

PROYECTO CONSTRUCCIÓN CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ

ESTUDIO DE SUELOS

Municipio de Villa del Rosario – Norte de Santander – octubre de 2025

Ing. JOSE ISIDORO RANGEL BONILLA – (314) 267-0560
joselabsuciv@yahoo.com.co jringenieriageotecnica2021@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	OBJETIVOS Y ALCANCE	8
2.1.	OBJETIVOS.....	8
2.2.	ALCANCE.....	8
3.	METODOLOGÍA	9
4.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	11
4.1.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	11
5.	ASPECTOS GEOLÓGICOS	14
5.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA	14
5.1.1.	GEOLOGÍA REGIONAL	14
5.1.1.1.	SISTEMA CRETÁCEO	14
5.1.1.2.	TERCIARIO	16
5.1.1.3.	DEPÓSITOS CUATERNARIOS.....	17
5.1.2.	GEOLOGÍA LOCAL	18
5.2.	AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA.....	19
5.3.	EFFECTOS SÍSMICOS	20
5.4.	ASPECTOS SÍSMICOS.....	22
5.5.	TIPO DE PERFIL DEL SUELO.....	24
5.6.	GRUPO DE USO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.....	24
5.6.1.	GRUPO DE USO	24
5.6.2.	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	26
6.	RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO.....	27
6.1.	TRABAJO DE CAMPO	27
6.1.1.	DESARROLLO DE LAS EXPLORACIONES	29
6.1.2.	SITIOS DE ESTUDIO	29
6.1.2.1.	APIQUE 1	29

6.1.2.2. APIQUE 2	30
6.1.2.3. APIQUE 3	31
6.1.2.4. APIQUE 4	32
6.1.2.5. APIQUE 5	33
6.1.2.6. APIQUE 6	34
6.1.2.7. APIQUE 7	35
6.1.2.8. APIQUE 8	36
6.1.2.9. APIQUE 9	37
6.1.2.10. APIQUE 10	38
6.1.2.11. APIQUE 11	39
6.1.2.12. APIQUE 12	40
6.2. RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO	41
7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS	43
7.1. NIVEL FREÁTICO	43
7.2. PAVIMENTO.....	44
7.2.1. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CBR	44
7.2.2. ANÁLISIS DE TRANSITO.....	46
7.3. OBRAS DE PROTECCIÓN	47
7.4. PONTÓN O PASO ELEVADO SOBRE EL CANAL	48
7.4.1. TIPOLOGÍA DE LA CIMENTACION	48
7.4.2. PROFUNDIDAD DE APOYO.....	49
7.4.3. PRESIONES ADMISIBLES ($qa \text{ kNm}^3$).....	49
7.4.4. ASENTAMIENTOS CALCULADOS	50
7.4.4.1. ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS $\delta_e \text{ (m)}$:	50
7.4.4.2. ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN $\delta_c \text{ (m)}$:.....	50
8. CONCLUSIONES	51
9. RECOMENDACIONES.....	52
10. LIMITACIONES	53
11. ANEXOS.....	54

ANEXO 1. MATRICULA PROFESIONAL INGENIERO RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	54
ANEXO 2. CEDULA DE CIUDADANÍA INGENIERO RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	55
ANEXO 3. CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS	56
ANEXO 4. HOJA DE CALCULO Y ENSAYOS DE LABORATORIO	59



LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Campo de golf proyección inicial del proyecto.....	11
Imagen 2. Localización de la zona de estudio a nivel regional	12
Imagen 3. Referenciación de la zona de estudio dentro del municipio de Villa del Rosario	12
Imagen 4. Enfoque de la zona de estudio	13
Imagen 5. Unidades geológicas presentes en el municipio. / Fuente: SGC	19
Imagen 6. Registro de Sismos Históricos de Magnitud mayor o igual a 4.0 http://catalogosismico.sgc.gov.co/mapa.html.....	19
Imagen 7. Mapa de amenaza sísmica para Colombia según el estudio general de Amenaza sísmica.....	21
Imagen 8. Localización de las exploraciones realizadas	28
Imagen 9. Apique 1 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	29
Imagen 10. Apique 2 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	30
Imagen 11. Apique 3 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	31
Imagen 12. Exploración Apique 4 terminada y medición de perfil estratigráfico.	32
Imagen 13. Apique 5 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	33
Imagen 14. Apique 6 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	34
Imagen 15. Apique 7 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	35
Imagen 16. Apique 8 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	36
Imagen 17. Exploración Apique 9 terminada y medición de perfil estratigráfico.	37
Imagen 18. Apique 10 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	38
Imagen 19. Exploración Apique 11 terminada y medición de perfil estratigráfico.	39
Imagen 20. Apique 12 terminado y medición de perfil estratigráfico.....	40
Imagen 21. Ilustración zona de paso elevado.	48
Imagen 21. Modelo de cimentación para Pontón.....	49

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tabla A.2.4-1 de la NSR-10.....	22
Tabla 2. Coeficientes sísmicos tomados de la NSR-10	23
Tabla 3. Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos. (Fuente: NSR-10)	23
Tabla 4. Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios. (Fuente: NSR-10)	23
Tabla 5. Coeficientes de diseño. (Fuente: NSR-10)	24
Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia, I	26
Tabla 7. Localización de exploraciones realizadas.....	28
Tabla 8. Resumen de ensayos de Laboratorio realizados a la muestra extraídas, apiques 1 al 6.	41
Tabla 9. Resumen de ensayos de Laboratorio realizados a la muestra extraídas, apiques 7 al 12.	42
Tabla 10. Potencial de Expansión del Suelo. (Fuente: NSR-10 Tabla H.9.1-1 Clasificación de suelos expansivos).....	43
Tabla 11. Estimación del CBR del proyecto	45

LISTADO DE GRAFICAS

Grafica 1. CBR del Proyecto.....	45
----------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del proyecto de construcción del campo de golf del proyecto TENNIS GOLF RESERVA CAMPESTRE, se proyectan vías internas de circulación de los carros de golf, estos se desplazarán a lo largo de todo el campo en el Cart Path que permitirá la movilización entre hoyos, este proyecto corresponde a una etapa inicial para una longitud de 3.000 metros de vía Cart Path, en los cuales se desea realizar la pavimentación.

Para llevar a cabo este objetivo, se recurre a un estudio de suelos, el cual se enfoca en caracterizar el terreno, tanto física como mecánicamente, realizando una serie de ensayos de laboratorio que brindan la información necesaria para determinar las posibles fallencias del suelo a la hora de pavimentar y su respectiva solución.

Entendiendo esto, en este estudio de suelos se podrá encontrar la información necesaria para determinar la capacidad de soporte según ensayos de CBR (Cono Dinámico de Penetración) que será usado en el diseño de pavimentos, geología y morfología de la zona de estudio y las recomendaciones necesarias a desarrollar para un óptimo diseño de las estructuras como tal.



2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVOS

Este Estudio de Suelos cumple con los siguientes objetivos:

Conocer las propiedades mecánicas de los materiales que conforman el subsuelo donde se proyecta la pavimentación del Cart Path, así como las recomendaciones para un pontón de paso sobre un canal natural.

Establecer los parámetros geotécnicos necesarios para definir capacidad de soporte.

Revisión de los resultados de los ensayos de Laboratorio, ensayos de campo y establecer las conclusiones y criterios adoptados que permiten obtener los parámetros geotécnicos de diseño.

Dar un resumen de las características y condiciones del suelo para el próximo diseño de la estructura del pavimento.

2.2. ALCANCE

El estudio de suelos comprendió el siguiente alcance:

Recopilación, análisis y evaluación de la información existente del proyecto.

Reconocimiento de campo e inspección de la zona.

Exploración del subsuelo hasta una profundidad máxima entre 1.00 y 3.00 metros.

Interpretación y análisis de los resultados de laboratorio.

Evaluación de la capacidad portante y capacidad de soporte.

Elaboración del informe.

3. METODOLOGÍA

A continuación, se describen cada una de las actividades desarrolladas en el estudio:

Recopilación, análisis y evaluación de información del proyecto

Se recopiló información relacionada con la localización y proyección del proyecto, para su próximo análisis, que para este caso en específico se refiere a pavimentación de vías internas en un campo de golf Cart Path, además de la construcción de un pontón de paso sobre un canal natural.

Exploración Geotécnica.

Los trabajos de campo en ésta etapa del proyecto, consistieron en el reconocimiento e inspección de las zonas donde se proyecta la pavimentación de las vías, se realizó una estimación ya que no se cuenta con un trazado definido para estas, posteriormente se procedió con la ejecución de Apiques. Durante estos trabajos se tomaron muestras de las exploraciones, estas fueron debidamente empacadas en bolsas herméticas y nombradas según su posición estratigráfica, luego fueron llevadas al laboratorio de suelos donde se le practicaron los ensayos pertinentes para su clasificación física, tales como:

Granulometría con lavado sobre tamiz No. 200.

Límites de consistencia o de Atterberg.

Porcentaje de Humedad.

Presión Inconfinada

CBR

La exploración realizada permite obtener muestras representativas del subsuelo en comparación con otros métodos, para la realización de los ensayos de laboratorio destinados a caracterización de los estratos que componen el subsuelo y obtener parámetros de resistencia geomecánica.

Caracterización Geotécnica

Con los resultados de las actividades anteriores se adelantó la interpretación y análisis de la exploración, se delimitaron y caracterizaron las diferentes capas que constituyen el perfil estratigráfico, se tomaron las respectivas muestras y fueron enviadas al laboratorio para su análisis.

Los parámetros de CBR, para el cálculo de la capacidad de soporte, se determinaron con ensayos de campo con el equipo de CDP, el parámetro de cohesión para el cálculo de la capacidad portante fue determinado por medio de ensayos de presión inconfina en laboratorio.



4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la pavimentación de 3.000 metros distribuidos a lo largo y ancho del campo de golf, estos se desarrollarán progresivamente entre cada hoyo, tal como se ilustra a continuación



Imagen 1. Campo de golf proyección inicial del proyecto.

El proyecto de pavimentación se desarrollará en dos etapas, la etapa inicial para la cual se desarrolla este estudio de suelos, corresponde a los primeros 9 hoyos, que abarcan un aproximado de 3.000 metros de Cart Path, al momento de la realización de este estudio de suelos, no se encuentran completamente definidos los trayectos de los mismos, razón por la que se referencias las medidas como aproximaciones.

4.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en el municipio de Villa del Rosario - Norte de Santander, está localizado sobre el sector Boconó, en la zona trasera al conjunto cerrado Tenis Golf Reserva Campestre y se desarrolla a un costado de la vía principal que conduce a los conjuntos Hacienda Los Trapiches, Hacienda club y Tennis Park, en las siguientes imágenes se puede apreciar con mayor claridad la ubicación de la zona de estudio.

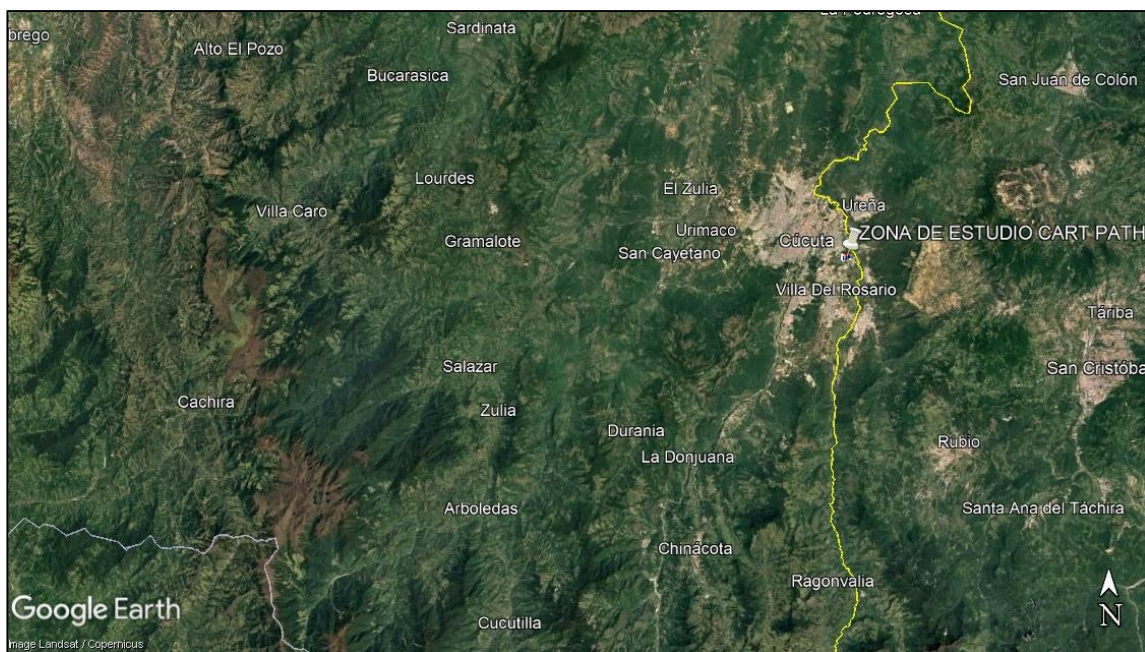


Imagen 2. Localización de la zona de estudio a nivel regional

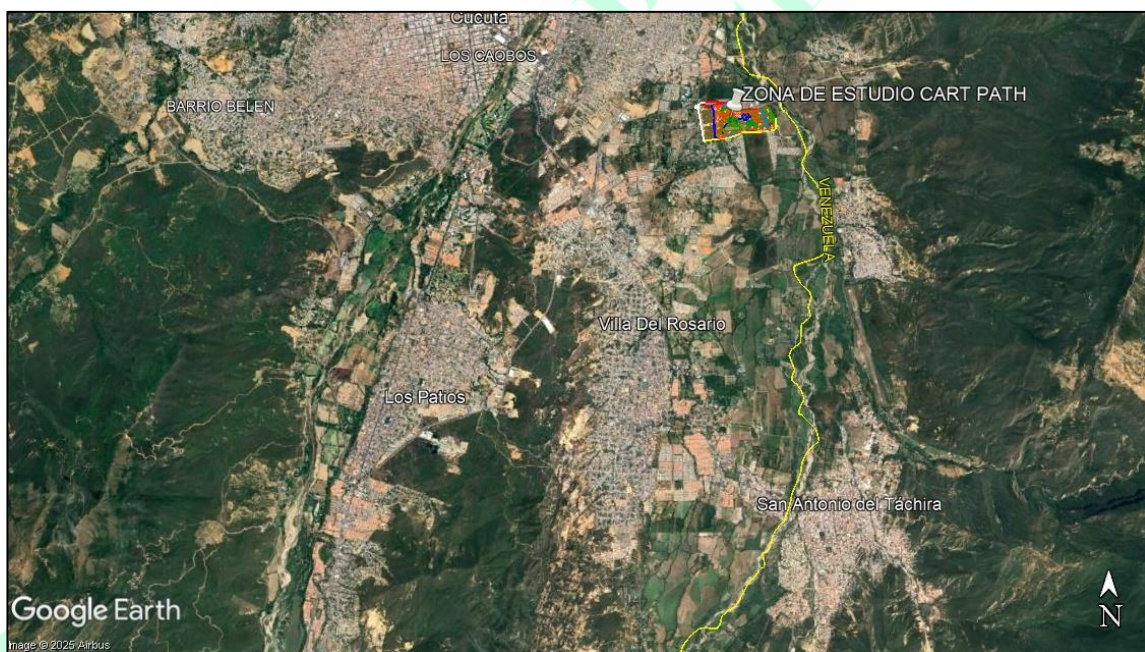


Imagen 3. Referenciación de la zona de estudio dentro del municipio de Villa del Rosario



Imagen 4. Enfoque de la zona de estudio

5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA

El Diagnostico geológico realizado al sector destinado para la pavimentación de las vías, en el municipio de Villa del Rosario – Norte de Santander, constituye la base fundamental que suministra información sobre las características, propiedades y capacidad de soportar infraestructura; para así poder determinar la capacidad portante del suelo y subsuelo, dentro de la fase de Diagnostico. El conocimiento de las unidades litológica y las estructuras geológicas junto a la dinámica de sus suelos permite determinar los procesos geomorfológicos y referenciar en cartografía que modificaciones ha sufrido el paisaje en el pasado y como se está modificando actualmente. A partir de la información geológica se identifican las zonas que presenten susceptibilidad por amenazas naturales y antrópicas; evaluando la vulnerabilidad de la infraestructura urbana y de servicios, se determinan los posibles riesgos a que puede estar sometida la estructura. Todo lo anterior para realizar un diseño estructural adecuado a las características geológicas y geotécnicas del suelo.

