en el laboratorio (adim)

$$S_e = \frac{\left[q_o\left(1-v^2\right)\sqrt{A'}\right]}{E_s\beta_z}$$

El módulo de elasticidad es tomado a partir de la correlación de varios autores y bibliografías como parte del CCP-14.

**Tabla C10.4.6.3-1 — Constantes clásicas de varios suelos (modificado según el Departamento de la Marina de Guerra, 1982; Bowles, 1988)**

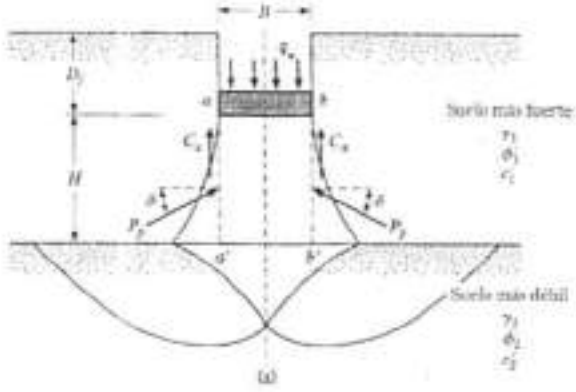
| Tipo de suelo | Rango típico de los valores del módulo de Young, $E_s$ (MPa) | Relación de Poisson, $v$ (adim) |
|---|---|---|
| Arcilla: | | |
| Banda sensible | 2.4-15 | 0.4-0.5 (sin drenaje) |
| Medio rígida a rígida | 15-50 | |
| Muy rígida | 50-100 | |
| Loess | 15-60 | 0.1-0.3 |
| Limo | 2-20 | 0.3-0.35 |
| Arena fina: | | |
| Suelta | 7.5-10 | 0.25 |
| Medio densa | 10-20 | |
| Densa | 20-25 | |
| Arena: | | |
| Suelta | 10-25 | 0.20-0.36 |
| Medio densa | 25-50 | |
| Densa | 50-75 | 0.30-0.40 |

| Tipo de suelo | Rango típico de los valores del módulo de Young, $E_s$ (MPa) | Relación de Poisson, $v$ (adim) |
|---|---|---|
| $E_s$ estimado a partir del número de golpes del *SPT* | | |
| Tipo de suelo | | $E_s$ (MPa) |
| Limos, limos arenosos, mezclas ligeramente cohesivas | | $0.4N_{60}$ |
| Arenas limpias,finas a medias y arenas ligeramente limosas | | $0.7N_{60}$ |
| Arenas gruesas y arenas con poca grava | | $1.0N_{60}$ |

## 7.5 Capacidad de carga en suelos con mejoramiento

Las características del suelo de fundación en función de su capacidad de carga, puede requerir un espesor del mejoramiento para aumentar su capacidad portante, calculado a partir de la capacidad de carga en suelos estratificados según la metodología propuesta por Meyerhoff y Hanna, en donde el estrato

superficial corresponde al reemplazo y mejoramiento, en tanto del estrato inferior corresponde al suelo de fundación de menor resistencia.



## 8 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El perfil estratigráfico general se propone según la distribución litológica a partir de la identificación de los materiales producto de las muestras recuperadas hasta la que se encuentran ejecutadas las perforaciones. A continuación, se presenta la descripción de los estratos.

**Perfil General**

- Material capa vegetal (0.00m a 0.20m)
- Material depósito firme, arenoso con gravas (0.20m a 0.50m)
- Material depósito denso, arenoso con guijarros (0.50m a 1.50m/fin exploración)

## 9 CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO

### 9.1 Evaluación del potencial de licuación

En la figura presentada a continuación, se muestra el potencial de licuación a lo largo de la profundidad explorada. Se enmarca el límite entre condición de suelos licuables hacia valores inferiores a 1.0 y No Licuables con factores de seguridad superiores a la unidad. Se realiza la evaluación para un Mw de 3.0, 5.0 y 7.0

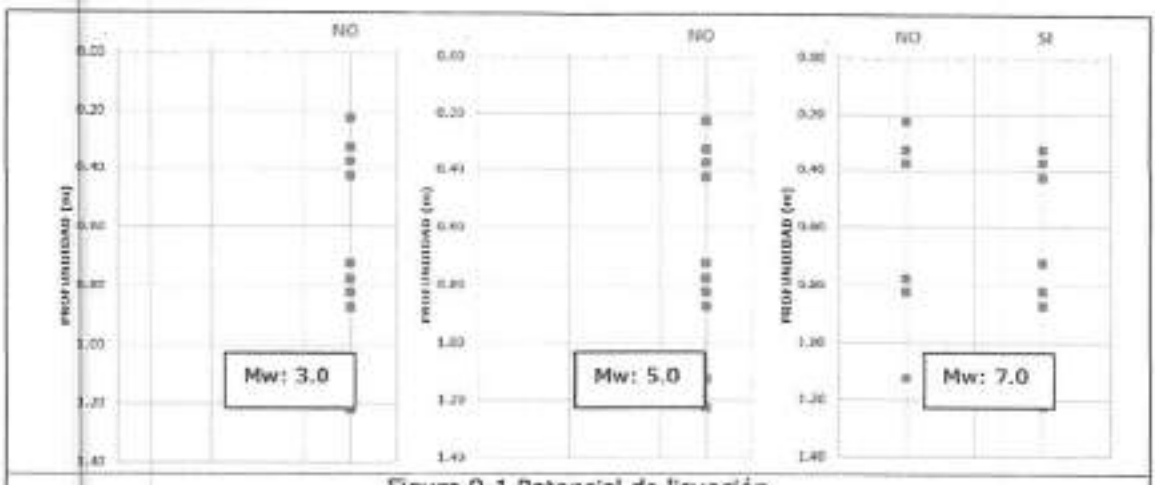



Figura 9-1 Potencial de licuación

Los procesos de licuación son determina como ausentes con respecto a la resistencia de penetración SPT y la localización del nivel freático, así mismo, en el sector no se observa historia o reporte de procesos de licuación. Para el análisis en condición de Mw 7.0 limita el análisis para licuación a 1.20m de profundidad. Los cálculos se presentan en el Anexo 3.

## 9.1 Evaluación de expansión y colapso

Los materiales muestran una tendencia de suelo colapsable, en tanto de tener un comportamiento no expansivo para el depósito aluvial.

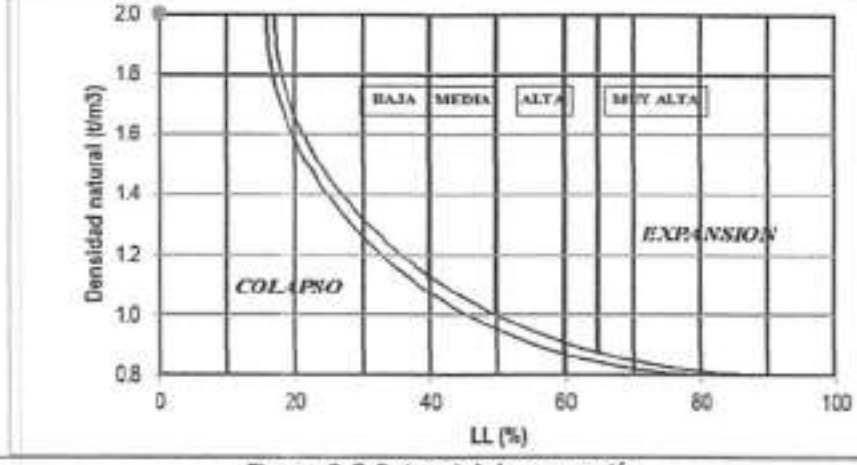



Figura 9-2 Potencial de expansión

Los materiales expansivos son evaluados a partir de la determinación de límites de plasticidad.

Tabla 9-1 Análisis cualitativo de expansión a partir de límites de plasticidad

| CONTENIDO: | Potencial expansivo y de hinchamiento del suelo | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | INVIAS N-132 (CHEN) | | Manual fundaciones INVIAS | |
| APIQUE | | LL | LP | IP | P. expansivo LL | P. expansivo IP | P. expansivo LL | P. expansivo LP |
| (--) | | (%) | (%) | (%) | | | | |
| 1 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 2 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 3 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 4 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 5 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 6 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 7 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 8 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 9 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 10 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 11 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 12 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 13 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 14 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 15 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 16 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 17 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 18 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 19 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 20 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 21 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 22 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 23 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 24 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |
| 25 | | 0 | 0 | 0.0 | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo |

| GRADO DE EXPANSIÓN | LIMITE LÍQUIDO | |
|---|---|---|
| | CHEN | NORMA IS 1498 |
| Bajo | < 30 | 20 – 35 |
| Medio | 30 – 40 | 35 – 50 |
| Alto | 40 – 60 | 50 – 70 |
| Muy alto | > 60 | 70 90 |

| GRADO DE EXPANSIÓN | ÍNDICE DE PLASTICIDAD | | |
|---|---|---|---|
| | HOLTZ Y GIBBS | CHEN | NORMA IS 1498 |
| Bajo | < 20 | 0 – 15 | < 12 |
| Medio | 12 – 34 | 10 – 35 | 12 – 23 |
| Alto | 23 – 45 | 20 – 55 | 23 – 32 |
| Muy alto | > 32 | > 35 | > 32 |

| Límite líquido LL (%) | Límite plástico LP (%) | Succión de suelo (MPa) | Potencial de hinchamiento (%) | Clasificación del potencial de hinchamiento |
|---|---|---|---|---|
| >60 | >35 | >0.38 | >1.5 | Alto |
| 50-60 | 25-35 | 0.14-0.38 | 0.5-1.5 | Marginal |
| <50 | <25 | <0.14 | <0.5 | Bajo |

## 10 PARAMETROS GEOMECANICOS DE RESISTENCIA

Los parámetros geomecánicos de resistencia para el estrato portante donde proyectan fundaciones superficiales se determinan a partir de correlaciones de

las propiedades de resistencia del material (ensayos de campo SPT) ya que no se cuenta con una adecuada cantidad de recuperación de muestras inalteradas debido a la herramienta de avance y al difícil muestreo en materiales como depósitos con contenido de arenas, gravas, de diferentes tamaños.

Los parámetros de resistencia se orientan a la determinación del material firme a denso, ya que el material en superficie de 0.0m a 0.50m debe ser retirado que presenta material de cobertura vegetal y el material menos denso, por debajo de 0.50 se recomienda la proyección de las estructuras de fundación.