5.1.1. GEOLOGÍA REGIONAL

5.1.1.1. SISTEMA CRETÁCEO

El sistema Cretáceo se encuentra ubicado dentro del municipio en tres grandes franjas principalmente, siguiendo una secuencia cronoestratigrafía, la cual varía en edad desde el cretáceo inferior hasta el cretáceo superior; perteneciente a la Cuenca de Maracaibo. La secuencia cretácea perteneciente a la Cuenca de Maracaibo se encuentra enmarcado por una tectónica de tipo compresiva la cual genera un tren estructural controlado por la litología y fallas de tipo regional, que presentan una dirección general norte- sur.

- Formación Aguardiente (Kia).

Sedimentitas descritas por Notestein en 1944, su nombre se designa por el filo Aguardiente al sur de la Concesión Barco. La secuencia consta de arenisca de grano grueso a medio de color gris claro de composición cuarzosa, glauconítica y calcárea con intercalaciones de lodolitas grises en

capas delgadas. Las rocas de esta unidad están constituidas por areniscas cuarzosas grises amarillentas, de grano fino a medio, micáceas con algo de glauconita, parcialmente conglomeráticas con guijas de cuarzo, estratificación cruzada con pequeñas intercalaciones de lodolitas grises, micáceas fisiles. El espesor y la naturaleza resistente de las capas masivas de la formación Aguardiente las hace fácilmente cartografiables, el espesor promedio medido al este de Pamplona sobre la vía a Cúcuta es de 400 m. La formación se encuentra altamente fracturada, con presencia de numerosas familias de diaclasas, como consecuencia de la fuerte tectónica que afecta la zona, esto genera numerosos depósitos de ladera distribuidos ampliamente en la zona. El contacto de la formación Aguardiente con la subyacente formación Tibú - Mercedes y con la suprayacente formación Capacho es concordante. La edad de la formación Aguardiente ha sido considerada Albiano superior y medio basado en estudios paleontológicos; Las rocas de la formación Aguardiente son correlacionables con la formación Umití de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena.

- Formación Capacho (Kic).

Sedimentitas descritas por Wilhelm Sieverts en 1888 para describir una secuencia de calizas cerca al pueblo de Capacho en el estado de Táchira Venezuela. La formación es redefinida por Sutton en 1946 y representa la secuencia comprendida entre las formaciones La luna y la formación Aguardiente en la base, de acuerdo a las redefiniciones dadas por Sutton (1946) y Rod and Maync (1954 en Vargas et al 1981). Esta formación es definida como la formación superior del Grupo Cogollo de la Cuenca de Maracaibo (Caballero et al 1991), constituida por una serie de lutitas negras con intercalaciones arenosas hacia la base y bancos de caliza fosilífera Las rocas de esta unidad están constituida por una secuencia de lodolitas grises oscuras fósiles con intercalaciones intermitentes de caliza cristalina fosilífera, los bancos de caliza se presentan en capas de 2 a 80 cm de espesor intercalados con capas de lodolitas. El espesor medido sobre la vía Pamplona-Cúcuta es de 475 m. pero se encuentra sujeta a revisión, debido a la fuerte tectónica presente en la zona. La base y el tope de la formación Capacho es conforme y bien definido con la subyacente formación Aguardiente y la suprayacente formación La Luna. Con base en la posición Estratigráfica de la secuencia y a la datación de amonites encontrados dentro de las calizas y las lodolitas se le asignó una edad entre el Cenomaniano al Turoniano.

- Formación Colón y Mito Juan.

Sedimentitas descritas en una sola unidad a causa de las semejanzas litológicas. La formación Colón descrita por Sutton en 1946 en el distrito de Ayacucho al norte de Colón en Táchira, Venezuela como una secuencia de lodolitas de color gris oscuro, piriticas con capas delgadas de caliza en la parte superior. La formación Mito Juan es descrita por Notestein en 1944 en la quebrada Mito Juan sobre el flanco oriental del domo norte de Petrolea de la Concesión Barco, constituida por lodolitas de color gris ligeramente calcáreas fisiles con nódulos de arcilla "ironstone" de color marrón. Sobre la base se encuentran algunas capas de glauconita arenosa con abundantes fósiles de peces y gránulos de fosforita. Las rocas de esta unidad están constituidas por una secuencia de lodolitas grises fosilíferas ligeramente calcáreas, con pequeños nódulos de arcilla, intercalados con capas de arenisca gris oscura de grano fino glauconítica y algunos mantos de carbón. La naturaleza de las rocas hace que sean fácilmente meteorizables produciendo suelos arcillosos. El espesor de la unidad varía entre 325 a 600 m. La unidad presenta contactos aparentemente concordantes con la suprayacente formación Barco. Partiendo de estudios de microfósiles por Cushman y Hedberg en 1941 la edad de la unidad Colón y Mito Juan es Campaniano-Maestrichtiano

5.1.1.2. Terciario

- Formación Barco (Tpb)

Sedimentitas descritas por Notestein en 1944 en el filo Barco del anticlinal Petrolea. La formación consta de una secuencia de areniscas cuarzosas intercaladas con lodolitas y arcillolitas micáceas. Las rocas de esta formación están compuestas por areniscas cuarzosas de grano muy fino a medio de color gris, algo carbonosas bien calibradas con estratificación cruzada con abundantes Láminas de mica. Las capas varían de 0.3 a 20 m de espesor intercaladas con lodolitas y arcillolitas grises parcialmente limosas con pequeños nódulos de arcilla "Ironstone". El espesor de la unidad varía de 160 a 275 m. La formación Barco presenta contactos concordantes con la subyacente formación Colón-Mito Juan y la suprayacente formación Los Cuervos.

- Formación Los Cuervos (Tpc)

Sedimentitas descritas inicialmente por Notestein en 1944 en la quebrada Los Cuervos que confluye al río Catatumbo en la parte norte de la Concesión Barco, constituida por una secuencia de lodolitas carbonosas intercaladas con areniscas junto a mantos de carbón en la parte inferior. Las rocas de esta formación están constituidas por lodolitas y arcillolitas intercaladas con areniscas de grano fino. La parte inferior de la formación está formada por lodolitas grises intercaladas con mantos de carbón los cuales tienen potencialidades para explotación. El espesor de la unidad varía de 250 a 400 m. El contacto de la formación Los Cuervos con la subyacente formación Barco es concordante. La secuencia estratigráfica aflorante dentro del área del municipio se extiende desde finales del Cretáceo hasta finales del Terciario.

- Formación Mirador (Tem).

Está constituida por arenillas de grano fino a grueso y arenillas conglomeráticas con esporádicas intercalaciones de láminas y capas finas de arcillolitas y limolitas. Las arenillas son deleznales y de colores blanco a amarillo, con estratificación cruzada. Los afloramientos en la región son de escarpes con pendientes fuertes en cuchillas alargadas. Su espesor promedio es de 180 m.

- Formación carbonera (Tec).

Constituida por arcillolitas de color gris a gris verdoso, intercaladas con arenillas de grano fino y ocasionalmente capas finas de limolitas y estratos de carbón en la parte inferior y en el tope de la formación. En muchos sectores donde aflora no presenta horizontes de carbón económicamente explotables. Su espesor promedio es de 500 m.

5.1.1.3. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos cuaternarios se encuentran ampliamente distribuidos dentro del municipio, descansando discordantemente sobre las diferentes formaciones presentes y cubren la gran mayoría del área expuesta. Estos depósitos cuaternarios en su mayoría tienen origen estructural, denudacional y Fluvio-lacustre, a partir de su origen se cartografiaron y clasificaron de la siguiente manera:

- Depósitos Aluviales (Qal): Estos depósitos se forman a partir de corrientes principales, como quebradas y ríos, están constituidos por cantos redondeados de alta esfericidad que varían en tamaño de centímetros a metros embebidos dentro de una matriz areno- arcillosa. En el municipio se presentan una gran área constituida por éste tipo de depósito no consolidado. El área urbana se encuentra ubicada en un depósito de este tipo.

- Depósitos de terraza y abanicos (Qtff): Este tipo de depósitos son formados a partir de cambios en las condiciones climáticas y tectónicas de la zona, que arrastra material y es depósito en el cauce de quebradas Iscalá y la Honda; Están constituidos por fragmentos o cantos de roca embebidos dentro de una matriz areno-arcillosa. Sin embargo, se puede deducir que la actividad de las fuentes hídricas superficiales en toda el área del municipio es de tipo degradativo.

- Depósitos Coluviales (QC): Estos depósitos tienen su origen a partir de procesos estructurales y denudacionales los cuales fracturan y degradan el material rocoso, el cual es transportado pendiente a bajo a través de corrientes superficiales y depositado en las laderas de los valles cuando la corriente pierde su velocidad; Estos depósitos están conformados por fragmentos angulosos dentro de una matriz areno-arcillosa; Presentan una morfología irregular y espesor variado también se incluyen depósitos de talud y derrubios.

5.1.2. GEOLOGÍA LOCAL.

La zona de estudio reposa sobre depósitos aluviales y de llanuras aluviales, perteneciente a una formación reciente del periodo cuaternario (Qal), que si bien es cierto, que se haya en la zona, no se presentó hasta las profundidades alcanzadas en este estudio de suelos, por el contrario, las exploraciones demostraron depósitos de suelos arcillosos con contenido de arena y con plasticidades medias a bajas, este corresponde a material de relleno depositado en la zona para la modelación del campo, este material presente corresponde a suelos de la Formación Guayabo (Tmg), traídos al predio desde zonas aledañas cercanas.



Imagen 5. Unidades geológicas presentes en el municipio. / Fuente: SGC¹

5.2. AMENAZA SÍSMICA DE LA ZONA

En el diseño de un proyecto es importante determinar el nivel de amenaza sísmica para el sector donde se realizará la pavimentación; esto es conocer la máxima cantidad de movimiento sísmico que se espera durante la vida útil del proyecto. Para determinar se utilizan varios procedimientos basados en datos de eventos históricos, conocimiento de las fuentes sismogénicas y aplicación de modelos probabilísticos para evaluación de la amenaza sísmica.



Imagen 6. Registro de Sismos Históricos de Magnitud mayor o igual a 4.0

<http://catalogosismico.sgc.gov.co/mapa.html>

¹ https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Atlas_Geologico_colombiano_2015/

Se observa que la mayor actividad sísmica en el área de influencia regional corresponde a la falla frontal de la cordillera Oriental y al nido sísmico de Bucaramanga. Para el caso del presente proyecto se determinan los resultados del Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, donde se presentan los siguientes parámetros para la zona de estudio:

Amenaza Sísmica: Alta

Coeficiente aceleración pico efectiva – $A_a = 0.35$

Coeficiente velocidad pico efectiva - $A_v = 0.30$

5.3. EFECTOS SÍSMICOS

Los efectos que se pueden presentar en la zona de estudio que puedan afectar la estructura de las vías a pavimentar, inducidos por un sismo son los siguientes:

- Rotura en superficie por fallas geológicas.
- Asentamientos o levantamiento de las vías.

En la zona de estudio y dadas las condiciones geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del suelo, se presentan depósitos de arcillas arenosas de rápida infiltración, las zonas a los costados de las vías juegan un papel fundamental en el buen estado de las mismas, ya que son entradas directas de agua al suelo, lo que produce en ciertos casos erosión, acumulación de humedad y pérdida de capacidad portante.

Durante las labores de muestreo no se encontraron suelos erosivos, ni suelos licuables, ni suelos colapsables ni suelos suspendidos.

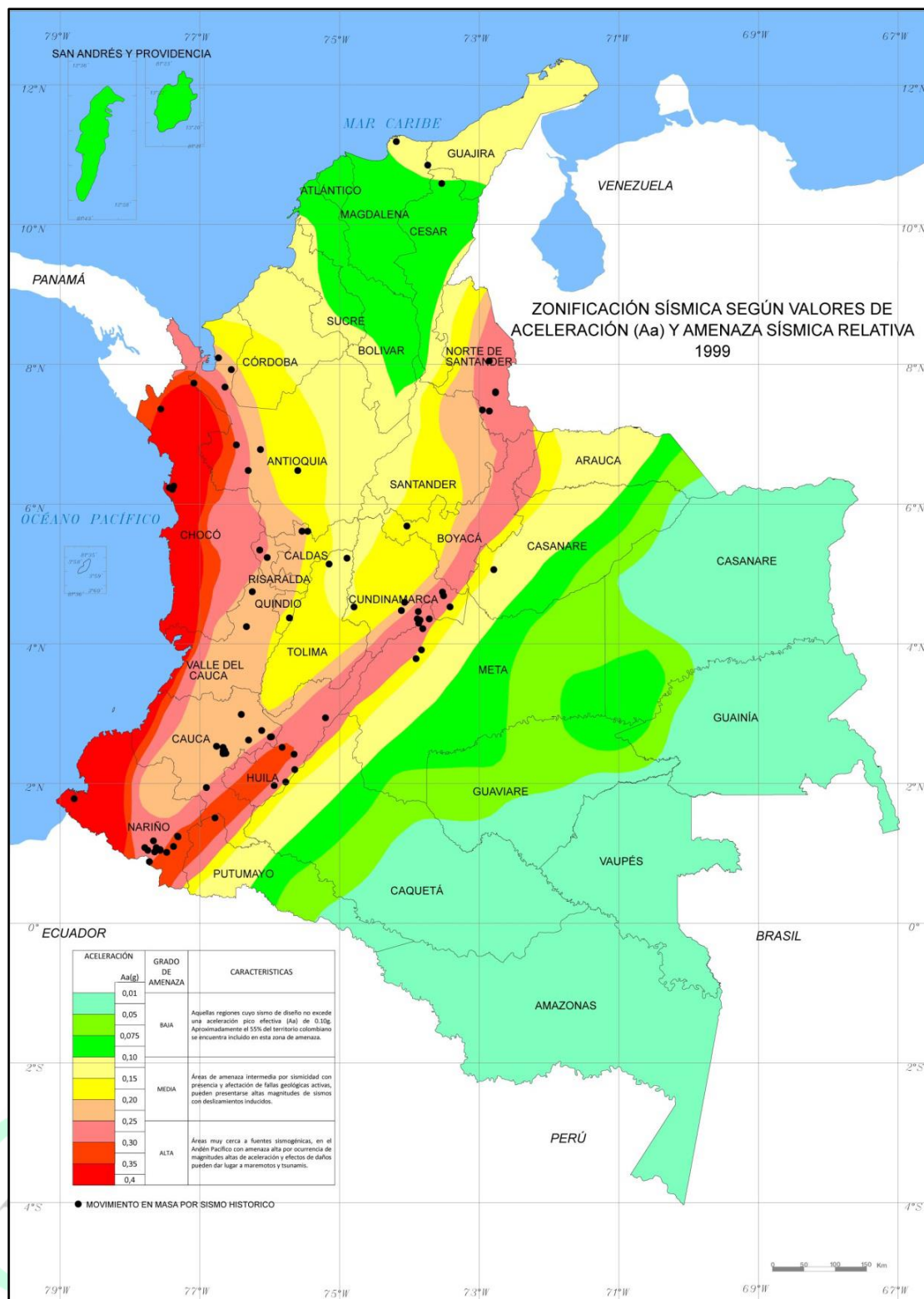


Imagen 7. Mapa de amenaza sísmica para Colombia según el estudio general de Amenaza sísmica.

5.4. ASPECTOS SÍSMICOS

De acuerdo con la NSR-10 y con base a la definición o catalogación del tipo de perfil del suelo para el diseño sísmico y estructural de la vía proyectada, se referencia al numeral A.2.4.4, en la tabla A.2.4.1 donde se desarrolla la clasificación de los tipos de suelos, donde por características del suelo estudiado, en cuanto al índice de plasticidad, humedad y la resistencia al corte, cuyos resultados se muestran en el desarrollo del presente documento. La definición y características de este tipo de perfil de suelo se presentan en la siguiente tabla A.2.4-1 de la NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfiles de roca re rigidez	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50 \quad S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda cortante	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$180 \text{ m/s} > V_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 metros de arcillas blandas	$IP > 20 \quad w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} > S_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases.	
	F1-Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2-Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3-Arcillas de muy alta plasticidad (H>7,5 metros con índice de plasticidad IP>75).	
	F4-Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>36 metros).	

Tabla 1. Tabla A.2.4-1 de la NSR-10

Los coeficientes sísmicos estipulados por la norma sismo resistente en cuestión y que corresponden al lugar de estudio se resalta en la siguiente tabla.

Municipio	Aa	Av	Amenaza
Villa del Rosario	0.35	0.30	Alta

Tabla 2. Coeficientes sísmicos tomados de la NSR-10

Con respecto al cuadro anterior y a la clasificación del perfil de suelo, se determinan los coeficientes de Fa (coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos debida a los efectos de sitios) y Fv (coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios). Los coeficientes sísmicos se presentan a continuación, resaltando el municipio en donde se encuentra ubicado el predio en estudio.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa<=0,1	Aa=0,2	Aa=0,3	Aa=0,4	Aa>=0,5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	*Nota	*Nota	*Nota	*Nota	*Nota

Tabla 3. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos. (Fuente: NSR-10)

*Nota: Debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con el numeral A.2.10-NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Av<=0,1	Av=0,2	Av=0,3	Av=0,4	Av>=0,5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	*Nota	*Nota	*Nota	*Nota	*Nota

Tabla 4. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios. (Fuente: NSR-10)

*Nota: Debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con el numeral A.2.10-NSR-10.

5.5. TIPO DE PERFIL DEL SUELO.

El tipo de perfil del suelo para el diseño sísmo resistente es E, estos son perfiles que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante $180 \text{ m/s} > V_s$ o Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 metros de arcillas blandas $IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} > S_u$, medida establecida a partir de los valores de resistencia no drenada mediante el ensayo de compresión inconfiada en laboratorio.

Perfil del Suelo	Aa	Av	Fa	Fv
E	0.35	0.30	1.05	2.80

Tabla 5. Coeficientes de diseño. (Fuente: NSR-10)

5.6. GRUPO DE USO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

5.6.1. GRUPO DE USO

Según la NSR-10 en el numeral A.2.4.1, las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

Grupo IV — Edificaciones indispensables — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

- (a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias,
- (b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión,
- (c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia,
- (d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos,
- (e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público, y

(f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales

Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

- (a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
- (b) Garajes de vehículos de emergencia,
- (c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
- (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
- (e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional,
- (f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

Grupo II — Estructuras de ocupación especial — Cubre las siguientes estructuras:

- (a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
- (b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
- (c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
- (d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1.
- (e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
- (f) Edificios gubernamentales.

Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

5.6.2. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

El Coeficiente de Importancia, I, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos II, III y IV deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquella del diez por ciento en un lapso de cincuenta años considerada en el numeral A.2.2.1 de la NSR-10. Los valores de I se dan en la tabla 6.

GRUPO DE USO	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia, I

Se clasifica el proyecto en el grupo más bajo considerado por la NSR-10, dentro del grupo de uso I, dándole un coeficiente de importancia de 1.00 según la Tabla A.2.5-1 del reglamento sismo resistente NSR-10

6. RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Desde el punto de vista geomorfológico la zona de estudio corresponde a una llanura de pie de monte, las vías del Cart Path se pavimentarán por sobre ondulaciones generadas en el desarrollo del campo de golf independientes de la geomorfología local de la zona, la topografía de las zonas próximas a pavimentar está caracterizadas por pequeños ascensos y descensos progresivos ajustándose a la forma del campo de golf. Superficialmente se evidencia rellenos arcillosos no propios de la zona como material de préstamo, las zonas intervenidas donde se ya se depositó el material de préstamo presentan un nivel de compactación mínimo lo que le brinda una baja resistencia y capacidad, las zonas aun sin intervención con presencia de suelo natural, presentan un nivel de consistencias considerablemente más elevado, los suelos obtenidos de las exploraciones presentaron humedades altas, por encima o muy próximos de sus respectivos límites plásticos.

6.1. TRABAJO DE CAMPO

Con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, se realizó la ubicación de 12 exploraciones de tipo apique, de estos, 2 se profundizaron hasta 3.00 metros y los 12 restantes se llevaron hasta 1.00 metros, las exploraciones hasta 3.00 metros se realizaron en la zona de proyección para la construcción de un pontón de paso por sobre un canal natural y las exploraciones a 1.00 metros para la zonas de Cart Path, en estos últimos se realizó la práctica de ensayos puntuales de CBR de campo con el equipo de CDP, estas zonas se determinaron en función de la distribución de las vías proyectadas.





Imagen 8. Localización de las exploraciones realizadas

EXPLORACION	PROFUNDIDAD ALCANZADA	COORDENADA	
		NORTE	ESTE
APIQUE 1	1.00 metros	1362514.52	847751.63
APIQUE 2	3.00 metros	1362464.91	847528.70
APIQUE 3	3.00 metros	1362458.72	847518.43
APIQUE 4	1.50 metros	1362443.29	847408.78
APIQUE 5	1.00 metros	1362603.20	847412.75
APIQUE 6	1.00 metros	1362812.69	847405.10
APIQUE 7	1.00 metros	1362924.61	847314.19
APIQUE 8	1.10 metros	1362883.51	847565.17
APIQUE 9	1.00 metros	1362811.47	847656.87
APIQUE 10	1.00 metros	1362798.45	847502.25
APIQUE 11	1.00 metros	1362736.11	847681.90
APIQUE 12	1.00 metros	1362680.21	847634.36

Tabla 7. Localización de exploraciones realizadas.

6.1.1. DESARROLLO DE LAS EXPLORACIONES

Las exploraciones se realizaron mecánicamente con el uso de un retrocargador, con este se excavó en el sub-suelo hasta alcanzar las profundidades definidas para cada exploración, esto es 1.00 metros en las zonas de vía y 3.00 metros en la zona destinada para la construcción del pontón, adicionalmente se realizó el debido proceso toma de perfil estratigráfico, en el cual se identifican estratos y miden espesores mientras se toman las muestras, estas son empacadas, nombradas y dispuestas para ser transportadas hasta el laboratorio.

6.1.2. SITIOS DE ESTUDIO

6.1.2.1. APIQUE 1

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se halló un estrato, este se presentó desde 0.00 hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico, con valor de CBR 4.83%.



Imagen 9. Apique 1 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.2. APIQUE 2

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 3.00 metros, a lo largo del cual se hallaron tres estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.50 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.50 y hasta 2.20 metros se halló una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico con valor de cohesión 73.98 kN/m^2 y peso unitario de 15.99 kN/m^3 , por ultimo de 2.20 hasta 3.00 metros se halló una Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico con valor de cohesión 54.86 kN/m^2 y peso unitario de 15.79 kN/m^3 .



Imagen 10. Apique 2 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.3. APIQUE 3

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 3.00 metros, a lo largo del cual se hallaron tres estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.50 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.50 y hasta 1.60 metros se halló una Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico con valor de cohesión 36.33 kN/m^2 y peso unitario de 15.99 kN/m^3 , por ultimo de 1.60 hasta 3.00 metros se halló una Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico con valor de cohesión 32.25 kN/m^2 y peso unitario de 15.85 kN/m^3 .



Imagen 11. Apique 3 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.4. APIQUE 4

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.50 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.50 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.50 y hasta 1.50 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia superior al límite plástico, con valor de CBR 2.09%.



Imagen 12. Exploración Apique 4 terminada y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.5. APIQUE 5

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.50 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.50 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 3.19%.



Imagen 13. Apique 5 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.6. APIQUE 6

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.50 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.50 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 7.55%.



Imagen 14. Apique 6 terminado y medición de perfil estratigráfico.



6.1.2.7. APIQUE 7

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.40 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.40 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 5.94%.



Imagen 15. Apique 7 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.8. APIQUE 8

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.40 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.40 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 8.45%.



Imagen 16. Apique 8 terminado y medición de perfil estratigráfico.



6.1.2.9. APIQUE 9

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.30 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.30 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media alta, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 11.92%.



Imagen 17. Exploración Apique 9 terminada y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.10. APIQUE 10

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.30 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.30 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 21.82%.



Imagen 18. Apique 10 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.11. APIQUE 11

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.40 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.40 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 4.04%.



Imagen 19. Exploración Apique 11 terminada y medición de perfil estratigráfico.

6.1.2.12. APIQUE 12

Esta excavación alcanzó una profundidad máxima de 1.00 metros, a lo largo del cual se hallaron dos estratos, el más superficial correspondiente a una capa de relleno arcilloso suelto, este manto presentó un espesor de 0.30 metros (de este manto no se tomaron muestras por considerarse irrelevante para uso de ingeniería), subyacente a esta capa desde 0.30 y hasta 1.00 metros correspondiente a una Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico, con valor de CBR 4.34%.



Imagen 20. Apique 12 terminado y medición de perfil estratigráfico.

6.2. RESUMEN DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Sobre las muestras obtenidas en las exploraciones, se realizaron ensayos de laboratorio que consistieron en determinar el contenido de humedad, granulometría, características de plasticidad, y ensayos para determinar los parámetros geo-mecánicos como CBR, a continuación, se presenta el resumen de resultados de laboratorio para cada una de las muestras obtenidas de cada apique.

Los formatos de laboratorio para todos los ensayos realizados se presentan en los anexos de este informe.

APIQUE	MUESTRA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	AASHTO	IG	SUCS	PORCENTAJE GRANULOMÉTRICO			CBR (%)
										GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	
1	1	0.00 a 1.00 metros	14,58	26,54	13,33	13,22	A-6	6	CL	0,00	38,05	61,95	4,83
2	1	0.50 a 2.20 metros	13,63	29,25	14,12	15,13	A-6	8	CL	0,37	33,61	66,02	-
	2	2.20 a 3.00 metros	18,28	29,32	12,62	16,70	A-6	8	CL	0,10	34,69	65,22	-
3	1	0.50 a 1.60 metros	14,70	23,66	10,19	13,47	A-6	5	CL	0,00	44,02	55,98	-
	2	1.60 a 3.00 metros	18,83	29,59	12,70	16,90	A-6	8	CL	0,62	36,54	62,85	-
4	1	0.50 a 1.50 metros	18,57	36,00	15,14	20,86	A-6	12	CL	0,00	23,00	77,00	2,09
5	1	0.50 a 1.00 metros	11,64	29,91	12,45	17,47	A-6	9	CL	0,79	31,09	68,12	3,19
6	1	0.50 a 1.00 metros	10,47	32,90	16,22	16,68	A-6	10	CL	0,05	27,70	72,25	7,55

Tabla 8. Resumen de ensayos de Laboratorio realizados a la muestra extraídas, apiques 1 al 6.

APIQUE	MUESTRA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	AASHTO	IG	SUCS	PORCENTAJE GRANULOMÉTRICO			CBR (%)
										GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	
7	1	0.40 a 1.00 metros	11,61	34,71	13,65	21,06	A-6	11	CL	0,74	28,87	70,39	5,94
8	1	0.40 a 1.10 metros	10,39	26,21	11,10	15,11	A-6	6	CL	0,00	42,34	57,66	8,45
9	1	0.30 a 1.00 metros	16,43	40,20	18,32	21,88	A-7-6	12	CL	0,00	22,36	77,64	11,92
10	1	0.30 a 1.00 metros	9,72	29,28	12,40	16,88	A-6	9	CL	0,00	30,56	69,44	21,82
11	1	0.40 a 1.00 metros	11,64	30,98	14,67	16,32	A-6	10	CL	0,00	26,46	73,54	4,04
12	1	0.30 a 1.00 metros	9,62	23,30	10,56	12,75	A-6	5	CL	0,11	40,65	59,24	4,34

Tabla 9. Resumen de ensayos de Laboratorio realizados a la muestra extraídas, apiques 7 al 12.

7. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS SUELOS

Los materiales encontrados en la exploración son en su totalidad arcillas arenosas de baja a mediana plasticidad y presentan un alto grado de humedad natural, superior a sus límites plásticos.

A estos suelos se les practicó pruebas de límites de Atterberg, arrojando como resultado suelos con límite líquido de 23% a 40%, e índice de plasticidad de 12% a 21%, que, por tal motivo, representan un grado de potencial de expansión bajo.

Potencial de Expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de Contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy Alto	>30	>63	<10	>32	>37	>100
Alto	20 – 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 - 37	>100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 – 100
Bajo	<10	<39	>13	<20	<17	<50

Tabla 10. Potencial de Expansión del Suelo. (Fuente: NSR-10 Tabla H.9.1-1 Clasificación de suelos expansivos)

7.1. NIVEL FREÁTICO

De las exploraciones realizadas, únicamente se encontró nivel freático en los apiques 2 y 3, que corresponden a los de mayor profundidad, esta medida de presencia de agua en el subsuelo se encuentra entre 2.10 y 2.70 metros.

7.2. PAVIMENTO

El condicionamiento para el diseño de pavimento presenta ciertas características atípicas, inicialmente se deberá considerar que las vías del Cart Path quedarán inmersas en una matriz de relleno arcilloso, el cual, se ha venido extendiendo en el predio con anterioridad, cabe resaltar que, este relleno no ha sido compactado en ninguna medida más allá del paso de los vehículos de carga y la maquinaria de extendido, por lo que tiene una alta relación de vacíos que pueden ser llenados fácilmente mediante infiltración del agua lluvia, este evento puede generar ablandamiento del suelo en etapas posteriores a la pavimentación, por lo que, se plantearán medidas de seguridad en este informe que mitiguen esta eventualidad.

A considerar también que, las condiciones de carga no influyen en el diseño de la estructura de pavimento, ya que este será usado única y exclusivamente para el paso y circulación de los carros de golf, los cuales pueden oscilar en peso entre los 450 y 900 Kg según las condiciones de carga, lo cual representa un aporte mínimo casi nulo para el diseño de pavimento, tal como se especifica en el capítulo 7.2.2 ANÁLISIS DE TRANSITO.