## 10.1 Correlación SPT

### 10.1.1 Material depósito consistencia firme

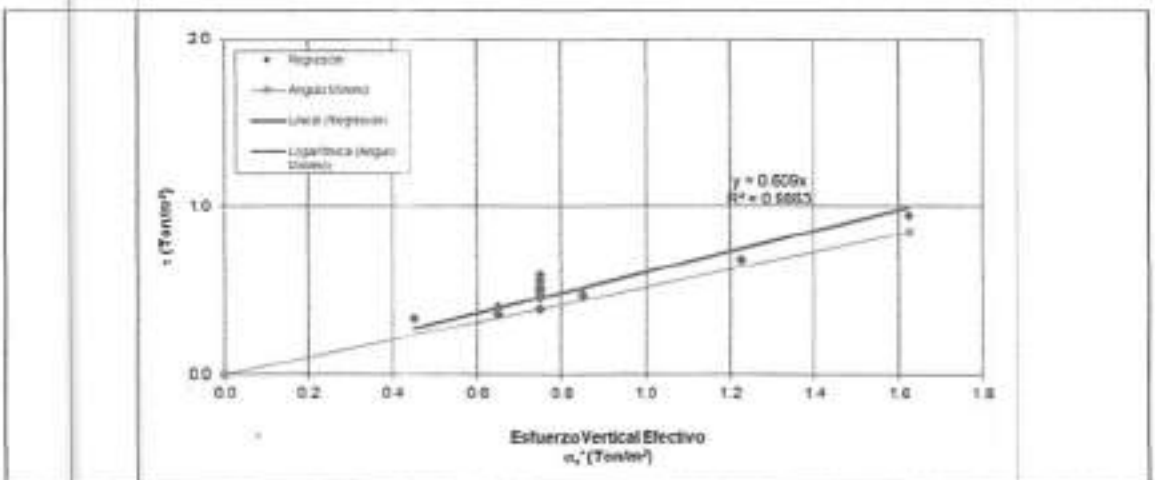



Figura 10-1 Normalización SPT consistencia firme

Tabla 10-1 Resumen Correlación SPT

| Material | Correlación SPT | | | |
|---|---|---|---|---|
| | F | | | C |
| | mínimo | promedio | máximo | |
| | ° | ° | ° | (t/m2) |
| Consistencia firme | 27.6 | 32.0 | 38.4 | 0.1 |

### 10.1.2 Material depósito consistencia denso

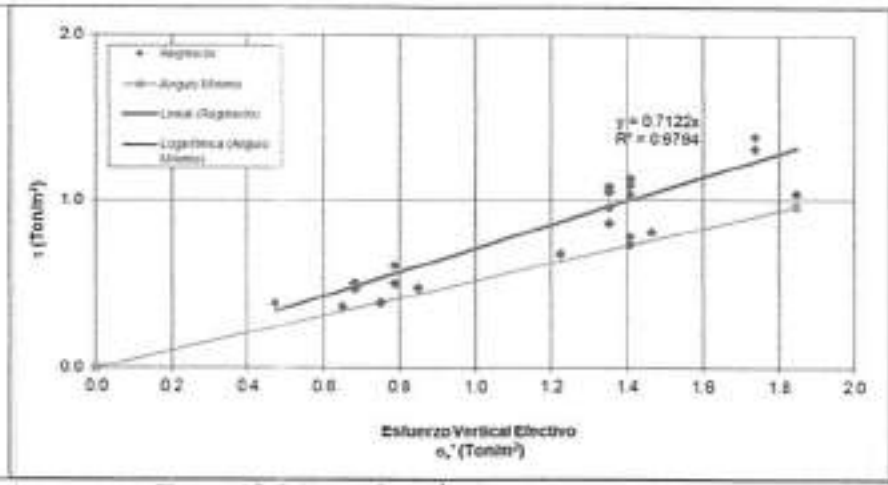



Figura 10-2 Normalización SPT consistencia denso

Tabla 10-2 Resumen Correlación SPT

| Material | Correlación SPT | | | |
|---|---|---|---|---|
| | F | | | c |
| | mínimo | promedio | máximo | |
| | ° | ° | ° | (t/m2) |
| Consistencia denso | 27.6 | 34.7 | 39.2 | 0.00 |

La memoria de cálculo correspondiente a la correlación y normalización del SPT hace parte del Anexo 2.

## 10.2 Referencias bibliográficas

La referencia bibliográfica se acoge para la variable de entrada de resistencia a la penetración SPT, así mismo la forma y angularidad del material granular que para el presente desarrollo se asume como redondeada.

Tabla 10-3 Correlación de N60 y el ángulo de fricción de suelos granulares. Fuente: tabla 4.56. Manual de Diseño de cimentaciones Superficiales y profundas para Carreteras. 2012.

| $N_{60}$ | DENSIDAD RELATIVA | APROXIMACIÓN DE $\phi'$ (GRADOS) | |
|---|---|---|---|
| | | PECK, HANSON Y THORNBURN | MEYERHOF |
| 0 a 4 | Muy suelto | < 28 | < 30 |
| 4 a 10 | suelto | 28 a 30 | 30 a 35 |
| 10 a 30 | medio | 30 a 36 | 35 a 40 |
| 30 a 50 | denso | 36 a 41 | 40 a 45 |
| 50 | Muy denso | 41 | 45 |

Tabla 10-4 Angulo de fricción pico y crítico. Fuente: tabla 5.9. Soil strength parameters from classification and testing. Burt Look. 2007. Adapted from correlations in BS 8002, 1994.

| *Description* | *Corrected SPT – N' (blows/300 mm)* | | | *Critical state angle of soil* $(\phi_{cv}) = 30 + A + B$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Angularity/shape (A)* | | | *Grading (B)* |
| | $(N_1)_{60}$ | *N'* | *C* | *Rounded* | *Sub – Angular* | *Angular* | |
| V. Loose | ≤3 | ≤10 | 0 | 30 | 32 | 34 | Uniform |
| | | | | 32 | 34 | 36 | Moderate |
| Loose | 3–8 | | | 34 | 36 | 38 | Well graded |
| Med dense | 8–25 | 20 | 2 | 32 | 34 | 36 | Uniform |
| | | | | 34 | 36 | 38 | Moderate |
| | | | | 36 | 38 | 40 | Well graded |
| Dense | 25–42 | 40 | 6 | 36 | 38 | 40 | Uniform |
| | | | | 38 | 40 | 42 | Moderate |
| | | | | 40 | 42 | 44 | Well graded |

Tabla 10-5 Efecto de la angularidad, clasificación y resistencia de la grava. Fuente: Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables – tabla 5.7

| *Particle description* | *Sub division* | *Angle increase* |
|---|---|---|
| Angularity | Rounded | A = 0 |
| | Sub – Angular | A = 2 |
| | Angular | A = 4 |
| Grading | Uniform soil ($D_{60}/D_{10} < 2$) | B = 0 |
| | Moderate grading ($2 \leq D_{60}/D_{10} \leq 6$) | B = 2 |
| | Well graded ($D_{60}/D_{10} > 6$) | B = 4 |

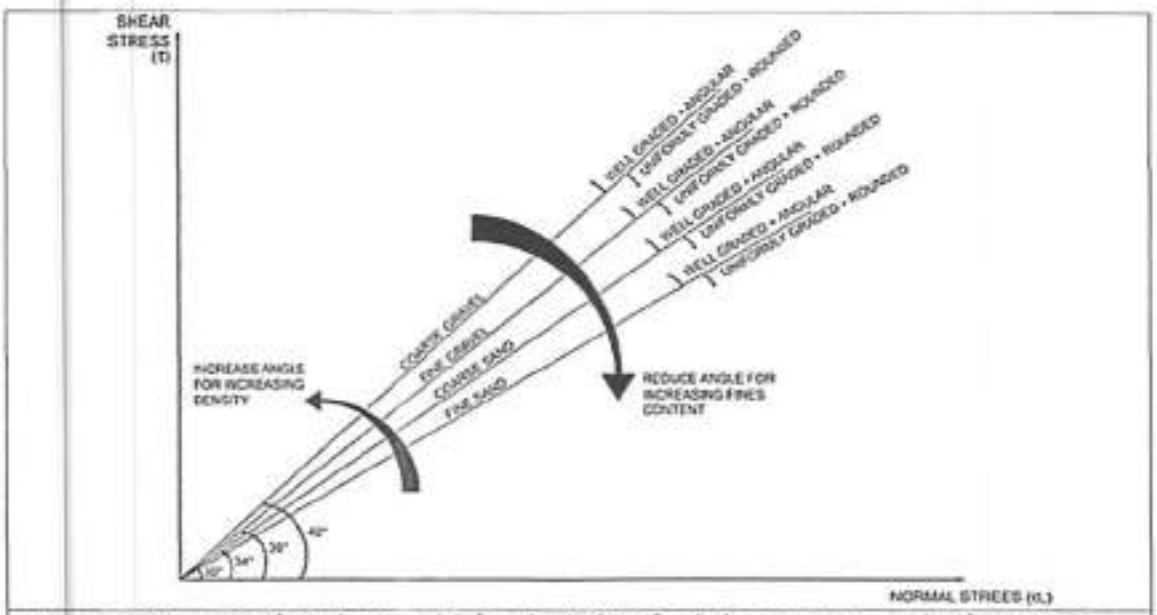



Figura 10-3. variación indicativa del ángulo de fricción de la arena con gradación, tamaño y densidad. Fuente: Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables – figura 5.1

Con respecto a lo anterior se establece como sigue: El ángulo de fricción para el material de depósito tiene una aproximación de entre 32° a 40°.

Tabla 10-6 Resumen parámetros de resistencia, referencias bibliográficas

| Material | Referencias bibliográficas | |
|---|---|---|
| | F | |
| | máximo | mínimo |
| | ° | ° |
| Firme | 36 | 32 |
| Denso | 40 | 36 |

## 10.3 Parámetros de resistencia para diseño

A partir de los análisis realizados para la obtención de los parámetros de resistencia al corte, se establece tomar los valores del umbral inferior que se relacionan a continuación.