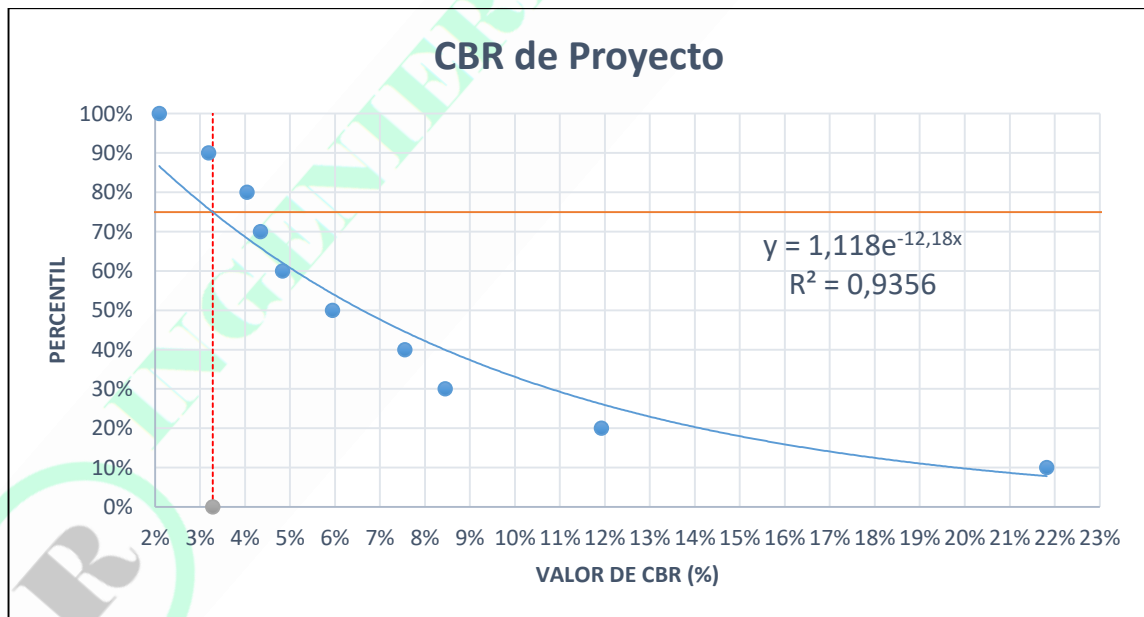
7.2.1. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CBR

Una de las variables más importantes en el diseño de pavimentos es la capacidad de soporte del terreno o subrasante, esta determina la consistencia del suelo y el estado bajo el cual se transmitirán los esfuerzos producidos por las cargas vehiculares, si bien es cierto que, esta medida es típica para el diseño de estructuras de pavimentos en vías convencionales con flujo vehicular en condiciones de alta carga y variaciones significativas en las velocidades de desplazamiento, lo mínimo recomendado será que la estructura satisfaga las condiciones de menor requerimiento de un diseño de pavimento convencional, por lo que deberá considerarse el valor de CBR de diseño, para esto se realizaron 10 pruebas puntuales dando como resultado varios valores de capacidad, de los cuales por medio del percentil 75% de confiabilidad, se obtendrá el valor mínimo con el cual se clasificará la subrasante, para posteriormente proceder al diseño de la estructura de pavimento.

Para el cálculo del CBR del proyecto se usarán los valores obtenidos del Cono Dinámico de Penetración, estos valores, como ya se mencionó anteriormente, serán usados para diseñar la estructura de las vías.

No.	CBR SUBRASANTE (%)	ORDENADAS	MAYORES O IGUALES A EL MISMO	% MAYORES O IGUALES A EL MISMO
Apique 1	4,83%	2,090%	10	100%
Apique 4	2,09%	3,190%	9	90%
Apique 5	3,19%	4,040%	8	80%
Apique 6	7,55%	4,340%	7	70%
Apique 7	5,94%	4,830%	6	60%
Apique 8	8,45%	5,940%	5	50%
Apique 9	11,92%	7,550%	4	40%
Apique 10	21,82%	8,450%	3	30%
Apique 11	4,04%	11,920%	2	20%
Apique 12	4,34%	21,820%	1	10%

Tabla 11. Estimación del CBR del proyecto



Grafica 1. CBR del Proyecto

Con un percentil del 75%, se obtiene un CBR de diseño de 3.28%.

7.2.2. ANÁLISIS DE TRANSITO

En la práctica de un diseño de pavimento, se contempla como variable de diseño el tránsito aplicable sobre las vías a pavimentar, llevando a un mismo valor modelo de diseño conocido más comúnmente como el número de ejes acumulables equivalentes a 8.2 toneladas, que para este proyecto no puede ser aplicado, por lo que, se considera realizar el ajuste de equivalencia de los carros de golf a un eje de 8.2 toneladas, esto con el fin de verificar la influencia del paso repetido de los vehículos sobre la acumulación de fatiga de los materiales. La práctica estándar (AASHTO / ley de la cuarta potencia) considera que el daño a la estructura es proporcional a la cuarta potencia de la carga por eje. Por eso, el número de ejes equivalentes de 8.2 t generados por un vehículo se calcula como:

$$ESAL_{veh} = \sum_{i \in EJS} \left(\frac{W_i}{W_{ref}} \right)^4$$

donde:

W_i = carga por eje del carrito (en toneladas).

W_{ref} = 8.2 toneladas (el eje equivalente de referencia).

La suma es sobre todos los ejes del vehículo (normalmente 2 ejes: delantero y trasero), suponiendo que el peso total del carrito incluyendo pasajeros puede llegar hasta 900 kg esto confiere la mitad del peso en cada eje, considerando lo siguiente:

$$ESAL_{veh} = 2 \cdot \left(\frac{0.45 \text{ t}}{8.2 \text{ t}} \right)^4 = 1.814 \times 10^{-5}$$

Al considerar una vida útil del pavimento de 20 años y un mínimo de pasadas de 100 carros por día, se obtiene como resultado.

$$ESAL_{total} = 1.814 \times 10^{-5} \times 100 \times 365 \times 20 = 13.3 \text{ ESALS}$$

7.3. OBRAS DE PROTECCIÓN

Las medidas constructivas del campo de golf hasta el momento, han consistido en el vertimiento y conformación de espacios a partir del modelado con maquinaria, esto no incluye la compactación de material por capas, dejando el relleno depositado con una alta relación de vacíos, que serán estabilizados muchos tiempo después de la terminación del proyecto, estos vacíos internos normalmente son eliminados mediante la compactación y densificación del material, con el propósito de minimizar riesgos de asentamientos descontrolados, lo cuales suelen presentarse durante periodos de lluvias donde se humedece el material de conformación, ablandándose y cediendo por el peso propio.

Con el fin de evitar posibles afectaciones sobre la estructura de pavimento, se llevan a cabo las siguientes recomendaciones de obras de protección:

- Se recomienda que las actividades de pavimentación inicien posteriormente a la instalación de gramilla, esto minimizará las áreas de influencia en el ingreso de agua al subsuelo.
- Se recomienda la protección de los taludes adjuntos a canales naturales mediante el uso de empedrados, hexápodos, gaviones revestidos o incluso capas vegetales de raíces profundas, esto minimizará la socavación o erosión excesiva sobre la banca que sostiene la vía evitando desplazamientos laterales de la misma.
- Construcción de filtros laterales, estos se recomiendan ya que la morfología del terreno posiciona a las vías del Cart Path rodeando por la zona baja los montículos conformados para el campo de golf, lo que puede generar escorrentía sobre los mismos y encharcamiento permanente.
- Diseño geométrico del circuito de Cart Path, esta recomendación será de completa obligatoriedad, ya que la geometría final deberá satisfacer necesidades en cuanto a pendientes de funcionamiento y de eliminación de escorrentías, deberá contar con la identificación de las zonas de vertimiento o drenaje, además de funciones operativas como zonas de parqueo y demás requerimientos necesarios para su correcta función.

7.4. PONTÓN O PASO ELEVADO SOBRE EL CANAL

En la línea de tiro 1 se posiciona una sección de paso elevado sobre el canal natural, esta posee una longitud aproximada de 9.00 metros, la cual requiere comunicación entre ambos costados, para lo cual se proyecta la construcción de un pontón, tal como se ilustra en la siguiente imagen.

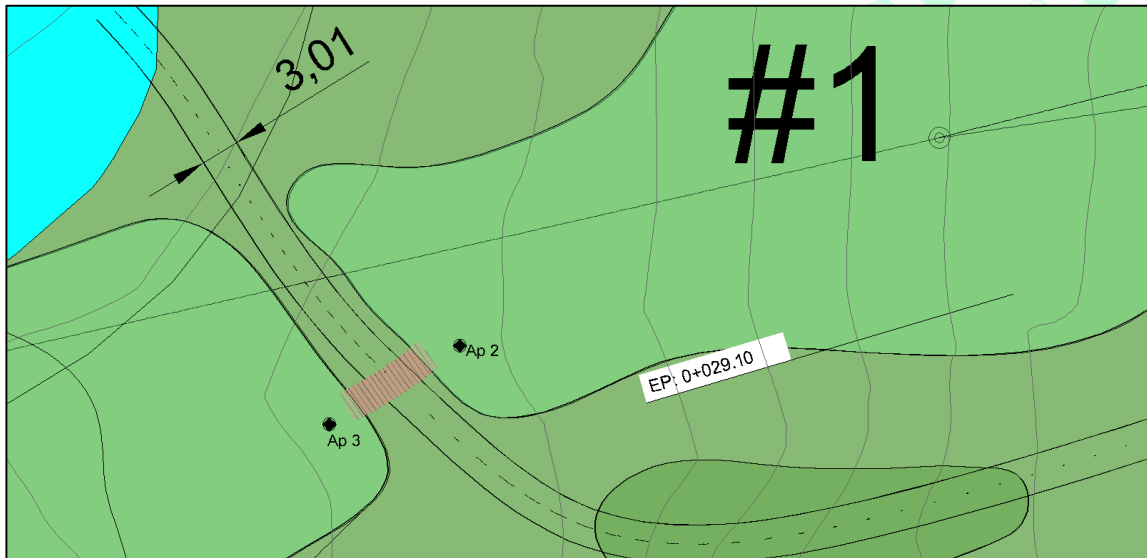


Imagen 21. Ilustración zona de paso elevado.

7.4.1. TIPOLOGÍA DE LA CIMENTACION

Dado el tipo de estructura a construir por su naturaleza, la caracterización geomecánica del suelo de fundación y las consideraciones básicas de estabilidad, se considera como estructura de cimentación zapatas rectangulares en cada extremo del pontón, estas zapatas se recomiendan de 2.00 metros por 1.00 metros de lado, además, las vigas del pontón serán cuadradas de 0.30 metros de lado.

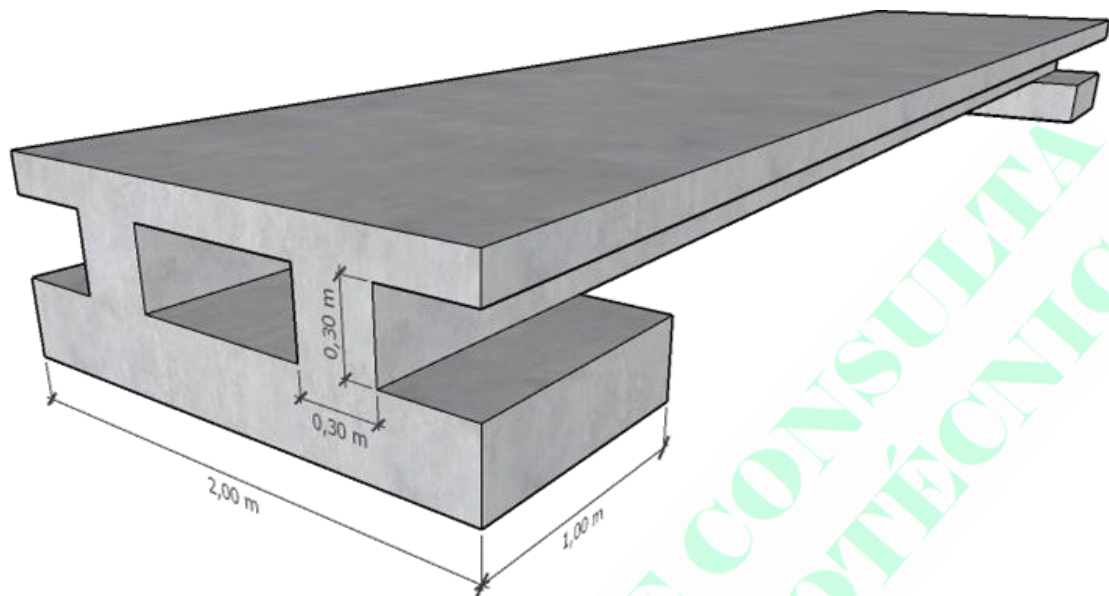


Imagen 22. Modelo de cimentación para Pontón.

7.4.2. PROFUNDIDAD DE APOYO

Dadas las consideraciones del tipo del suelo presente en la zona de construcción, el perfil topográfico y el diseño hidráulico de la estructura, se establece que la cimentación recomendada en el capítulo 7.4.1 TIPOLOGÍA DE LA CIMENTACION se debe desplantar a una profundidad de 0.60 metros.

Una vez alcanza dicha profundidad, se deberá vaciar una capa de 0.05 metros de concreto pobre o solado, de una resistencia mínima a la compresión de $f'c=17.5$ Mpa.

7.4.3. PRESIONES ADMISIBLES ($q_a \text{ kN/m}^3$)

La capacidad de soporte por carga del suelo para la cimentación de la estructura, fue calculada utilizando el método de resistencia última (Terzaghi). En el Anexo de este informe se muestran los parámetros de diseño que se tuvieron en cuenta para el análisis, así como los resultados obtenidos, se recomienda utilizar los siguientes valores de presión admisible.

$$\text{Capacidad Admisible } (q_a) = 84.32 \frac{kN}{m^2} \text{ o } 0.86 Kg/cm^2$$

7.4.4. ASENTAMIENTOS CALCULADOS

7.4.4.1. ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS δ_e (m):

Se presenta los asentamientos elásticos aproximados calculados, estos están en función de la carga aplicable sobre la zapata y las dimensiones de cada una de ellas, con el fin de establecer si el asentamiento diferencial se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma NSR-10, se presenta el asentamiento diferencial máximo permitido en función de la separación entre columnas.

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{maximo permitido según NSR - 10}} \quad \Delta_{\delta} \text{ permitido} &= 0,0267 \text{ m} \\ \Delta_{\text{maximo posiblemente presente en la cimentación}} \quad \Delta_{\delta e} &= 0,0019 \text{ m} \\ \delta \text{ permitido} &> \delta e \quad \text{Cumple.} \end{aligned}$$

7.4.4.2. ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN δ_c (m):

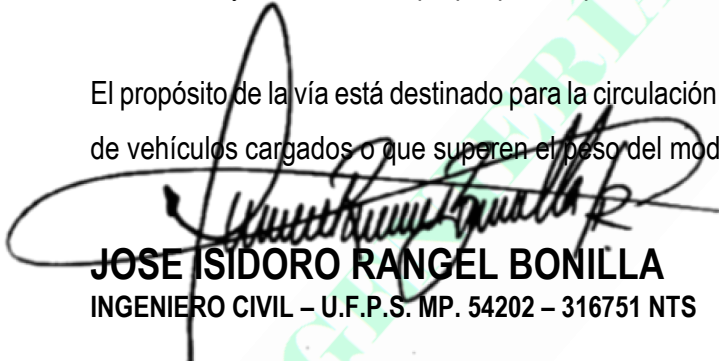
Para que se presente es tipo de asentamientos, se debe considerar que, el suelo de fundación de la estructura de cimentación debe estar saturado y que los esfuerzos aplicados deben ser lo suficientemente grandes como para inducir la consolidación del material, condiciones que no se presentan en este proyecto, ya que el nivel freático existente se encuentra una profundidad de 2.10 metros, mientras que la cimentación se desplanta a un máximo de 0.60 metros, además que, los esfuerzos aplicados por la estructura de disipan en la primera franja estratigráfica no alcanzando a propagarse hasta el estrato saturado, motivo por el que se desestiman este tipo de asentamiento.

8. CONCLUSIONES

Aunque la estructura de pavimento representa una mínima aportación de esfuerzos a la subrasante, para el diseño de pavimento se debe considerar medidas que garanticen la estabilidad de la vía, teniendo en cuenta que, el suelo presente en la zona no se encuentra compactado a los estándares mínimos de densidad, que el material que se está usando es de naturaleza arcillosa, que el suelo presenta una alta relación de vacíos y que además es propenso a pérdida de consistencia por el aumento de humedad.

El suelo presente en la zona donde se proyecta la pavimentación no representa riesgos por expansividad, pero si es propenso a deformaciones a causa del aumento de la humedad natural, esto quiere decir que, ante un evento de infiltración prolongada de agua al subsuelo, este puede deformarse y ceder ante su propio peso o por acción externa.

El propósito de la vía está destinado para la circulación de carros de golf, no apto para movilización de vehículos cargados o que superen el peso del modelo de referencia.



JOSE ISIDORO RANGEL BONILLA
INGENIERO CIVIL – U.F.P.S. MP. 54202 – 316751 NTS

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo las obras de protección.

Se recomienda incluir dentro del diseño de pavimento estructuras de confinamiento como bordillos, no considerar confinamiento con material natural.

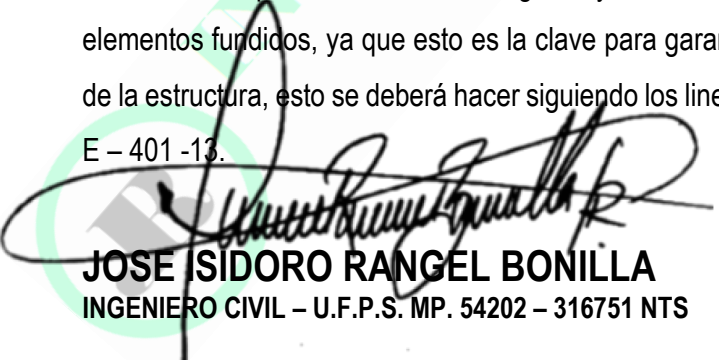
Las dimensiones de cimentación para el pontón están sujetas a modificaciones dependiendo del diseño estructural, es decir, el ingeniero responsable del diseño estructural podrá y deberá ajustar las dimensiones de la cimentación hasta una medida tal que la capacidad portante sea superior a los esfuerzos netos de contacto y los asentamientos elásticos se encuentren dentro de los rangos permitidos.

Todos los rellenos que se apliquen en el proyecto, deberán ser debidamente compactados, según especificaciones constructivas o a un mínimo del 95% de la densidad máxima del proctor, este valor deberá ser verificado por medio de densidades de campo regularmente y por cada capa, el espesor de las capas no deberá superar 0.15 metros.

Se podrá usar el material natural como relleno de nivelación en la excavación del pontón.

Es de vital importancia llevar un registro y control de toma de muestras de concreto de los elementos fundidos, ya que esto es la clave para garantizar la resistencia del concreto y a su vez de la estructura, esto se deberá hacer siguiendo los lineamientos planteados en el documento INV.

E – 401 -13.



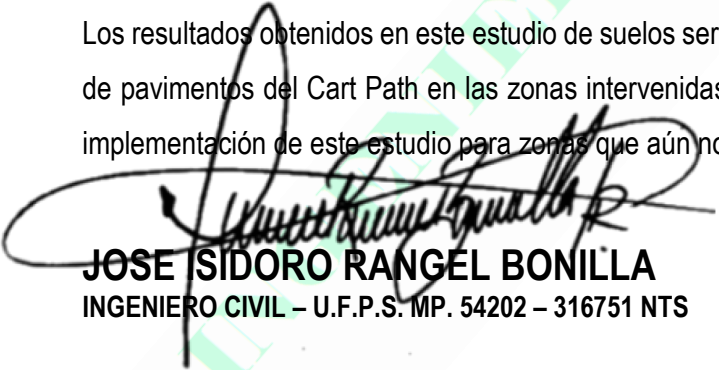
JOSE ISIDORO RANGEL BONILLA
INGENIERO CIVIL – U.F.P.S. MP. 54202 – 316751 NTS

10. LIMITACIONES

Los términos de este informe se fundamentan en las informaciones obtenidas durante la ejecución de los trabajos de campo. Sin embargo, es de frecuente ocurrencia en estudios de este tipo, encontrar durante la etapa de construcción, variaciones locales o circunstancias no previstas que hagan necesaria la adopción de decisiones alternas. Por lo tanto, si se presentaren condiciones diferentes a las acá planteadas como típicas, o si el proyecto sufre variaciones, deberá darse aviso al consultor para introducir las modificaciones o adiciones a que haya lugar.

Las conclusiones y recomendaciones presentadas en este informe corresponden a las condiciones de los suelos, según los resultados de ensayos de laboratorio, como es común en este tipo de proyectos, se presenta un tiempo importante entre la etapa de estudios y la construcción; por lo tanto, se debe prever el seguimiento y ajustes geotécnicos al proyecto durante la etapa de construcción.

Los resultados obtenidos en este estudio de suelos servirán única y exclusivamente para el diseño de pavimentos del Cart Path en las zonas intervenidas con apiques, es decir, no se promueve la implementación de este estudio para zonas que aún no han sido intervenidas.



JOSE ISIDORO RANGEL BONILLA
INGENIERO CIVIL – U.F.P.S. MP. 54202 – 316751 NTS



ANEXO 3. CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS

RESISTENCIA ÚLTIMA DEL TERRENO; q_u (Kn/m²), *segun terzaghi (1943)*

Ecuación capacidad ultima según Terzaghi (1943)

$$q_u = 1,3 \cdot C \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot B$$

Dónde:

q_u = capacidad ultima de carga

C = cohesion del suelo

N_c = factor de correccion por cohesion (funcion del angulo interno de friccion)

q = esfuerzo medido hasta la profundidad de cimentacion

N_q = factor de correccion por esfuerzo (funcion del angulo interno de friccion)

γ = peso unitario del suelo donde se cimentará

N_γ = factor de correccion por peso unitario (funcion del angulo interno de friccion)

B = ancho de la zapata

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\Phi) \quad N_q = e^{\pi \tan \Phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\Phi}{2} \right) \quad N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1,4\Phi)$$

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS			
Peso unitario kN/m ³	16,99	N_c	5,14
Cohesión kN/m ²	36,33	N_q	1,00
profundidad Cimentación m.	0,60	N_γ	0,00
Ancho mínimo de la cimentación B (m)	2,00	q_u (kN/m ²)	252,95
Angulo de fricción °	0,00	q_a (kN/m ²)	84,32
Factor de seguridad.	3,00	q_n (kN/m ²)	73,81

PRESIONES ADMISIBLES

La presión admisible es la capacidad del suelo corregido por un factor de seguridad, el cual depende de la zona del país y de su riesgo sísmico. Se calcula de la siguiente manera:

$$q_a = \frac{q_u}{f_s}$$

ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS CALCULADOS, δ_e (cm)

H.4.9 — EFECTOS DE LOS ASENTAMIENTOS

H.4.9.1 — CLASIFICACIÓN — Se deben calcular los distintos tipos de asentamientos que se especifican a continuación:

- (a) Asentamiento máximo — Definido como el asentamiento total de mayor valor entre todos los producidos en la cimentación.
- (b) Asentamiento diferencial — Definido como la diferencia entre los valores de asentamiento correspondientes a dos partes diferentes de la estructura.
- (c) Giro — Definida como la rotación de la edificación, sobre el plano horizontal, producida por asentamientos diferenciales de la misma.

H.4.9.2 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS TOTALES — Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:

- (a) Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.
- (b) Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

H.4.9.3 — LÍMITES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES — Los asentamientos diferenciales calculados se deben limitar a los valores fijados en la tabla H.4.9-1, expresados en función de l , distancia entre apoyos o columnas de acuerdo con el tipo de construcción.

Tabla H.4.9-1
Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, l

Tipo de construcción	$\Delta_{\max}$
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{l}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{l}{160}$

Longitud mínima entre apoyos igual a 8.00 metros, lo cual permite un diferencial de asentamientos durante la construcción de 0.027 metros.

$$\delta_{\text{permitido}} = \frac{\text{longitud entre columnas}}{300} = \frac{8.00 \text{ metros}}{300} = 0.027 \text{ metros}$$

Ecuación general para el cálculo de asentamientos

$$S_e = q B \frac{(1 - \mu^2)}{E} C_s$$

Dónde:

δ_e = asentamiento elástico inmediato calculado

q = Q / (B*L) carga en KN dividida por el área de la zapata

B = base de la zapata

μ = relación de poisson

E = módulo de elasticidad del suelo

Cs = factor de corrección por forma y profundidad.

Q=	147.62 – 138.79	kN
B=	2.00	Metros
L=	1.00	Metros
E=	5 – 5	MPa
U=	0,20	
Cs=	1.12	

Cs escogido de Essential of Soil Mechanics and Foundation. 5 Ed. McCarthy, 1998. Tabla 10-4. Cimiento rígido, rectangular L/B=2.

E obtenido de Essential of Soil Mechanics and Foundation. 5 Ed. McCarthy, 1998. Cuadro 10. Valores Típicos del Módulo de elasticidad (E) para diferentes tipos de suelos, Arcilla blanda.

μ obtenido de Essential of Soil Mechanics and Foundation. 5 Ed. McCarthy, 1998. Cuadro 11. Valores Típicos de la relación de poisson (μ) para diferentes tipos de suelos, Arcilla no saturada.

Parámetros sísmicos

A_a = Obtenido de NSR – 10 titulo A capítulo 2 Figura A.2.3 – 2

A_v = Obtenido de NSR – 10 titulo A capítulo 2 Figura A.2.3 – 3

F_a = Obtenido de NSR – 10 titulo A capítulo 2 Figura A.2.4 – 1 **tipo de perfil E**

F_v = Obtenido de NSR – 10 titulo A capítulo 2 Figura A.2.4 – 2 **tipo de perfil E**

ANEXO 4. HOJA DE CALCULO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

LISTA DE ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS.

- Ensayo de Granulometría y Clasificación.
- Ensayo de límites de consistencia o de Atterberg.
- Ensayo de Humedad Natural.
- Presión Inconfinada.
- Ensayo de CBR de campo.

PONTÓN

INFORMACIÓN DE CAMPO						
ESTRATO 1	ESPESOR m	γ SECO kN/m ³	MODULO ELÁSTICO MPa	POISSON μ	COHESIÓN kPa	ANGULO ϕ°
	1,60	16,99	5,00	0,20	36,33	
ESTRATO 2	ESPESOR m	γ SECO kN/m ³	MODULO ELÁSTICO MPa	POISSON μ	COHESIÓN kPa	ANGULO ϕ°
	1,50	15,85	5,00	0,40	35,25	
ESTRATO 3	ESPESOR m	γ SECO kN/m ³	MODULO ELÁSTICO MPa	POISSON μ	COHESIÓN kPa	ANGULO ϕ°
ESTRATO 4	ESPESOR m	γ SECO kN/m ³	MODULO ELÁSTICO MPa	POISSON μ	COHESIÓN kPa	ANGULO ϕ°
ESTRATO 5	ESPESOR m	γ SECO kN/m ³	MODULO ELÁSTICO MPa	POISSON μ	COHESIÓN kPa	ANGULO ϕ°

SUELO DE CIMENTACIÓN	ESTRATO 1	1,00	TIPO DE CONSTRUCCION EDIFICACIONES CON PORTICOS EN CONCRETO, SIN ACABADOS SUCEPTIBLES DE DAÑARSE CON ASENTAMIENTOS MENORES
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	0,60		
FACTOR DE SEGURIDAD	3,00	1,00	
TIPO DE CIMENTACIÓN	RECTANGULAR		
LADOS DE LA ZAPATA	2,00		
MAX CARGA DE SERVICIO kN	147,62		
MIN CARGA DE SERVICIO kN	138,79		
SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE EJES	8,00		

PESO UNITARIO kN/m ³	16,99
COHESIÓN kN/m ²	36,33
ANGULO DE FRICCIÓN (°)	0,00
MODULO ELÁSTICO E (Mpa)	5,00
RADIO DE POISSON (μ)	0,20
FACTOR DE CORRECCIÓN POR FORMA DE LA ZAPATA C_s	1,12

CAPACIDAD ULTIMA DE CARGA kN/m ²	252,95	2,58 Kg/cm2
CAPACIDAD PORTANTE kN/m ²	84,32	0,86 Kg/cm2
ESFUERZO DE CONTACTO kN/m ²	73,81	0,75 Kg/cm2
CAPACIDAD PORTANTE SUFICIENTE		

ASENTAMIENTO MÍNIMO POSIBLE PRESENTE EN LA ZAPATA (δ m)	0,0298458
ASENTAMIENTO MÁXIMO POSIBLE PRESENTE EN LA ZAPATA (δ m)	0,0317444
DIFERENCIAL DE ASENTAMIENTOS ENTRE ZAPATAS (δ m)	0,0018986
ASENTAMIENTO MÁXIMO PERMITIDO POR LA NSR-10	0,0266667
LOS ASENTAMIENTOS SE ENCUENTRAN EN UN RANGO SEGURO	

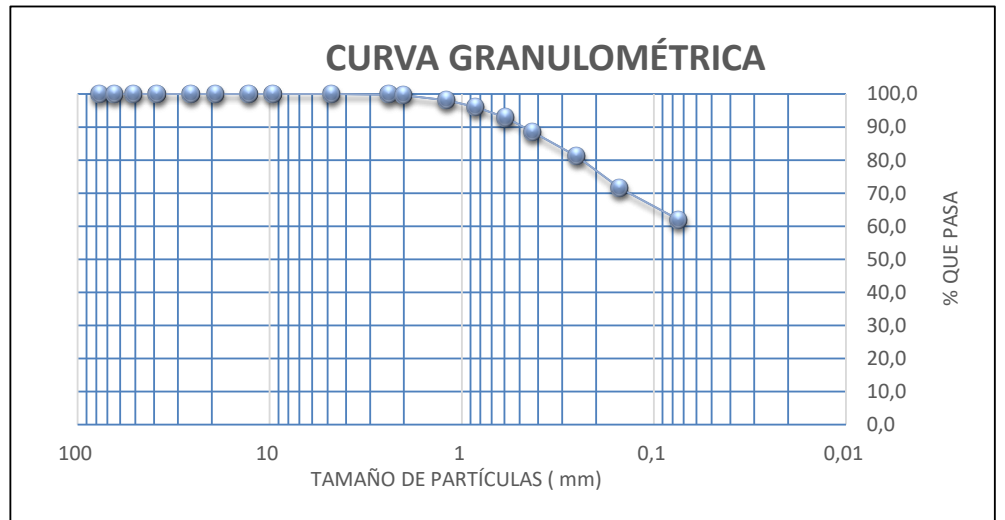
$$S_e = q B \frac{(1 - \mu^2)}{E} C_s$$

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS			
Peso unitario kN/m ³	16,99	Nc	5,14
Cohesión kN/m ²	36,33	Nq	1,00
profundidad Cimentación m.	0,60	N _y	0,00
Ancho mínimo de la cimentación B (m)	2,00	q _u (kN/m ²)	252,95
Angulo de fricción °	0,00	q _a (kN/m ²)	84,32
Factor de seguridad.	3,00	q _n (kN/m ²)	73,81

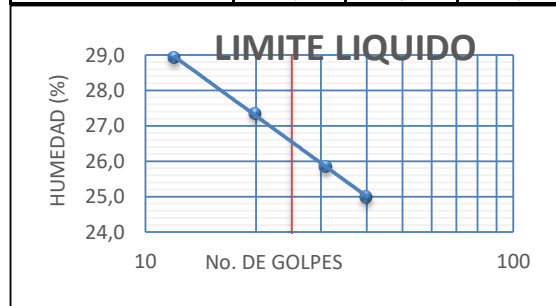
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
--	---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362514.52N 847751.63E		
APIQUE:	1	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.00 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		114,14
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	0,52	0,17	0,17	99,83
No.10	2,00	0,65	0,22	0,39	99,61
No. 16	1,19	4,71	1,57	1,96	98,04
No. 20	0,841	6,19	2,06	4,02	95,98
No. 30	0,59	9,38	3,13	7,15	92,85
No. 40	0,425	13,13	4,38	11,53	88,47
No. 60	0,25	22,24	7,41	18,94	81,06
No. 100	0,15	28,54	9,51	28,45	71,55
No. 200	0,074	28,78	9,59	38,05	61,95
FONDO		185,86	61,95	100,00	0,00



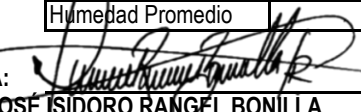
Numero de Golpes	40	31	20	12	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	43	62	153	154	155	156	163
peso húmedo (gr.)	32,24	35,02	35,20	36,65	11,97	11,41	12,72
Peso seco (gr.)	26,85	28,91	28,79	29,65	11,19	10,71	11,96
Peso tara (gr.)	5,27	5,26	5,35	5,44	5,27	5,42	6,36
Humedad	24,98	25,84	27,35	28,91	13,18	13,23	13,57