Tabla 10-7 Resumen Parámetros de resistencia.

| Material | SPT | | | Bibliografía | Diseño | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | γt | C | Φ | Φ | γt | C | Φ |
| | (KN/m³) | (Kpa) | (°) | (°) | (KN/m³) | (Kpa) | (°) |
| Firme | 20.0 | 1.0 | 32.0 | 32 – 36 | 20.0 | 0.0 | 32.0 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Denso | 21.0 | 0.0 | 34.7 | 36 - 40 | 21.0 | 0.0 | 34.7 |

## 11 CARGAS DE TRABAJO

Para el presente informe no se cuenta con cargas de trabajo analizadas por el componente estructural con respecto al tipo de infraestructura proyectada, tampoco así se determina las dimensiones, no obstante, se asumen anchos de cimiento promedio para en función de su geometría bien sea una relación B/L de tipo cimiento corrido o cimiento aislado, estas cargas deben ser analizadas y definidas por estructuras para cada estructura, posterior se debe verificar el nomograma de diseño y los elementos acogidos en ancho y profundidad para controlar la carga de trabajo apropiada por cada estructura que se proyecte para el área de influencia analizada.

## 12 ANALISIS GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

### 12.1 Capacidad de carga admisible

La capacidad de carga se asume para materiales de tipo no cohesivos según la clasificación "SP" de laboratorio para las muestras recuperadas en las perforaciones, la resistencia o capacidad de carga del material de desplante se presenta gráficamente como nomograma de carga para distintos anchos y geometrías de cimiento superficial, así como para una profundidad de 0.5m y 1.0m con relación al nivel de terreno natural. La memoria de cálculo se presenta como parte del Anexo 4.

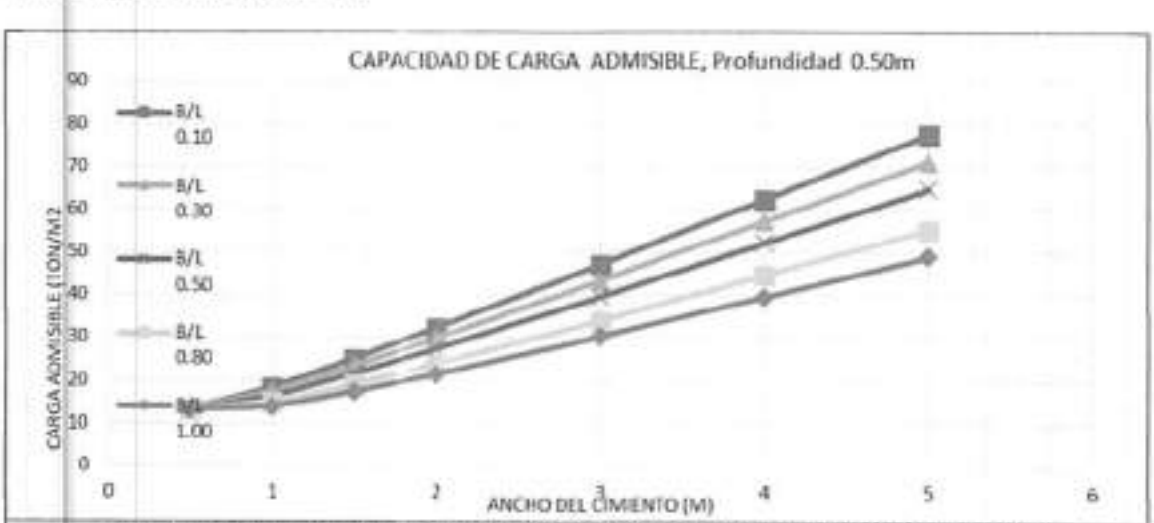



Figura 12-1 Nomograma de capacidad de carga relación B/L, profundidad: 0.5m

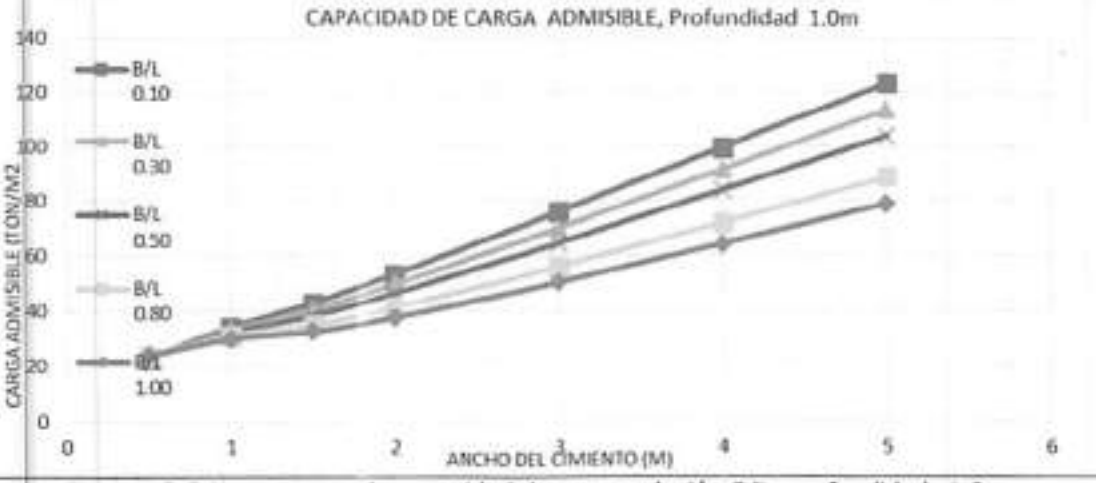



Figura 12-2 Nomograma de capacidad de carga relación B/L, profundidad: 1.0m

La capacidad de carga para un ancho asumido o requerido debe ser interpretada en el nomograma de carga eligiendo el ancho del cimiento para cortar la curva de capacidad de carga en la relación geométrica definida para el cimiento superficial.

## 12.1 Capacidad de carga admisible con Mejoramiento

La determinación de espesores está orientada para la aplicación de material de mejoramiento y/o reemplazo para brindar soporte y control de la carga de trabajo en un material dispuesto a partir del fonde de excavación recomendado (-1.00m), en determinado caso de requerir el aumento de capacidad de carga si el nomograma del material de terreno natural no es suficiente. La implantación de espesores de mejoramiento como reemplazo del material natural se proyecta en concreto ciclópeo.

El espesor recomendado se relaciona para una relación geométrica mínima de 1.0m de lado como se describe a continuación:

Tabla 12-1 Capacidad de carga con mejoramiento.

| Profundidad de desplante (m) | Qadm material de sitio (ton/m2) | Espesor de mejoramiento (m) | Aumento de Qadm con mejoramiento (ton/m2) |
|---|---|---|---|
| 1.00 | 23.42 | 0.25 | 29.56 |
| 1.00 | 23.42 | 0.50 | 37.02 |
| 1.00 | 23.42 | 0.75 | 45.08 |
| 1.00 | 23.42 | 1.00 | 55.91 |

La memoria de cálculo hace parte del Anexo 5.

## 12.2 Asentamientos

El asentamiento inmediato causado por la carga de trabajo se calcula en función del material para las constantes elásticas. La memoria de cálculo hace parte del Anexo 6.

Tabla 12-2 Constantes elásticas. Fuente: tabla C10.4.6.3-1, sección 10, CCP-14

| Tipo de suelo | Rango típico de los valores del módulo de Young, $E_s$ (MPa) | Relación de Poisson, $\nu$ (adim) |
|---|---|---|
| $E_s$ estimado a partir del número de golpes del SPT | | |
| Tipo de suelo | $E_s$ (MPa) | |
| Limos, limos arenosos, mezclas ligeramente cohesivas | $0.4N_{60}$ | |
| Arenas limpias, finas a medias y arenas ligeramente limosas | $0.7N_{60}$ | |
| Arenas gruesas y arenas con poca grava | $1.0N_{60}$ | |
| Grava, arenosa y gravas | $1.1N_{60}$ | |
| $E_s$ estimado a partir de $q_c$ (resistencia a la penetración estática de la punta del cono) | | |
| Todos | $4q_c$ | |

A continuación, se presenta el resultado correspondiente a cada ancho propuesto para fundaciones superficiales, donde se representa el valor teórico del asentamiento inmediato para la capacidad admisible máxima que ofrece el material de sitio para el ancho de cimiento analizado.