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	6
ARENA	38,05	D60(mm)	-
FINOS	61,95	D30(mm)	-
L.L.	26,54	D10(mm)	-
L.P.	13,33	Cu	-
I.P.	13,22	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	92	14	164
peso húmedo (gr.)	171,85	159,89	177,90
Peso seco (gr.)	159,13	148,55	164,54
Peso tara (gr.)	73,41	70,93	71,13
Humedad	14,84	14,61	14,30
Humedad Promedio	14,58		

OBSERVACIONES:	

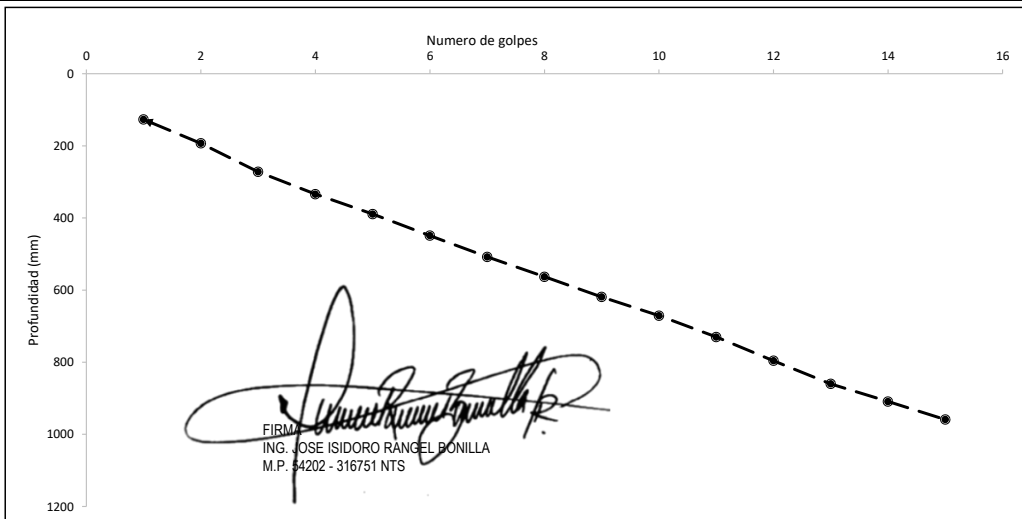
FIRMA: 
ING. JOSÉ ISIDORO RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

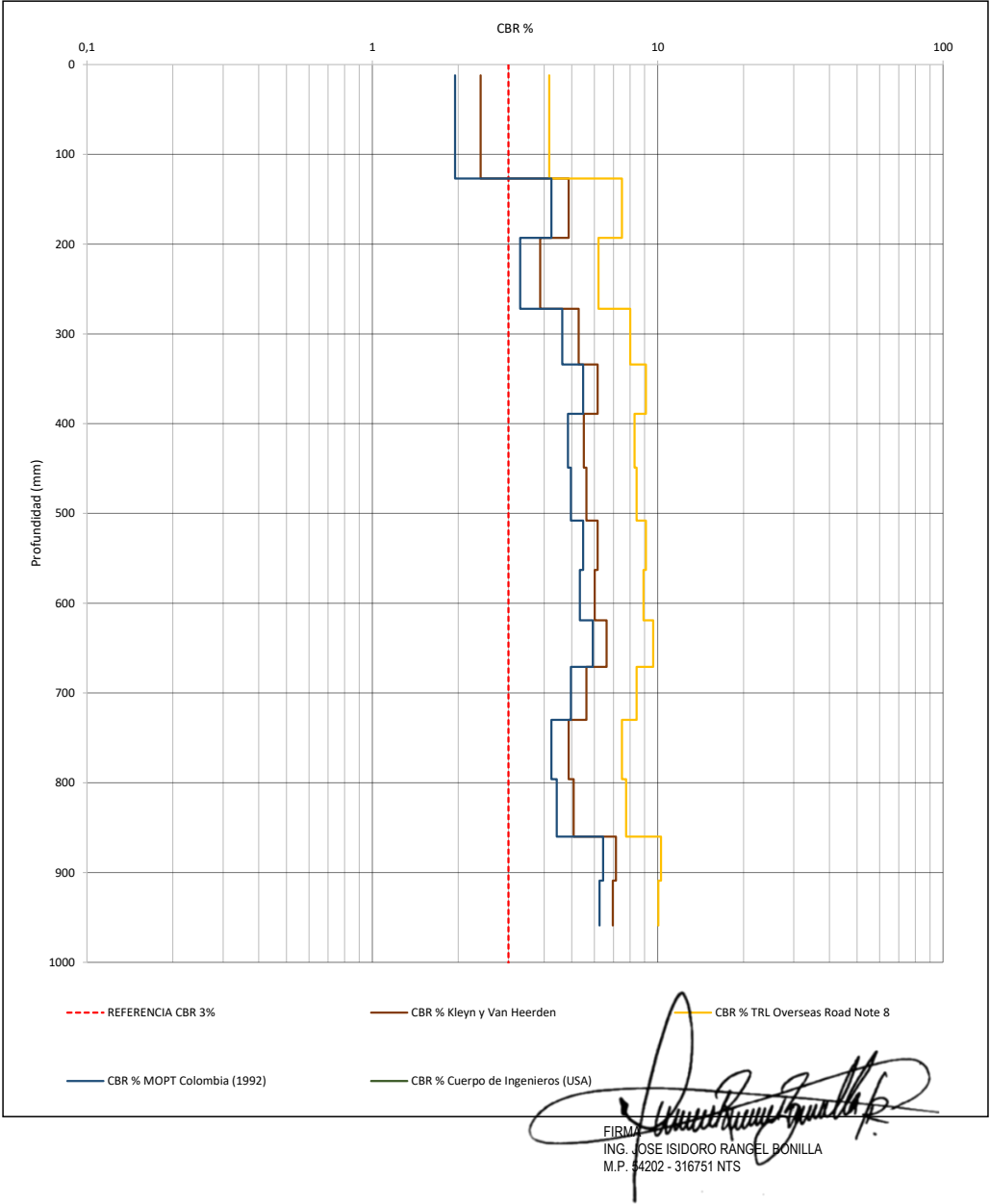
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362514.52N 847751.63E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 1 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	12	VALOR DE CBR %:	4,83
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

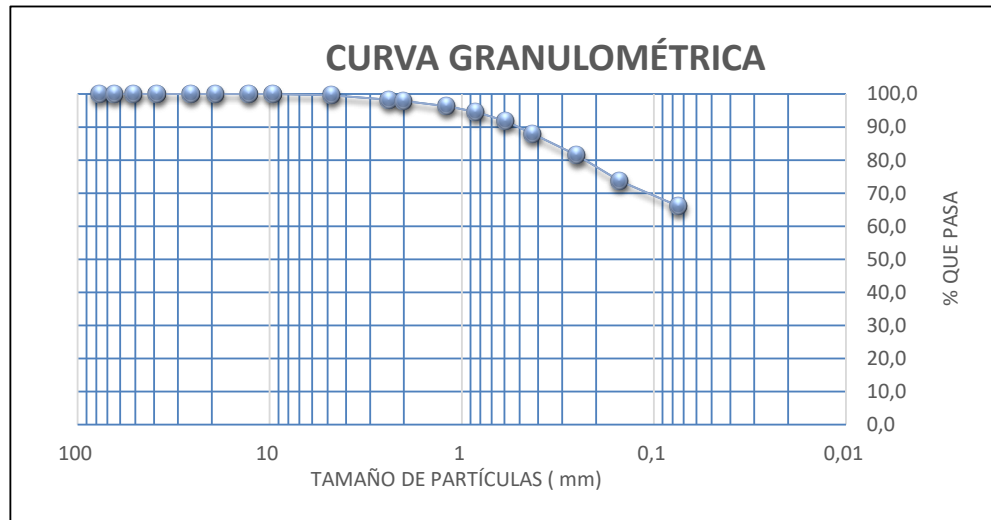
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362514.52N 847751.63E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 1 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia superior al límite plástico.		



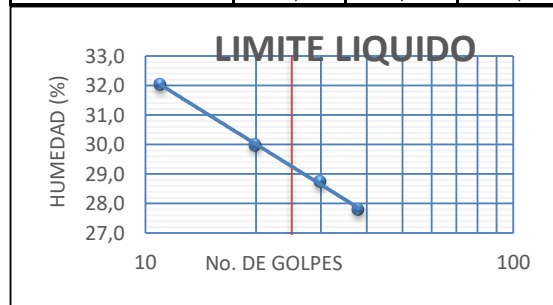
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
--	---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362464.91N 847528.70E		
APIQUE:	2	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 2.20 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		101,95
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	1,11	0,37	0,37	99,63
No. 8	2,38	4,03	1,34	1,71	98,29
No.10	2,00	1,25	0,42	2,13	97,87
No. 16	1,19	4,68	1,56	3,69	96,31
No. 20	0,841	5,24	1,75	5,44	94,56
No. 30	0,59	8,43	2,81	8,25	91,75
No. 40	0,425	11,57	3,86	12,10	87,90
No. 60	0,25	19,45	6,48	18,59	81,41
No. 100	0,15	23,11	7,70	26,29	73,71
No. 200	0,074	23,08	7,69	33,98	66,02
FONDO		198,05	66,02	100,00	0,00



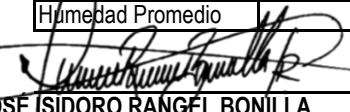
Numero de Golpes	38	30	20	11	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	30	31	38	46	91	162	167
peso húmedo (gr.)	32,20	32,85	31,22	32,74	13,17	12,68	11,95
Peso seco (gr.)	26,35	26,66	25,24	26,08	12,32	11,77	11,10
Peso tara (gr.)	5,30	5,11	5,29	5,28	6,25	5,38	5,08
Humedad	27,79	28,72	29,97	32,02	14,00	14,24	14,12



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,37	I.G.	8
ARENA	33,61	D60(mm)	-
FINOS	66,02	D30(mm)	-
L.L.	29,25	D10(mm)	-
L.P.	14,12	Cu	-
I.P.	15,13	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	60	138	173
peso húmedo (gr.)	177,13	160,02	173,21
Peso seco (gr.)	164,94	149,84	161,27
Peso tara (gr.)	75,83	75,67	72,78
Humedad	13,68	13,73	13,49
Humedad Promedio	13,63		

OBSERVACIONES:	

FIRMA: 
ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

**COMPRESIÓN INCONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELO**

**I.N.V. E - 152 - 13
ASTM D-2166**

Pagina 1 de 1

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362464.91N 847528.70E		
APIQUE:	2	MUESTRA No.:	1
DESCRIPCIÓN:	Profundidad: 0.50 a 2.20 metros Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

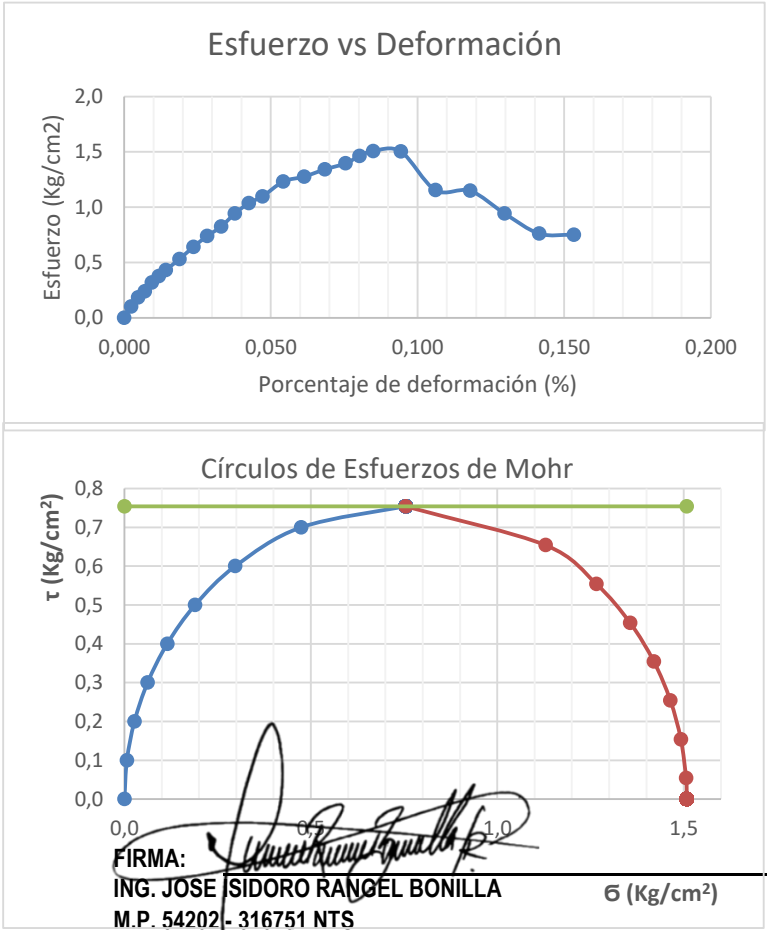
Área de contacto	20,27 cm ²
Altura de la probeta	10,77 cm
Peso de la probeta	404,70 gr
Peso Unitario Húmedo	1,85 gr/cm ³

Peso de la probeta húmeda (gr.)	404,70
Peso de la probeta seca (gr.)	355,80
peso del recipiente (gr.)	0,00
humedad (%)	13,74%

Constante maquina	0,32 Kg
Cohesión del suelo	0,75 Kg/cm ²
Peso Unitario Seco	1,63 gr/cm ³
Condición del ensayo	Inalterado %Wn.

DEF (0,001 mm)	CARGA (0,001 mm)	CARGA AXIAL (Kg)	ÁREA CORREGIDA (Cm2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm2)
0	0	0,00	20,268	0,0000	0	0,00000
10	7	2,10	20,316	0,0024	0,24	0,10348
20	12	3,74	20,364	0,0047	0,47	0,18354
30	15	4,91	20,413	0,0071	0,71	0,24032
40	20	6,54	20,461	0,0094	0,94	0,31967
50	24	7,71	20,510	0,0118	1,18	0,37585
60	28	8,88	20,559	0,0142	1,42	0,43177
80	34	10,98	20,658	0,0189	1,89	0,53147
100	42	13,32	20,758	0,0236	2,36	0,64145
120	48	15,42	20,859	0,0283	2,83	0,73915
140	54	17,29	20,960	0,0330	3,30	0,82472
160	62	19,86	21,063	0,0377	3,77	0,94269
180	69	21,96	21,167	0,0425	4,25	1,03739
200	73	23,36	21,272	0,0472	4,72	1,09817
230	82	26,40	21,431	0,0542	5,42	1,23172
260	86	27,56	21,592	0,0613	6,13	1,27660
290	91	29,20	21,756	0,0684	6,84	1,34214
320	96	30,60	21,923	0,0755	7,55	1,39588
340	101	32,24	22,035	0,0802	8,02	1,46296
360	104	33,40	22,149	0,0849	8,49	1,50819
400	105	33,64	22,380	0,0943	9,43	1,50308
450	82	26,16	22,675	0,1061	10,61	1,15384
500	82	26,40	22,978	0,1179	11,79	1,14879
550	69	21,96	23,289	0,1297	12,97	0,94285
600	56	17,99	23,609	0,1415	14,15	0,76187
650	56	17,99	23,938	0,1533	15,33	0,75141

jueves, 16 de octubre de 2025



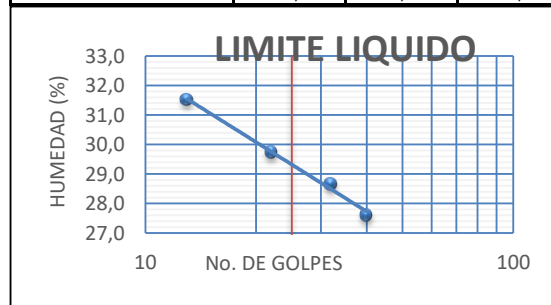
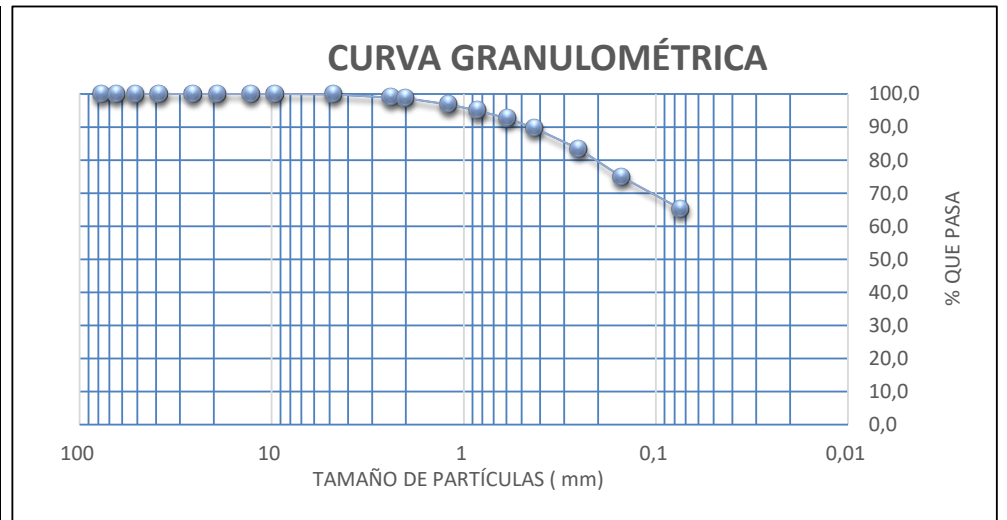
**DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO
DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR
TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13**

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE
LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13**

PROYECTO: CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ
LOCALIZACIÓN: SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362464.91N 847528.70E
APIQUE: 2 MUESTRA: 2 PROFUNDIDAD: 2.20 a 3.00 metros
DESCRIPCIÓN: Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		104,35
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,29	0,10	0,10	99,90
No. 8	2,38	2,99	1,00	1,09	98,91
No.10	2,00	0,63	0,21	1,30	98,70
No. 16	1,19	5,59	1,86	3,17	96,83
No. 20	0,841	5,76	1,92	5,09	94,91
No. 30	0,59	6,94	2,31	7,40	92,60
No. 40	0,425	9,04	3,01	10,41	89,59
No. 60	0,25	18,79	6,26	16,68	83,32
No. 100	0,15	25,51	8,50	25,18	74,82
No. 200	0,074	28,81	9,60	34,78	65,22
FONDO		195,65	65,22	100,00	0,00



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,10	I.G.	8
ARENA	34,69	D60(mm)	-
FINOS	65,22	D30(mm)	-
L.L.	29,32	D10(mm)	-
L.P.	12,62	Cu	-
I.P.	16,70	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	38	90	82
peso húmedo (gr.)	198,59	214,44	188,85
Peso seco (gr.)	179,18	192,95	171,30
Peso tara (gr.)	72,07	75,04	76,36
Humedad	18,12	18,23	18,49
Humedad Promedio	18,28		

OBSERVACIONES:

Nivel freatico a 2.70 metros

FIRMA:
ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

**COMPRESIÓN INCONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELO**

**I.N.V. E - 152 - 13
ASTM D-2166**

Pagina 1 de 1

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ				
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362464.91N 847528.70E				
APIQUE:	2	MUESTRA No.:	2	PROFUNDIDAD:	2.20 a 3.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.				

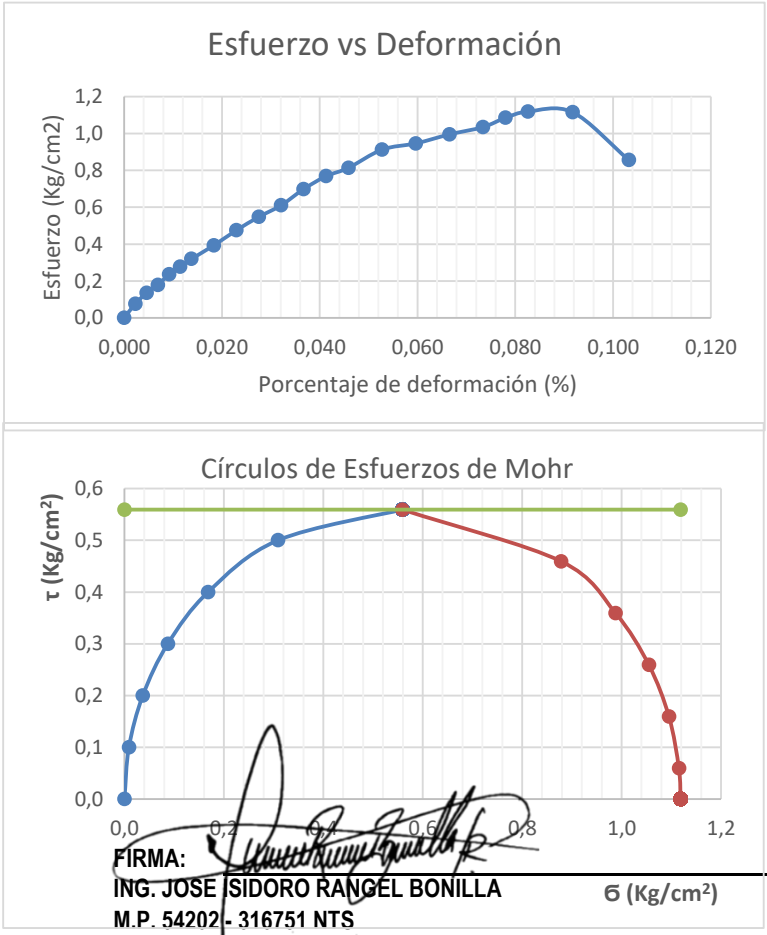
Área de contacto	20,27 cm ²
Altura de la probeta	11,07 cm
Peso de la probeta	427,97 gr
Peso Unitario Húmedo	1,91 gr/cm ³

Peso de la probeta húmeda (gr.)	427,97
Peso de la probeta seca (gr.)	361,38
peso del recipiente (gr.)	0,00
humedad (%)	18,43%

Constante maquina	0,32	Kg
Cohesión del suelo	0,56	Kg/cm ²
Peso Unitario Seco	1,61	gr/cm ³
Condición del ensayo	Inalterado %Wn.	

DEF (0,001 mm)	CARGA (0,001 mm)	CARGA AXIAL (Kg)	ÁREA CORREGIDA (Cm2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm2)
0	0	0,00	20,268	0,0000	0	0,00000
10	5	1,56	20,315	0,0023	0,23	0,07655
20	9	2,76	20,362	0,0046	0,46	0,13578
30	11	3,63	20,409	0,0069	0,69	0,17781
40	15	4,84	20,456	0,0092	0,92	0,23653
50	18	5,70	20,503	0,0115	1,15	0,27812
60	21	6,57	20,551	0,0138	1,38	0,31952
80	25	8,12	20,647	0,0183	1,83	0,39335
100	31	9,85	20,744	0,0229	2,29	0,47481
120	36	11,40	20,842	0,0275	2,75	0,54720
140	40	12,79	20,941	0,0321	3,21	0,61064
160	46	14,69	21,040	0,0367	3,67	0,69808
180	51	16,24	21,141	0,0413	4,13	0,76832
200	54	17,28	21,243	0,0459	4,59	0,81345
230	61	19,53	21,397	0,0528	5,28	0,91257
260	64	20,39	21,554	0,0596	5,96	0,94603
290	68	21,60	21,712	0,0665	6,65	0,99482
320	71	22,64	21,874	0,0734	7,34	1,03489
340	75	23,85	21,983	0,0780	7,80	1,08479
360	77	24,71	22,092	0,0826	8,26	1,11850
400	78	24,88	22,316	0,0917	9,17	1,11506
450	60	19,35	22,601	0,1032	10,32	0,85632

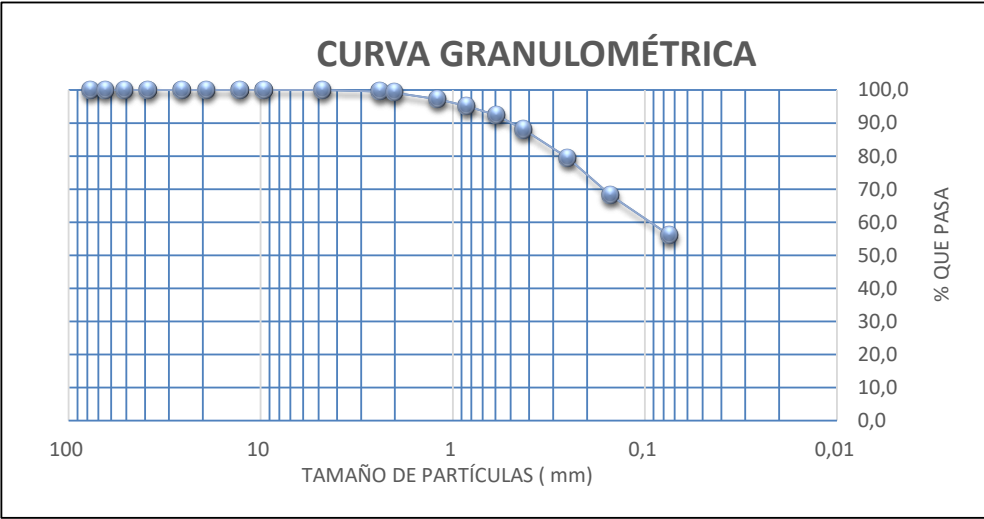
jueves, 16 de octubre de 2025



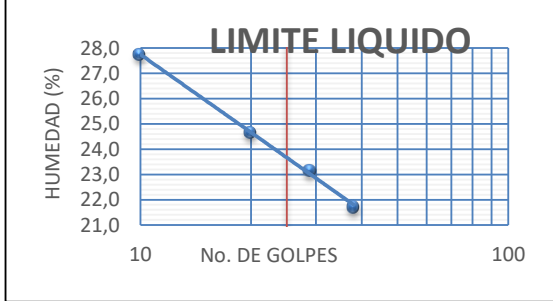
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
---	--	--

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362458.72N 847518.43E		
APIQUE:	3	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 1.60 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		132,07
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	1,44	0,48	0,48	99,52
No.10	2,00	1,09	0,36	0,84	99,16
No. 16	1,19	6,00	2,00	2,84	97,16
No. 20	0,841	6,11	2,04	4,88	95,12
No. 30	0,59	8,47	2,82	7,70	92,30
No. 40	0,425	13,02	4,34	12,04	87,96
No. 60	0,25	25,76	8,59	20,63	79,37
No. 100	0,15	33,78	11,26	31,89	68,11
No. 200	0,074	36,40	12,13	44,02	55,98
FONDO		167,93	55,98	100,00	0,00



No. 30	0,59	8,47	2,82	7,70	92,30	Numero de Golpes	38	29	20	10	Limites de Consistencia		
No. 40	0,425	13,02	4,34	12,04	87,96	Numero de la tara	135	137	138	166	175	178	188
No. 60	0,25	25,76	8,59	20,63	79,37	peso húmedo (gr.)	30,42	32,84	33,83	32,98	14,06	13,04	12,59
No. 100	0,15	33,78	11,26	31,89	68,11	Peso seco (gr.)	25,90	27,85	28,41	26,92	13,33	12,32	11,89
No. 200	0,074	36,40	12,13	44,02	55,98	Peso tara (gr.)	5,07	6,28	6,42	5,06	6,22	5,21	5,01
FONDO		167,93	55,98	100,00	0,00	Humedad	21,70	23,13	24,65	27,72	10,27	10,13	10,17



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	5
ARENA	44,02	D60(mm)	-
FINOS	55,98	D30(mm)	-
L.L.	23,66	D10(mm)	-
L.P.	10,19	Cu	-
I.P.	13,47	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	96	52	28
peso húmedo (gr.)	188,04	168,31	177,34
Peso seco (gr.)	172,99	155,91	164,45
Peso tara (gr.)	71,24	71,06	76,81
Humedad	14,79	14,61	14,71
Humedad Promedio	14,70		

OBSERVACIONES:

FIRMA:

ING. JOSÉ ISIDORO RANGEL BONILLA

M.P. 54202 - 316751 NTS

jueves, 16 de octubre de 2025

COMPRESIÓN INCONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELO

I.N.V. E - 152 - 13
ASTM D-2166

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362458.72N 847518.43E		
APIQUE:	3	MUESTRA No.:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 1.60 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.		

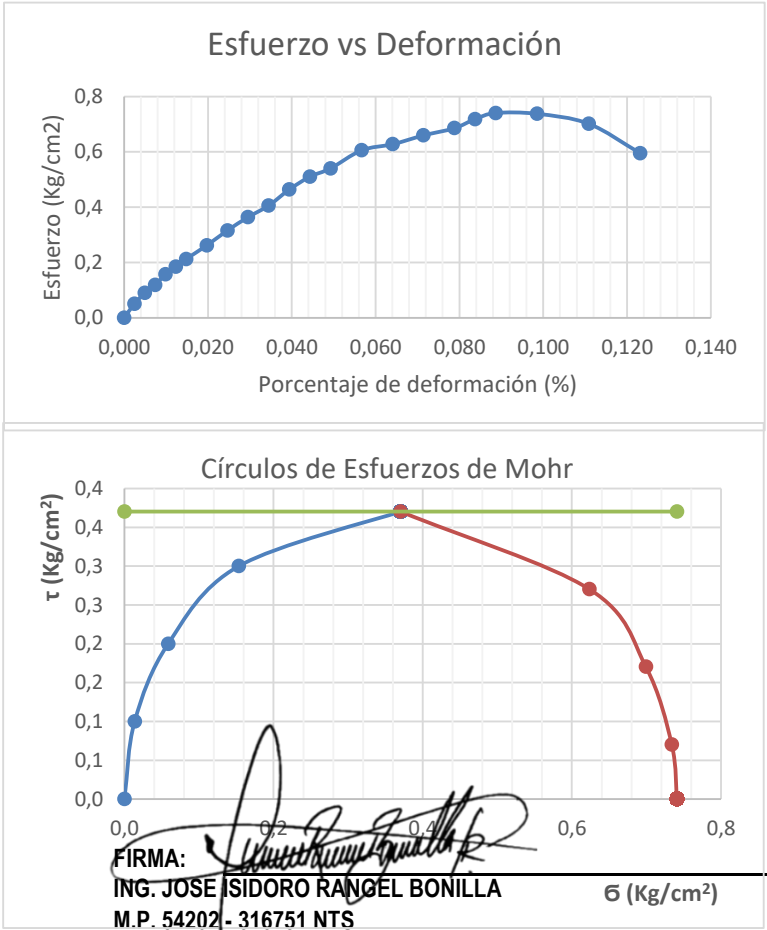
Área de contacto	20,27 cm ²
Altura de la probeta	10,31 cm
Peso de la probeta	391,44 gr
Peso Unitario Húmedo	1,87 gr/cm ³

Peso de la probeta húmeda (gr.)	391,44
Peso de la probeta seca (gr.)	340,69
peso del recipiente (gr.)	0,00
humedad (%)	14,89%

Constante maquina	0,32	Kg
Cohesión del suelo	0,37	Kg/cm ²
Peso Unitario Seco	1,63	gr/cm ³
Condición del ensayo	Inalterado %Wn.	