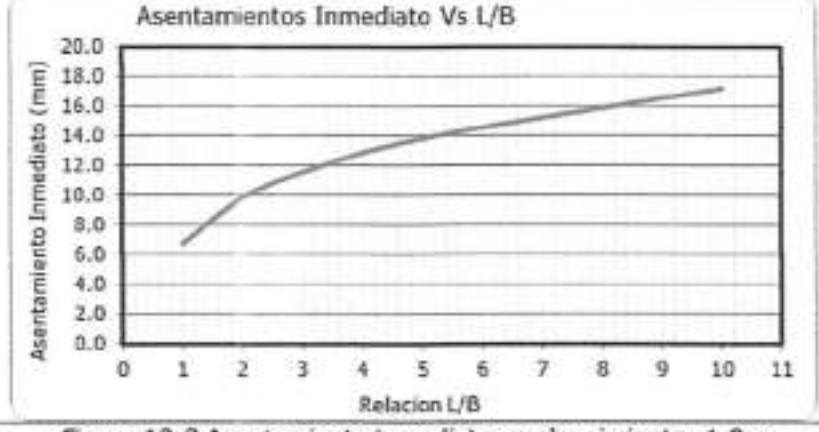



Figura 12-3 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 1.0m

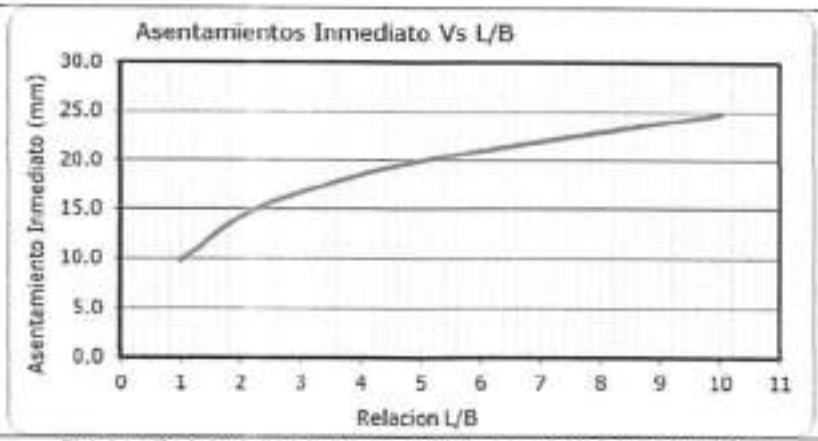



Figura 12-4 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 2.0m

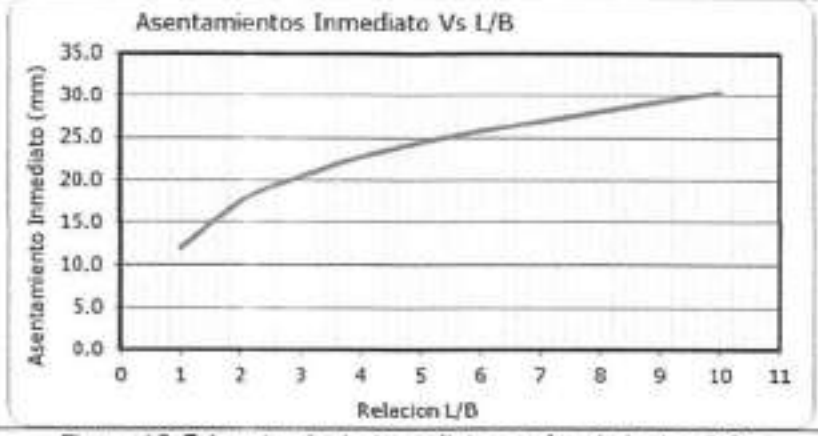



Figura 12-5 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 3.0m

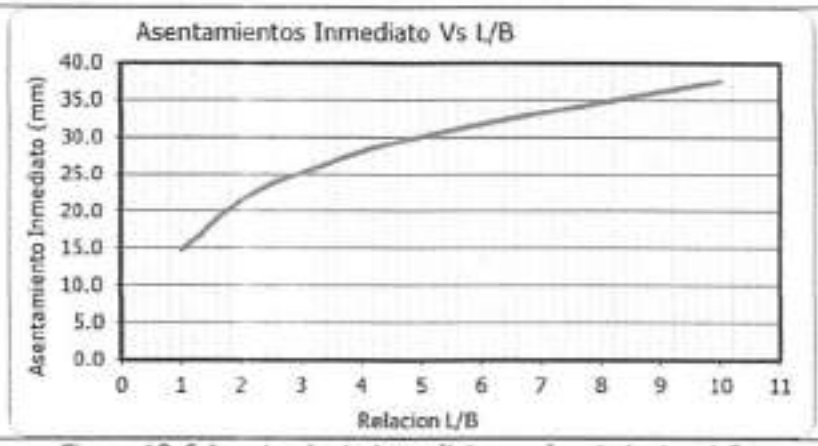



Figura 12-6 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 4.0m

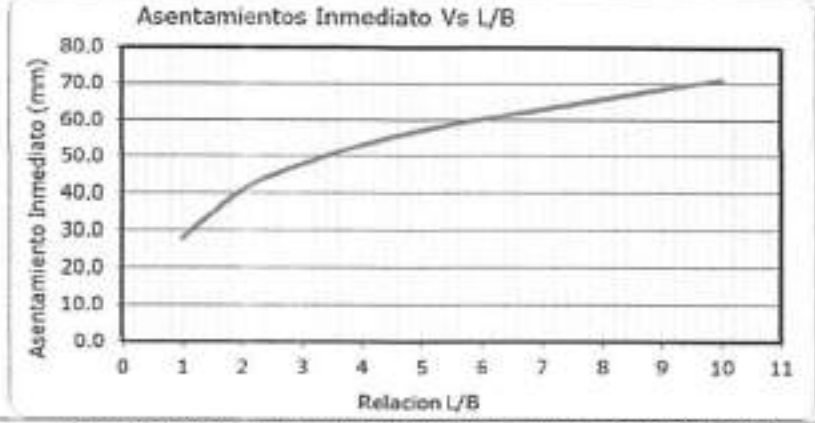



Figura 12-7 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 5.0m

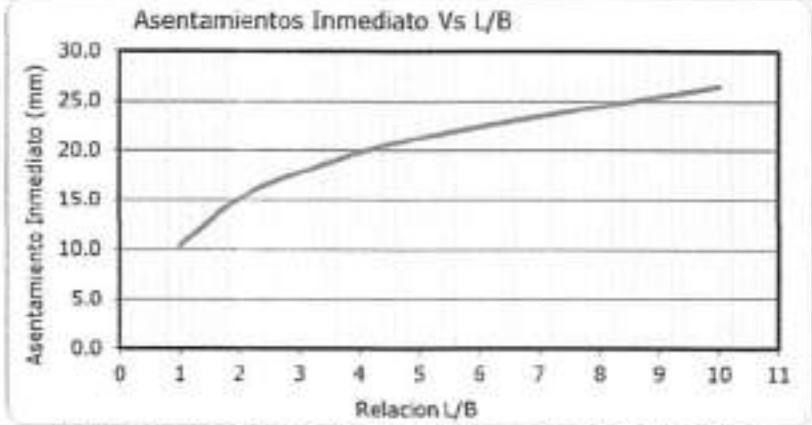



Figura 12-8 Asentamiento inmediato, ancho cimiento: 0.5m

## 13 ANALISIS DE EMPUJE PARA OBRAS DE CONFORMACION DE ALETAS

Al respecto de las obras complementarias sea el tipo de muros de conformación, se presenta el cálculo de empujes de suelo para alturas de vástago con alturas desde 2.0m hasta 5.0m en adición a 1.0m en profundidad como nivel de fundación y empotramiento. La memoria de cálculo hace parte del Anexo 7.

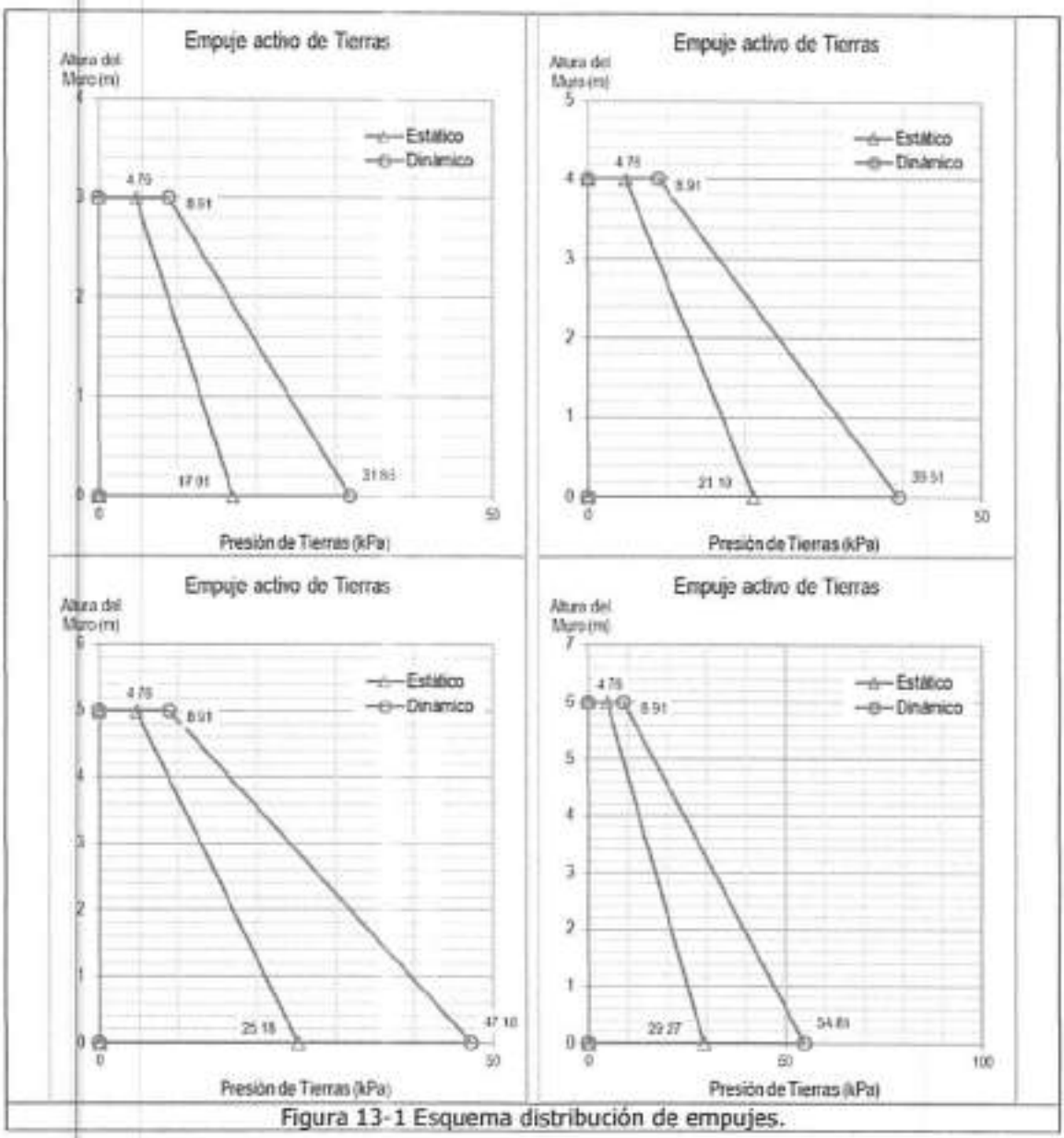



Figura 13-1 Esquema distribución de empujes.

## 14 EXCAVACIONES TEMPORALES

Se realiza el análisis teórico de la estabilidad de los taludes temporales donde se proyecta una profundidad de zanja con respecto a la cota del terreno natural. El resultado para un factor de seguridad mínimo de 1.25 normalizado como parte del NSR-10, limita una inclinación de 76° (relación 0.25H : 1.0V) y de 63.4° (relación 0.50H : 1.0V) sin el uso de elementos de soporte temporales.

Tabla 14-1 Altura crítica para taludes temporales con inclinación de 0.25H:1.0V.

| H (m) | Pe | Tan Ø | λcØ | $N_{cf}$ | Pd | FS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.25 | 1.45 | 0.634 | 1.6 | 6.93 | 1.45 | 2.87 |
| 0.50 | 1.90 | 0.634 | 2.1 | 7.46 | 1.90 | 2.35 |
| 0.75 | 2.35 | 0.634 | 2.5 | 7.78 | 2.35 | 1.99 |
| 1.00 | 2.80 | 0.634 | 3.0 | 8.18 | 2.80 | 1.75 |
| 1.50 | 3.70 | 0.634 | 4.0 | 8.98 | 3.70 | 1.46 |
| 1.75 | 4.15 | 0.634 | 4.4 | 9.53 | 4.15 | 1.38 |
| 2.00 | 4.60 | 0.634 | 4.9 | 10.21 | 4.60 | 1.33 |
| 2.25 | 5.05 | 0.634 | 5.4 | 10.53 | 5.05 | 1.25 |

Tabla 14-2 Altura crítica para taludes temporales con inclinación de 0.50H:1.0V.

| H (m) | Pe | Tan Ø | λcØ | $N_{cf}$ | Pd | FS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.25 | 1.45 | 0.634 | 1.6 | 7.53 | 1.45 | 3.12 |
| 0.50 | 1.90 | 0.634 | 2.1 | 8.23 | 1.90 | 2.60 |
| 0.75 | 2.35 | 0.634 | 2.5 | 8.66 | 2.35 | 2.21 |
| 1.00 | 2.80 | 0.634 | 3.0 | 9.20 | 2.80 | 1.97 |
| 1.50 | 3.70 | 0.634 | 4.0 | 10.27 | 3.70 | 1.66 |
| 1.75 | 4.15 | 0.634 | 4.4 | 11.02 | 4.15 | 1.59 |
| 2.00 | 4.60 | 0.634 | 4.9 | 11.96 | 4.60 | 1.56 |
| 2.25 | 5.05 | 0.634 | 5.4 | 12.40 | 5.05 | 1.47 |
| 2.50 | 5.50 | 0.634 | 5.9 | 12.71 | 5.50 | 1.39 |
| 2.75 | 5.95 | 0.634 | 6.3 | 12.96 | 5.95 | 1.31 |
| 3.00 | 6.40 | 0.634 | 6.8 | 13.27 | 6.40 | 1.24 |

La altura crítica de excavaciones temporales con relación de pendiente 0.25H:1.0V es Hmax: 2.20m. La altura crítica de excavaciones temporales con relación de pendiente 0.50H:1.0V es Hmax: 2.75m. las excavaciones deben estar libre de infiltraciones o empozamiento de agua, así mismo, las cargas impuestas en el perímetro de la excavación no podrán situarse a menos de 4.0m del chaflan de corte o línea de excavación. La memoria de cálculo hace parte del Anexo 8.

## 15 OTRAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION

### 15.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación, se presentan las consideraciones que deben seguirse para la construcción de la cimentación superficial, objeto y descrita durante el presente informe.

15.1.1Preparación del Sitio

El área bajo el cimiento superficial debe ser adecuadamente preparada antes de emplazar cualquier estructura. No debe quedar en el área ningún material de vegetación superficial, materia orgánica, escombros, o cualquier otro material foráneo. Posteriormente es necesario realizar una nivelación para garantizar la horizontalidad del terreno y suprimir elevaciones o depresiones existentes.

Se recomienda que el estrato portante sea lo menos trabajado o remoldeado posible, por lo cual, solo se alcanzará el nivel definitivo una vez se disponga de todos los elementos necesarios para las tareas de construcción de la cimentación. Dado el caso que se requiera avanzar en las labores de excavación se propone realizarlas hasta un nivel mínimo de 0.20m por encima del nivel definitivo, a manera de protección. El material natural en la cota de fondo debe ser densificado (apisonado / compactado) por medios mecánicos o manuales antes de iniciar las labores de reemplazo y mejoramiento.

15.1.2Rellenos

Se sugiere la nivelación y el reemplazo del material encontrado por uno de mayores especificaciones tipo concreto ciclópeo ya que se asume una condición de agua constante, razón por la cual no se proyecta material de sub base o afirmado como material de mejoramiento.

El relleno de estructuras debe ser conformado mediante tipo afirmado o de mayor calidad, que cumpla con gradaciones tipo INVIAS en lo referente a material para afirmados y sub base, especificado en el Artículo 300, en el que se requiere que el índice de plasticidad este limitado al 6% y que la parte granular se ajuste a los usos granulométricos, o en virtud de la especificación particular del proyecto

Toda explanación deberá disponerse en capas que no excedan treinta (30) centímetros de espesor (condición suelta). Para garantizar la adherencia entre capas, se debe escarificar la capa subyacente antes de disponer la siguiente capa. Cada capa deberá ser distribuida, compactada y aprobada por el Ingeniero encargado del proyecto. Equipo manual puede ser empleado para esta tarea siempre y cuando se cumpla los siguientes:

El criterio de aceptación para las pruebas de densidad de campo ha sido establecido como una comparación entre la densidad máxima seca del material, definida por el ensayo Proctor Modificado (INV E-142-12). Como mínimo, la densidad de campo deberá alcanzar un porcentaje de compactación del 98% con respecto a la densidad máxima del ensayo.

El contenido de humedad del relleno depositado también debe ser controlado. Se recomienda que el contenido de humedad del relleno depositado se mantenga cercano a su óptimo (determinado también en el INV-E-142-12) con una tolerancia de ± 2%. El Contratista deberá ser responsable de proveer equipo suficiente y capacitado para cumplir con estas especificaciones de compactación de una manera eficiente y efectiva, para lo cual la compactación del relleno seleccionado debe realizarse con equipos de vibración. Cada capa de relleno deberá ser inspeccionada antes de compactarla. Toda la vegetación, raíces o basura deberán ser removidas. Rocas mayores de seis (6) pulgadas de diámetro deberán ser removidas o fragmentadas.

Es importante mantener el espesor del depósito de relleno bajo estructuras lo más uniforme posible. Si hubiese relleno en desnivel bajo una misma estructura podrían ocurrir respuestas diferenciales del suelo debido a las cargas aplicadas.

15.1.3Manejo de aguas

En caso de requerir la evacuación de agua producto de infiltración o escurrimientos superficiales, se recomienda el uso de un equipo de bombeo.

Si se considera que las condiciones durante la construcción requieren de evacuación de agua en exceso, puede contemplarse la disposición de drenes tipo espina de pescado y/o de cunetas perimetrales al área de la construcción, que permitan mantener seca el área de trabajo con profundidades que alcancen 1.0m por debajo del terreno natural.

## 16 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los niveles freáticos empleados en los cálculos y análisis de fundación se encuentran medidos desde la cota de terreno natural.
- Los estratos de suelo empleados en los cálculos y análisis de fundación se encuentran proyectados desde la cota 0.0m en posición del inicio de las perforaciones ejecutadas.
- No se evidenciaron fenómenos de remoción en masa, no se evidenciaron accidentes geomorfológicos que puedan afectar las obras a construir.
- Como control de calidad en la cota fondo de la excavación se debe cumplir con un mínimo de 15 golpes/pie como resistencia a la penetración mediante SPT.
- Se requiere descapote y excavación hasta 1.0m de profundidad con respecto de la cota de terreno natura como profundidad mínima de desplante, posterior, desde la cota fondo se requiere la conformación hacia cotas mayores de un mejoramiento con material de concreto

ciclópeo del espesor asumido según las cargas de trabajo y capacidad de carga admisible si bien se requiera.

- La altura crítica de excavaciones temporales con relación de pendiente 0.25H:1.0V es Hmax: 2.25m. La altura crítica de excavaciones temporales con relación de pendiente 0.50H:1.0V es Hmax: 2.75m. las excavaciones deben estar libre de infiltraciones o empozamiento de agua, así mismo, las cargas impuestas en el perímetro de la excavación no podrán situarse a menos de 4.0m del chaflan de corte o línea de excavación.
- En obra, con el debido replanteo de los elementos se debe dar seguimiento a las cotas de fundación profunda, a fin de verificar las hipótesis de diseño y características de los materiales, la cota de fondo por capacidad de carga según la geometría de la estructura proyectada y los requisitos de carga de trabajo máxima.

## 17 LIMITACIONES

Las anteriores consideraciones están basadas en las condiciones de suelos halladas en la presente investigación. Sin embargo, es frecuente ocurrencias en trabajo de este tipo el encontrar durante la etapa de cimentación, variaciones locales o circunstancias no previstas que hagan necesario adoptar decisiones alternas. Por lo tanto, cualquier cambio con relación a lo encontrado y consignado en el presente Estudio, deberá informarse oportunamente a la Firma responsable del mismo, a fin de introducir las modificaciones que sean del caso.

Debe entenderse que los materiales térreos son inelásticos, heterogéneos y anisotrópicos, su comportamiento no es fácilmente predecible, ni independiente del entorno en el cual se encuentran. Todos los valores y parámetros geomecánicos aquí analizados deberán confirmarse durante la construcción.

B&A INGENIERIA DE COLOMBIA SAS. Estará atenta a suministrar cualquier ampliación o brindar la asesoría necesaria, una vez se definan y conozcan los planos, y se inicien los correspondientes procesos constructivos.

Si se hiciesen cambios en el diseño, localización o naturaleza de las estructuras propuestas, las conclusiones y recomendaciones contenidas en este informe no serán válidas a menos que los cambios sean revisados y las recomendaciones sean ajustadas o confirmadas por escrito por el panel de diseño.

**JOSE LUIS PARADA BARAJAS**
**INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA**
**M.P. 54202240048 NTS**

| B&A | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | |
|---|---|---|
| | TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO (APIQUES, CALICATAS) | |
| | Versión: 02 | Pag. 1 de 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLIENTE | Alcaldía de Monterrey | CL | 132 | OT | 605 | CE | 132-605-1 |
| PROYECTO | Construcción en sitio propio en zona rural | | | | FECHA | | 24/09/2024 |
| LOCALIZACIÓN | 4°53'47"N 72°52'24"W | | | | MUESTRA | | API 1-M1 |
| MATERIAL | Arena con presencia de arcillas; Color café amarillo | CANTERA | N/A | | FUENTE | | N/A |
| DESCRIPCIÓN | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| APIQUE N° | 1 |
| PROFUNDIDAD (cm) | 150 |
| NIVEL FREATICO (cm) | N.R |

| Profundidad (cm) | Estrato | Muestra N° | Descripción del material |
|---|---|---|---|
| 5<br>10 | N/A | N/A | Capa vegetal |
| 15<br>20<br>25<br>30<br>35<br>40 | 1 | 1 | Arena con presencia de arcillas; Color Café Oscuro; Humedad media sin agua visible; Baja plasticidad; Consistencia firme |
| 45<br>50<br>55<br>60<br>65<br>70<br>75<br>80<br>85<br>90<br>95<br>100<br>105<br>110<br>115<br>120<br>125<br>130<br>135<br>140<br>145<br>150 | 2 | N/A | Arena con presencia de arcillas y canto rodados >3"-<16" ; Color Café Fuerte; Humedad media sin agua visible; Baja o nula plasticidad; Consistencia dura |
| 155<br>160<br>165<br>170<br>175<br>180<br>185<br>190<br>195<br>200 | N/A | N/A | N/A |

Notas: Los resultados corresponden únicamente a la muestra ensayada
Este informe no es válido sin las firmas originales.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

OBSERVACIONES:
Lectura veleta de campo = 40 Nm

| Realizó | Deyson Cubides | Revisó Laboratorio | Ing. José Luis Parada Barajas | | Revisó Cliente | |
|---|---|---|---|---|---|---|

B&A INGENIERIA DE COLOMBIA

SIG HSQ

# DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

Vigencia: 22/09/2023 | Versión: 4

| NORMA | INV E-125-126-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** N/A

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA Nº** API 1-M1

| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| Nº DE GOLPES | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| HUMEDAD NATURAL (%) |
|---|
| - |

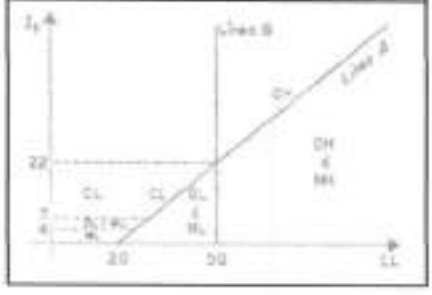
| CLASIFICACIÓN U.S.C.S |
|---|
| - |

| LÍMITE LÍQUIDO (LL) |
|---|
| N.L. |

**CURVA DE FLUIDEZ**




**CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS**




| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO (LP) |
|---|
| N.P. |

| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (IC) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF) |
|---|
| - |

| CRITERIO DE ACEPTACION NORMA INVIAS E125-E126 ARTICULO 630 TABLA 630-1 = | — |
|---|---|

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cubides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO | |
| | Vigencia. 22/06/2023 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-122-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural

**MATERIAL** Arena con presencia de arcillas; Color café amarillo **LOCALIZACIÓN** 4°53'47"N 72°52'24"W **MUESTRA Nº** API 1-M1

| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | | |
|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 |
| RECIPIENTE Nº | 19 | 31 |
| MASA RECIPIENTE (g) | 123.2 | 128.1 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | 720.7 | 739.9 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | 676.1 | 693.6 |

| CÁLCULOS | | |
|---|---|---|
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | 597.5 | 611.8 |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 552.9 | 565.5 |
| CONTENIDO DE AGUA (g) | 44.6 | 46.3 |
| HUMEDAD (%) | 8.1 | 8.2 |
| **PROMEDIO HUMEDAD (%)** | **8.1** | |

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | DyS.C | Revisó y aprobó | ING. JOSÉ LUIS PARADA | |
|---|---|---|---|---|---|

| | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| B A | DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 31/07/2021 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-123-13 | FECHA | 26/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** Arena mal graduada con presencia de arcillas: Color café grisaceo

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA N°** AR 1-M1

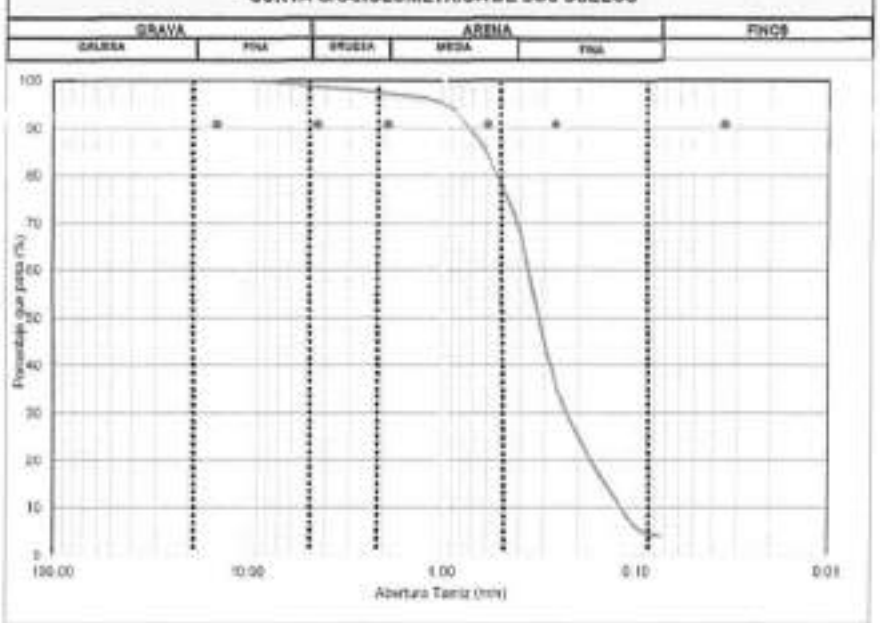
**DATOS DEL TAMIZADO**

MASA TOTAL UTILIZADA (g): 1116.3

**RESULTADO ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**

| Tamiz N° | Abertura tamiz (mm) | Masa retenida (g) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Pasa |
|---|---|---|---|---|---|
| 3" | 75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 2" | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1 1/2" | 37.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1" | 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 3/4" | 19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 3/8" | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 4 | 4.75 | 13.2 | 1.2 | 1.2 | 98.82 |
| 10 | 2 | 16.6 | 1.5 | 2.7 | 97.31 |
| 20 | 0.85 | 45.9 | 4.1 | 6.8 | 93.2 |
| 40 | 0.425 | 242.7 | 21.8 | 28.6 | 71.44 |
| 60 | 0.25 | 419.2 | 37.6 | 66.1 | 33.86 |
| 140 | 0.106 | 303.2 | 27.2 | 93.3 | 6.679 |
| 200 | 0.075 | 29.7 | 2.7 | 96.0 | 4.016 |
| FONDO | | 44.8 | 4.0 | 100.0 | 0 |
| TOTAL | | 1115.5 | | | |

**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LOS SUELOS**




| PORCENTAJES | |
|---|---|
| GRAVA (%) | 1.2 |
| ARENA (%) | 94.8 |
| FINOS (%) | 4.0 |

| COEFICIENTES | |
|---|---|
| UNIFORMIDAD (Cu) | 3.1 |
| CURVATURA (Cc) | 1.2 |

| D10 | D30 | D60 |
|---|---|---|
| 0.13 | 0.22 | 0.38 |
| MODULO DE FINURA | | 1.99 |

| CLASIFICACIÓN USCS | SP |
|---|---|

| CLASIFICACION AASTHO | A-3 |
|---|---|

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0.050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no debera reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de BSA INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S

Este informe no es valido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| B&A | SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | | |
| | DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DE LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA | | |
| | Vigencia: 11/02/2020 | Versión. 1 | |

| NORMA | INV-E 128 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural **MATERIAL** Arena con presencia de arcillas: Color café amarillo

**FUENTE** N/A **CANTERA** N/A **MUESTRA N°** API 1-M1

| GRAVEDAD ESPECÍFICA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO Y A 20°C | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
| MASA DEL PICNÓMETRO (g) | 164.0 | | |
| TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C) | 27.4 | | |
| DENSIDAD DEL AGUA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO | 0.99641 | | |
| VOLUMEN PICNÓMETRO (cm^3) | 499.002 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA (g) | 661.21 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (g) | 56.1 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE + MASA MUESTRA SECA (g) | 133.9 | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 75.8 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA + MATERIAL (g) | 706.3 | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA Gt | **2.4682** | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA (20°C) | **2.46** | | |

Método B – Procedimiento para especímenes secados al horno.

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0.005

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cutides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Pareda Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B A | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | |
|---|---|---|
| | TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO (APIQUES, CALICATAS) | |
| | Versión: 02 | Pag. 1 de 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLIENTE | Alcaldía de Monterrey | CL | 132 | OT | 605 | CE | 132-605-1 |
| PROYECTO | Construcción en sitio propio en zona rural | | | | FECHA | 24/09/2024 | |
| LOCALIZACIÓN | 4°54'44"N 75°51'05"W | | | | MUESTRA | AP| 2-M1 | |
| MATERIAL | Arena con presencia de arcillas; Color café fuerte | CANTERA | N/A | | FUENTE | N/A | |
| DESCRIPCIÓN | | | | | | | |

| APIQUE N° | 2 |
|---|---|
| PROFUNDIDAD (cm) | 150 |
| NIVEL FREATICO (cm) | N.R |

| Profundidad (cm) | Estrato | Muestra N° | Descripción del material |
|---|---|---|---|
| 5 – 10 | N/A | N/A | Capa Vegetal |
| 15 – 40 | 1 | 1 | Arena con presencia de arcillas; Color Café Oscuro; Humedad media sin agua visible; Baja plasticidad; Consistencia firme |
| 45 – 100 | 2 | N/A | Arena con presencia de arcillas y canto rodados >3"-<10" ; Color Café Fuerte; Humedad media sin agua visible; Baja o nula plasticidad; Consistencia dura |
| 105 – 200 | N/A | N/A | N/A |

Notas: Los resultados corresponden únicamente a la muestra ensayada
Este informe no es válido sin las firmas originales.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de BIA INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

OBSERVACIONES:
Lectura valeta de campo= 40 Nm

| Realizó | Deyson Gutiérrez | Revisó Laboratorio | Ing. José Luis Parada Barajas | | Revisó Cliente | |
|---|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 22/06/2023 | Versión: 4 |

| NORMA | INV E-125-126-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** N/A

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA Nº** API 2-M1

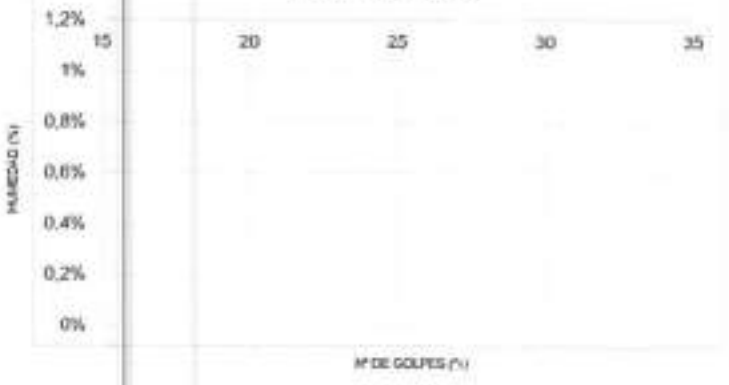
| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| Nº DE GOLPES | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| HUMEDAD NATURAL (%) |
|---|
| - |

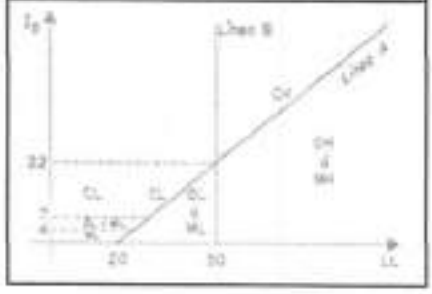
| CLASIFICACIÓN U.S.C.S |
|---|
| - |

| LÍMITE LÍQUIDO (LL) |
|---|
| N.L. |

**CURVA DE FLUIDEZ**




**CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS**




| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO (LP) |
|---|
| N.P. |

| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (IC) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF) |
|---|
| - |

| CRITERIO DE ACEPTACION NORMA INVIAS E125-E126 ARTICULO 630 TABLA 630-1 = | — |
|---|---|

Notas; Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cubides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERÍA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO | |
| | Vigencia. 22/06/2023 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-122-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural

**MATERIAL** Arena con presencia de arcillas; Color café fuerte **LOCALIZACIÓN** 4°54'44"N 75°51'06"W **MUESTRA Nº** API 2-M1

| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | | |
|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 |
| RECIPIENTE Nº | 28 | 5 |
| MASA RECIPIENTE (g) | 120.3 | 127.2 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | 974.6 | 1232.1 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | 910.0 | 1151.5 |

| CÁLCULOS | | |
|---|---|---|
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | 854.3 | 1104.9 |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 789.7 | 1024.3 |
| CONTENIDO DE AGUA (g) | 64.6 | 80.6 |
| HUMEDAD (%) | 8.2 | 7.9 |
| **PROMEDIO HUMEDAD (%)** | **8.0** | |

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | | Revisó y aprobó | ING. JOSÉ LUIS PARADA | |
|---|---|---|---|---|---|

| | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| B&A | DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 31/07/2021 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-123-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** Arena mal graduada con presencia de arcillas; Color café grisaceo

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA N°** API 2-M1

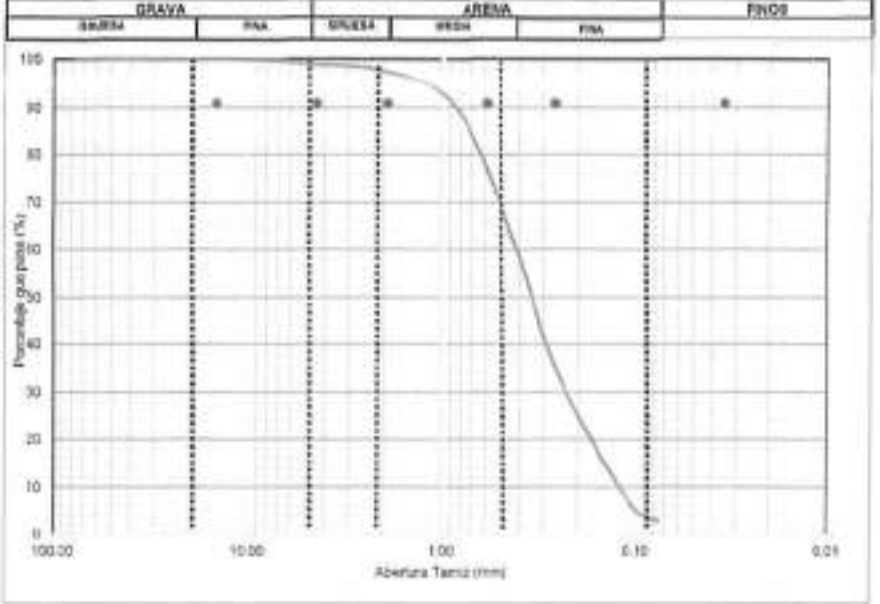
**DATOS DEL TAMIZADO**

| MASA TOTAL UTILIZADA (g) | 1129.4 |
|---|---|

**RESULTADO ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**

| Tamiz N° | Abertura tamiz (mm) | Masa retenida (g) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Pasa |
|---|---|---|---|---|---|
| 3" | 75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 2" | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1 1/2" | 37.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1" | 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 3/4" | 19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 3/8" | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 4 | 4.75 | 10.1 | 0.9 | 0.9 | 99.11 |
| 10 | 2 | 17.5 | 1.6 | 2.4 | 97.55 |
| 20 | 0.85 | 83.9 | 7.4 | 9.9 | 90.12 |
| 40 | 0.425 | 320.9 | 28.4 | 38.3 | 61.68 |
| 60 | 0.25 | 321.2 | 28.5 | 66.8 | 33.22 |
| 140 | 0.106 | 304.9 | 27.0 | 93.8 | 6.203 |
| 200 | 0.075 | 37.9 | 3.4 | 97.2 | 2.844 |
| FONDO | | 32.1 | 2.8 | 100.0 | 0 |
| TOTAL | | 1126.5 | | | |

**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LOS SUELOS**




| PORCENTAJES | |
|---|---|
| GRAVA (%) | 0.9 |
| ARENA (%) | 96.3 |
| FINOS (%) | 2.8 |

| COEFICIENTES | |
|---|---|
| UNIFORMIDAD (Cu) | 3.4 |
| CURVATURA (Cc) | 1.0 |

| D10 | D30 | D60 |
|---|---|---|
| 0.12 | 0.23 | 0.41 |
| MODULO DE FINURA | | 2.12 |

| CLASIFICACIÓN USCS | SP |
|---|---|

| CLASIFICACION AASTHO | A-3 |
|---|---|

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0.050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no podrá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | |
|---|---|---|
| B A | DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DE LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA | |
| | Vigencia: 11/02/2020 | Versión. 1 |

| NORMA | INV-E 128 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural **MATERIAL** Arena con presencia de arcillas: Color café fuerte

**FUENTE** N/A **CANTERA** N/A **MUESTRA N°** API 2-M1

| GRAVEDAD ESPECÍFICA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO Y A 20°C | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
| MASA DEL PICNÓMETRO (g) | 164.0 | | |
| TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C) | 27.1 | | |
| DENSIDAD DEL AGUA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO | 0.99649 | | |
| VOLUMEN PICNÓMETRO (cm^3) | 499.002 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA (g) | 661.25 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (g) | 103.9 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE + MASA MUESTRA SECA (g) | 204.4 | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 100.5 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA + MATERIAL (g) | 722.7 | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA Gt | **2.5736** | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA (20°C) | **2.57** | | |

Método B – Procedimiento para especimenes secados al horno.

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0.005
Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.
Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cutides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B&A | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | |
|---|---|---|
| | TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO (APIQUES, CALICATAS) | |
| | Versión: 02 | Pág. 1 de 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLIENTE | Alcaldía de Monterrey | CL | 132 | OT | 005 | CE | 132-005-1 |
| PROYECTO | Construcción en sitio propio en zona rural | | | | FECHA | | 24/06/2024 |
| LOCALIZACIÓN | 4°52'38"N 72°52'52"W | | | | MUESTRA | | AP13-M1 |
| MATERIAL | Arena con presencia de arcillas; Color gris claro | CANTERA | N/A | | FUENTE | | N/A |
| DESCRIPCIÓN | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| APIQUE N° | 3 |
| PROFUNDIDAD (cm) | 150 |
| NIVEL FREATICO (cm) | 61 |

| Profundidad (cm) | Estrato | Muestra N° | Descripción del material |
|---|---|---|---|
| 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 | 1 | N/A | Material granular compuesto de arenas, arcillas y gravas ; Color Amarillo Oscuro; Humedad media sin agua visible; Baja plasticidad; Consistencia firme |
| 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 | | | |
| 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140, 145, 150 | 2 | 1 | Arena con presencia de arcillas ; Color Gris Claro; Humedad alta, visible generalmente bajo el nivel freatico; Baja o nula plasticidad; Consistencia firme; Cementación debil; Estructura homogenea |
| 155, 160, 165, 170, 175, 180, 185, 190, 195, 200 | N/A | N/A | N/A |

Notas: Los resultados corresponden únicamente a la muestra ensayada
Este informe no es válido sin las firmas originales.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

OBSERVACIONES:
Lectura veleta de campo= 40 lbs

| Realizó | Deyson Cubides | Revisó Laboratorio | Ing. José Luis Parada Barajas | | Revisó Cliente | |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 22/09/2023 | Versión. 4 |

| NORMA | INV E-125-126-13 | FECHA | 24/05/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** N/A

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA Nº** API 3-M1

| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| Nº DE GOLPES | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| HUMEDAD NATURAL (%) |
|---|
| - |

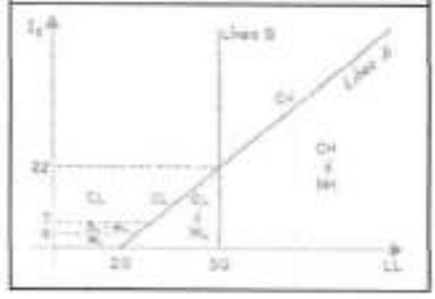
| CLASIFICACIÓN U.S.C.S |
|---|
| - |

| LÍMITE LÍQUIDO (LL) |
|---|
| N.L. |

**CURVA DE FLUIDEZ**




**CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS**




| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO (LP) |
|---|
| N.P. |

| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (IC) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF) |
|---|
| - |

| CRITERIO DE ACEPTACION NORMA INVIAS E125-E126 ARTICULO 630 TABLA 630-1 = | — |
|---|---|

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050
Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.
Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cubides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERÍA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO | |
| | Vigencia. 22/06/2023 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-122-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural

**MATERIAL** Arena con presencia de arcillas; Color gris claro **LOCALIZACIÓN** 4°52'38"N 72°52'52"W **MUESTRA Nº** API 3-M1

| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | | |
|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 |
| RECIPIENTE Nº | 39 | 15 |
| MASA RECIPIENTE (g) | 51.1 | 45.8 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | 776.4 | 916.3 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | 644.1 | 744.8 |

| CÁLCULOS | | |
|---|---|---|
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | 725.3 | 870.5 |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 593.0 | 699.0 |
| CONTENIDO DE AGUA (g) | 132.3 | 171.5 |
| HUMEDAD (%) | 22.3 | 24.5 |
| **PROMEDIO HUMEDAD (%)** | **23.4** | |

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | D y S.C | Revisó y aprobó | ING. JOSÉ LUIS PARADA | |
|---|---|---|---|---|---|

| | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| B A | DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 31/07/2021 | Versión: 3 |

| NORMA | INV E-123-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** Arena mal graduada con presencia de arcillas; Color café grisaceo

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA N°** API 3-M1

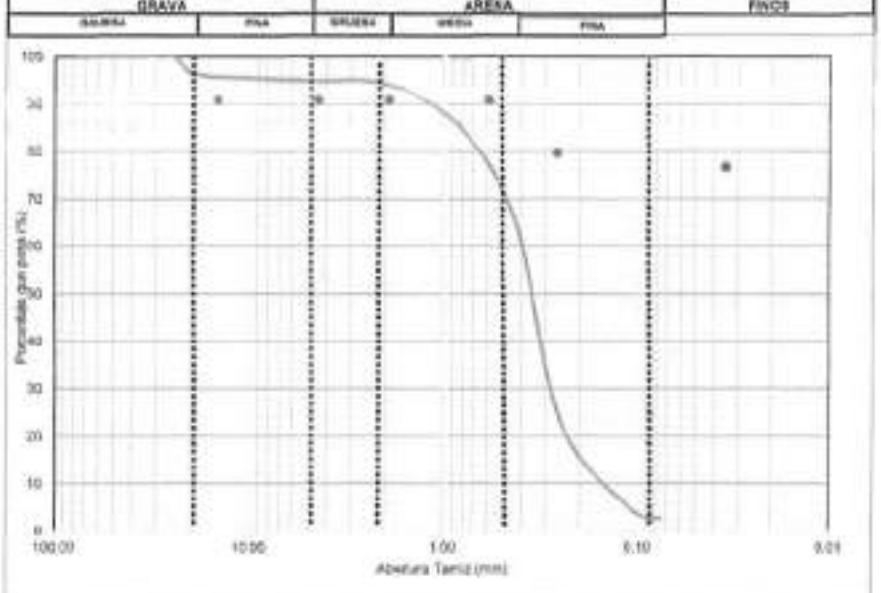
**DATOS DEL TAMIZADO**

| MASA TOTAL UTILIZADA (g) | 1266.5 |
|---|---|

**RESULTADO ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**

| Tamiz N° | Abertura tamiz (mm) | Masa retenida (g) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Pasa |
|---|---|---|---|---|---|
| 3" | 75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 2" | 50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1 1/2" | 37.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 1" | 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 3/4" | 19 | 48.2 | 3.8 | 3.8 | 96.25 |
| 3/8" | 9.5 | 11.7 | 0.9 | 4.7 | 90.34 |
| 4 | 4.75 | 6.1 | 0.5 | 5.1 | 94.66 |
| 10 | 2 | 9.4 | 0.7 | 5.9 | 94.13 |
| 20 | 0.85 | 108.8 | 8.6 | 14.3 | 85.67 |
| 40 | 0.425 | 269.7 | 20.7 | 35.0 | 64.99 |
| 60 | 0.25 | 539.1 | 41.9 | 77.0 | 23.05 |
| 140 | 0.106 | 239.7 | 18.7 | 95.6 | 4.396 |
| 200 | 0.075 | 23.0 | 1.8 | 97.4 | 2.607 |
| FONDO | | 33.5 | 2.6 | 100.0 | 0 |
| TOTAL | | 1282.2 | | | |

**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LOS SUELOS**




| PORCENTAJES | |
|---|---|
| GRAVA (%) | 5.1 |
| ARENA (%) | 92.3 |
| FINOS (%) | 2.6 |

| COEFICIENTES | |
|---|---|
| UNIFORMIDAD (Cu) | 2.9 |
| CURVATURA (Cc) | 1.4 |

| D10 | D30 | D60 |
|---|---|---|
| 0.14 | 0.27 | 0.40 |
| MODULO DE FINURA | | 2.41 |

| CLASIFICACION USCS | SP |
|---|---|

| CLASIFICACION AASTHO | A-3 |
|---|---|

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0.050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada

Este informe no debera reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de BSA INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S

Este informe no es válido sin las firmas originales

| Realizó | DEYSON CUBIDES | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | | |
|---|---|---|---|
| B A | DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DE LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA | | |
| | Vigencia: 11/02/2020 | Versión. 1 | |

| NORMA | INV-E 128 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — GL 132 OT 605 CE 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural **MATERIAL** Arena con presencia de arcillas: Color gris claro

**FUENTE** N/A **CANTERA** N/A **MUESTRA N°** API 3-M1

| GRAVEDAD ESPECÍFICA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO Y A 20°C | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA | 1 | 2 | 3 |
| MASA DEL PICNÓMETRO (g) | 154.0 | | |
| TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C) | 27.1 | | |
| DENSIDAD DEL AGUA A LA TEMPERATURA DEL ENSAYO | 0.99649 | | |
| VOLUMEN PICNÓMETRO (cm^3) | 499.002 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA (g) | 661.25 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE (g) | 49.8 | | |
| MASA DEL RECIPIENTE + MASA MUESTRA SECA (g) | 142.8 | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 93.0 | | |
| MASA DEL PICNÓMETRO + AGUA + MATERIAL (g) | 719.0 | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA Gt | **2.5655** | | |
| GRAVEDAD ESPECIFICA (20°C) | **2.56** | | |

Método B – Procedimiento para especimenes secados al horno.

**OBSERVACIONES:**

Nota: Incertidumbre: +/- 0.005

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERÍA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cubides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B A | SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | |
|---|---|---|
| | TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO (APIQUES, CALICATAS) | |
| | Version: 02 | Pag. 1 de 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLIENTE | Alcaldía de Monterrey | CL | 132 | OT | 605 | CE | 132-605-1 |
| PROYECTO | Construcción en sitio propio en zona rural | | | | FECHA | | 24/05/2024 |
| LOCALIZACIÓN | 4°52'57"N 72°52'27"W | | | | MUESTRA | | AP/ 4-M1 |
| MATERIAL | Arena con presencia de arcillas; Color café grisáceo oscuro | CANTERA | N/A | | FUENTE | | N/A |
| DESCRIPCIÓN | | | | | | | |

| APIQUE N° | 4 |
|---|---|
| PROFUNDIDAD (cm) | 150 |
| NIVEL FREATICO (cm) | 80 |

| Profundidad (cm) | Estrato | Muestra N° | Descripción del material |
|---|---|---|---|
| 5<br>10<br>15 | N/A | N/A | Capa Vegetal |
| 20<br>25<br>30<br>35<br>40<br>45<br>50<br>55<br>60<br>65<br>70<br>75<br>80 | | | |
| 85<br>90<br>95<br>100<br>105<br>110<br>115<br>120<br>125<br>130<br>135<br>140<br>145<br>150 | 1 | 1 | Arena con presencia de arcillas ; Color Gris Claro; Humedad alta; visible generalmente bajo el nivel freatico; Baja o nula plasticidad; Consistencia Blanda; cementación debil; Estructura homogenea |
| 155<br>160<br>165<br>170<br>175<br>180<br>185<br>190<br>195<br>200 | N/A | N/A | N/A |

Notas: Los resultados corresponden únicamente a la muestra ensayada
Este informe no es válido sin las firmas originales.
Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de BIA INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

OBSERVACIONES:
Lectura veleta de campo= 40 Nm

| Realizó | Deyson Cubides | Revisó Laboratorio | Ing. José Luis Parada Barajas | | Revisó Cliente | |
|---|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS | |
| | Vigencia: 22/06/2023 | Versión: 4 |

| NORMA | INV E-125-126-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey — **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural — **MATERIAL** N/A

**FUENTE** N/A — **CANTERA** N/A — **MUESTRA Nº** API 4-M1

| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| Nº DE GOLPES | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| HUMEDAD NATURAL (%) |
|---|
| - |

| CLASIFICACIÓN U.S.C.S |
|---|
| - |

| LÍMITE LÍQUIDO (LL) |
|---|
| N.L. |

**CURVA DE FLUIDEZ**




**CARTA DE PLASTICIDAD PARA SUELOS FINOS**




| DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS | | | |
|---|---|---|---|
| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 |
| RECIPIENTE Nº | | | |
| MASA RECIPIENTE (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | | | |
| MASA DEL AGUA (g) | | | |
| MASA MUESTRA HUMEDA (g) | | | |
| MASA MUESTRA SECA (g) | | | |
| **CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** | | | |

| LÍMITE PLÁSTICO (LP) |
|---|
| N.P. |

| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (IC) |
|---|
| - |

| INDICE DE PLASTICIDAD (IP) |
|---|
| - |

| ÍNDICE DE FLUIDEZ (IF) |
|---|
| - |

| CRITERIO DE ACEPTACION NORMA INVIAS E125-E126 ARTICULO 630 TABLA 630-1 = | – |
|---|---|

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | Deyson Cubides | | Revisó y aprobó | Ing. Jose Luis Parada Barajas | |
|---|---|---|---|---|---|

| B&A INGENIERIA DE COLOMBIA | SIG HSQ | |
|---|---|---|
| | DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO | |
| | Vigencia. 22/06/2023 | Versión. 3 |

| NORMA | INV E-122-13 | FECHA | 24/06/2024 |
|---|---|---|---|

**CLIENTE** Alcaldía de Monterrey **CL** 132 **OT** 605 **CE** 132-605-1

**PROYECTO** Construcción en sitio propio en zona rural

**MATERIAL** Arena con presencia de arcillas; Color café grisaceo oscuro **LOCALIZACIÓN** 4°52'57"N 72°52'27"W **MUESTRA N°** API 4-M1

| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA | | |
|---|---|---|
| MUESTRA N° | 1 | 2 |
| RECIPIENTE N° | 47 | 22 |
| MASA RECIPIENTE (g) | 122 | 59.9 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (g) | 2066.6 | 902.0 |
| MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA (g) | 1644.8 | 747.8 |

| CÁLCULOS | | |
|---|---|---|
| MASA MUESTRA HÚMEDA (g) | 1944.6 | 842.1 |
| MASA MUESTRA SECA (g) | 1522.8 | 687.9 |
| CONTENIDO DE AGUA (g) | 421.8 | 154.2 |
| HUMEDAD (%) | 27.7 | 22.4 |
| **PROMEDIO HUMEDAD (%)** | **25.1** | |

**OBSERVACIONES:**

Notas: Incertidumbre: +/- 0,050

Los resultados corresponden únicamente a la muestra suministrada y ensayada.

Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la autorización de B&A INGENIERIA DE COLOMBIA S.A.S.

Este informe no es válido sin las firmas originales.

| Realizó | DEYSON CUBIDES | D.C | Revisó y aprobó | ING. JOSÉ LUIS PARADA | |
|---|---|---|---|---|---|