DEF (0,001 mm)	CARGA (0,001 mm)	CARGA AXIAL (Kg)	ÁREA CORREGIDA (Cm2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm2)
0	0	0,00	20,268	0,0000	0	0,00000
10	3	1,04	20,318	0,0025	0,25	0,05103
20	6	1,84	20,369	0,0049	0,49	0,09049
30	8	2,42	20,419	0,0074	0,74	0,11848
40	10	3,23	20,470	0,0099	0,99	0,15758
50	12	3,80	20,521	0,0123	1,23	0,18525
60	14	4,38	20,572	0,0148	1,48	0,21279
80	17	5,41	20,676	0,0197	1,97	0,26187
100	21	6,57	20,780	0,0246	2,46	0,31599
120	24	7,60	20,886	0,0296	2,96	0,36404
140	27	8,52	20,992	0,0345	3,45	0,40609
160	31	9,79	21,100	0,0394	3,94	0,46408
180	34	10,83	21,209	0,0443	4,43	0,51059
200	36	11,52	21,318	0,0493	4,93	0,54038
230	41	13,02	21,485	0,0567	5,67	0,60588
260	42	13,59	21,655	0,0640	6,40	0,62773
290	45	14,40	21,827	0,0714	7,14	0,65972
320	47	15,09	22,002	0,0788	7,88	0,68589
340	50	15,90	22,121	0,0837	8,37	0,71867
360	51	16,47	22,240	0,0887	8,87	0,74071
400	52	16,59	22,483	0,0985	9,85	0,73782
450	50	16,00	22,795	0,1108	11,08	0,70191
500	43	13,76	23,115	0,1232	12,32	0,59529

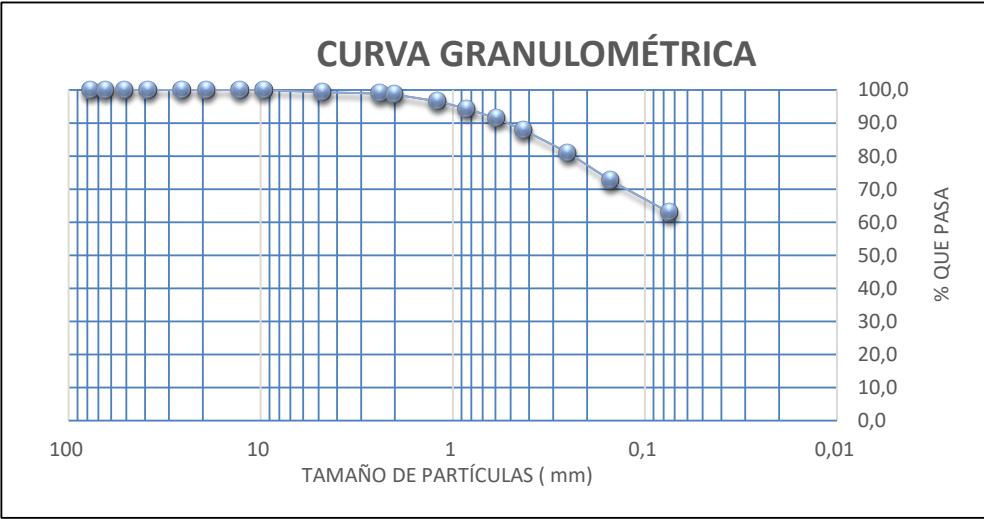
jueves, 16 de octubre de 2025



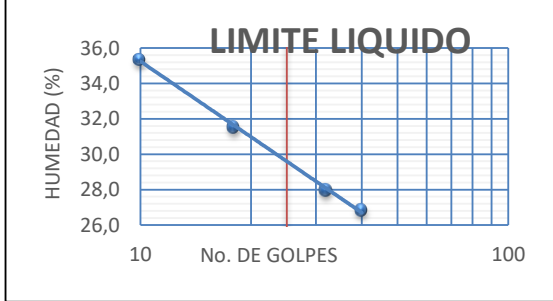
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
--	---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362458.72N 847518.43E		
APIQUE:	3	MUESTRA:	2
		PROFUNDIDAD:	1.60 a 3.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		111,46
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	1,85	0,62	0,62	99,38
No. 8	2,38	1,52	0,51	1,12	98,88
No.10	2,00	0,89	0,30	1,42	98,58
No. 16	1,19	6,13	2,04	3,46	96,54
No. 20	0,841	6,83	2,28	5,74	94,26
No. 30	0,59	8,48	2,83	8,57	91,43
No. 40	0,425	10,81	3,60	12,17	87,83
No. 60	0,25	20,61	6,87	19,04	80,96
No. 100	0,15	25,23	8,41	27,45	72,55
No. 200	0,074	29,11	9,70	37,15	62,85
FONDO		188,54	62,85	100,00	0,00



No. 30	0,59	8,48	2,83	8,57	91,43	Numero de Golpes	40	32	18	10	Limites de Consistencia		
No. 40	0,425	10,81	3,60	12,17	87,83	Numero de la tara	13	14	15	35	157	179	191
No. 60	0,25	20,61	6,87	19,04	80,96	peso húmedo (gr.)	32,59	33,16	33,32	32,51	12,79	11,46	12,24
No. 100	0,15	25,23	8,41	27,45	72,55	Peso seco (gr.)	26,81	27,08	26,60	25,42	11,94	10,76	11,46
No. 200	0,074	29,11	9,70	37,15	62,85	Peso tara (gr.)	5,27	5,34	5,27	5,35	5,27	5,27	5,27
FONDO		188,54	62,85	100,00	0,00	Humedad	26,83	27,97	31,50	35,33	12,74	12,75	12,60



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,62	I.G.	8
ARENA	36,54	D60(mm)	-
FINOS	62,85	D30(mm)	-
L.L.	29,59	D10(mm)	-
L.P.	12,70	Cu	-
I.P.	16,90	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	117	198	199
peso húmedo (gr.)	214,16	200,19	182,55
Peso seco (gr.)	191,48	179,46	165,07
Peso tara (gr.)	72,00	68,71	72,07
Humedad	18,98	18,72	18,80
Humedad Promedio	18,83		

OBSERVACIONES:	
Nivel freatico a 2.10 metros	

FIRMA: 
 ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
 M.P. 54202 - 316751 NTS
 jueves, 16 de octubre de 2025

COMPRESIÓN INCONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELO

I.N.V. E - 152 - 13
ASTM D-2166

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ				
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362458.72N 847518.43E				
APIQUE:	3	MUESTRA No.:	2	PROFUNDIDAD:	1.60 a 3.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia superior al limite plástico.				

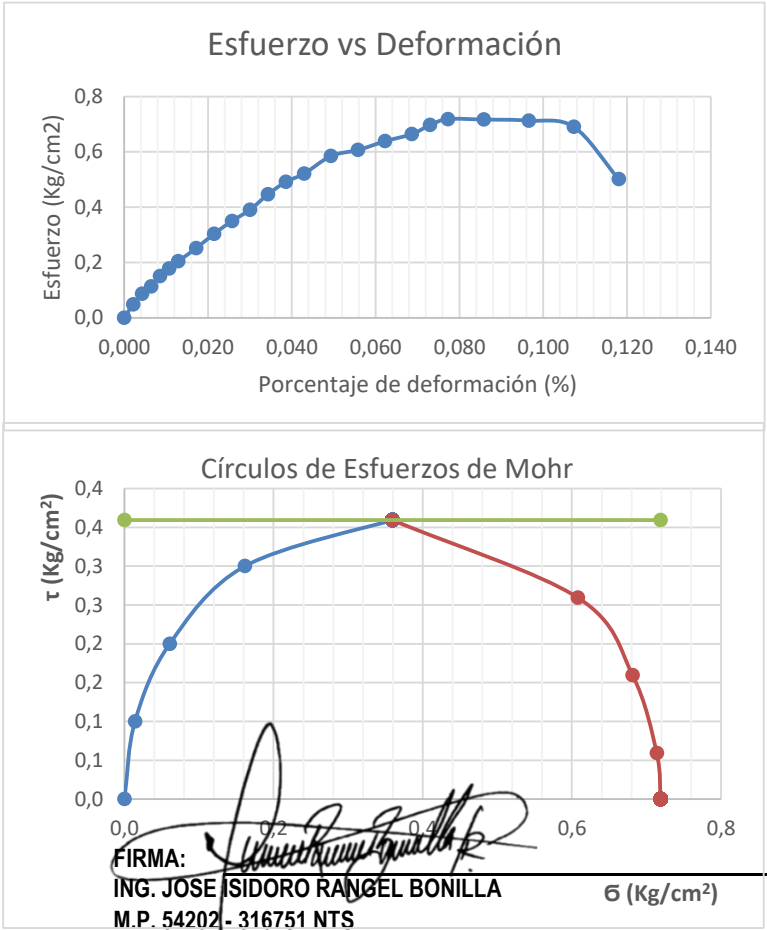
Área de contacto	20,27 cm ²
Altura de la probeta	11,84 cm
Peso de la probeta	461,13 gr
Peso Unitario Húmedo	1,92 gr/cm ³

Peso de la probeta húmeda (gr.)	461,13
Peso de la probeta seca (gr.)	387,59
peso del recipiente (gr.)	0,00
humedad (%)	18,97%

Constante maquina	0,32	Kg
Cohesión del suelo	0,36	Kg/cm ²
Peso Unitario Seco	1,62	gr/cm ³
Condición del ensayo	Inalterado %Wn.	

DEF (0,001 mm)	CARGA (0,001 mm)	CARGA AXIAL (Kg)	ÁREA CORREGIDA (Cm2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm2)
0	0	0,00	20,268	0,0000	0	0,00000
10	3	0,99	20,312	0,0021	0,21	0,04892
20	6	1,77	20,356	0,0043	0,43	0,08678
30	7	2,32	20,400	0,0064	0,64	0,11365
40	10	3,09	20,444	0,0086	0,86	0,15120
50	11	3,64	20,488	0,0107	1,07	0,17782
60	13	4,20	20,533	0,0129	1,29	0,20432
80	16	5,19	20,622	0,0172	1,72	0,25161
100	20	6,29	20,713	0,0215	2,15	0,30381
120	23	7,29	20,804	0,0258	2,58	0,35024
140	26	8,17	20,896	0,0300	3,00	0,39096
160	29	9,38	20,989	0,0343	3,43	0,44709
180	32	10,38	21,083	0,0386	3,86	0,49223
200	35	11,04	21,177	0,0429	4,29	0,52132
230	39	12,48	21,321	0,0494	4,94	0,58512
260	41	13,03	21,466	0,0558	5,58	0,60688
290	43	13,80	21,613	0,0622	6,22	0,63849
320	45	14,46	21,763	0,0687	6,87	0,66455
340	48	15,24	21,863	0,0730	7,30	0,69683
360	49	15,79	21,965	0,0773	7,73	0,71874
400	50	15,90	22,171	0,0858	8,58	0,71703
450	50	16,00	22,435	0,0966	9,66	0,71318
500	49	15,68	22,704	0,1073	10,73	0,69062
550	36	11,52	22,981	0,1180	11,80	0,50129

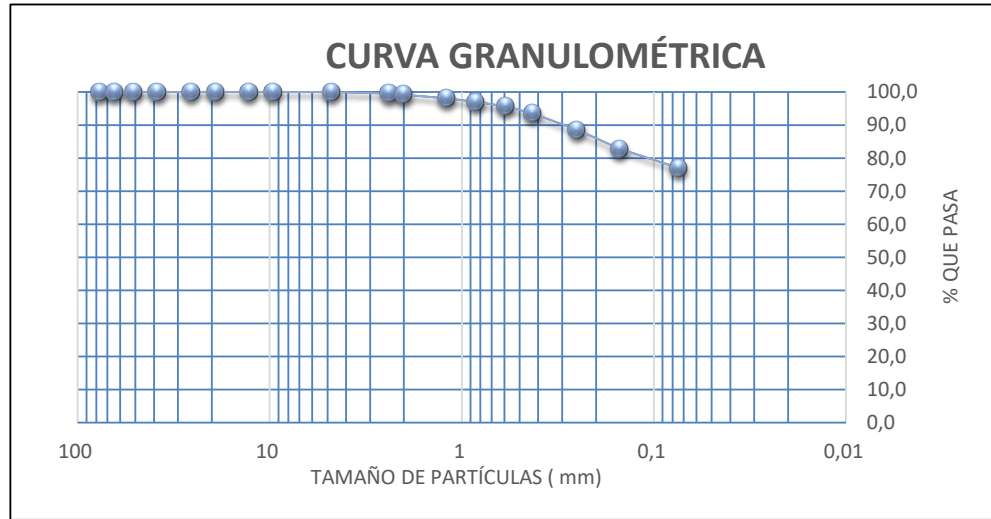
jueves, 16 de octubre de 2025



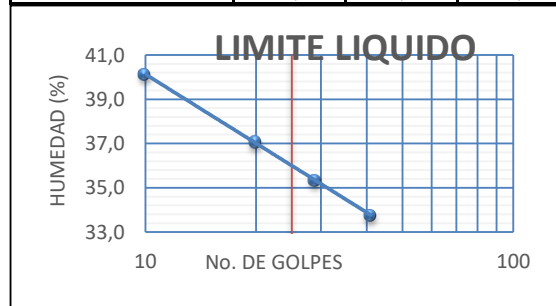
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
---	--	--

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362443.29N 847408.78E		
APIQUE:	4	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 1.50 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia superior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		68,99
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	1,45	0,48	0,48	99,52
No.10	2,00	1,04	0,35	0,83	99,17
No. 16	1,19	3,39	1,13	1,96	98,04
No. 20	0,841	3,00	1,00	2,96	97,04
No. 30	0,59	4,09	1,36	4,32	95,68
No. 40	0,425	6,46	2,15	6,48	93,52
No. 60	0,25	15,04	5,01	11,49	88,51
No. 100	0,15	17,17	5,72	17,21	82,79
No. 200	0,074	17,35	5,78	23,00	77,00
FONDO		231,01	77,00	100,00	0,00

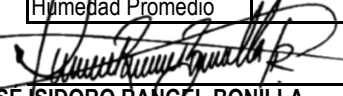


Numero de Golpes	41	29	20	10	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	42	91	94	95	96	98	107
peso húmedo (gr.)	29,54	31,64	30,55	29,40	12,03	11,49	11,71
Peso seco (gr.)	23,40	24,71	23,67	22,47	11,14	10,66	10,98
Peso tara (gr.)	5,20	5,10	5,10	5,19	5,26	5,14	6,19
Humedad	33,74	35,34	37,05	40,10	15,14	15,04	15,24



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	12
ARENA	23,00	D60(mm)	-
FINOS	77,00	D30(mm)	-
L.L.	36,00	D10(mm)	-
L.P.	15,14	Cu	-
I.P.	20,86	Cc	-

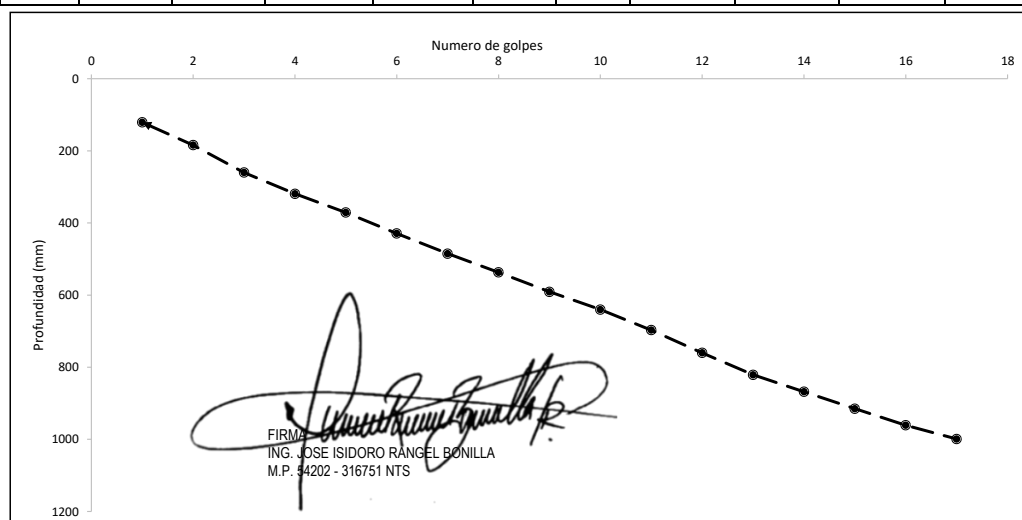
Humedad Natural			
Numero de la tara	130	203	94
peso húmedo (gr.)	173,33	182,98	176,14
Peso seco (gr.)	158,17	165,95	160,18
Peso tara (gr.)	76,02	73,40	75,49
Humedad	18,45	18,40	18,85
Humedad Promedio	18,57		

FIRMA: 
ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

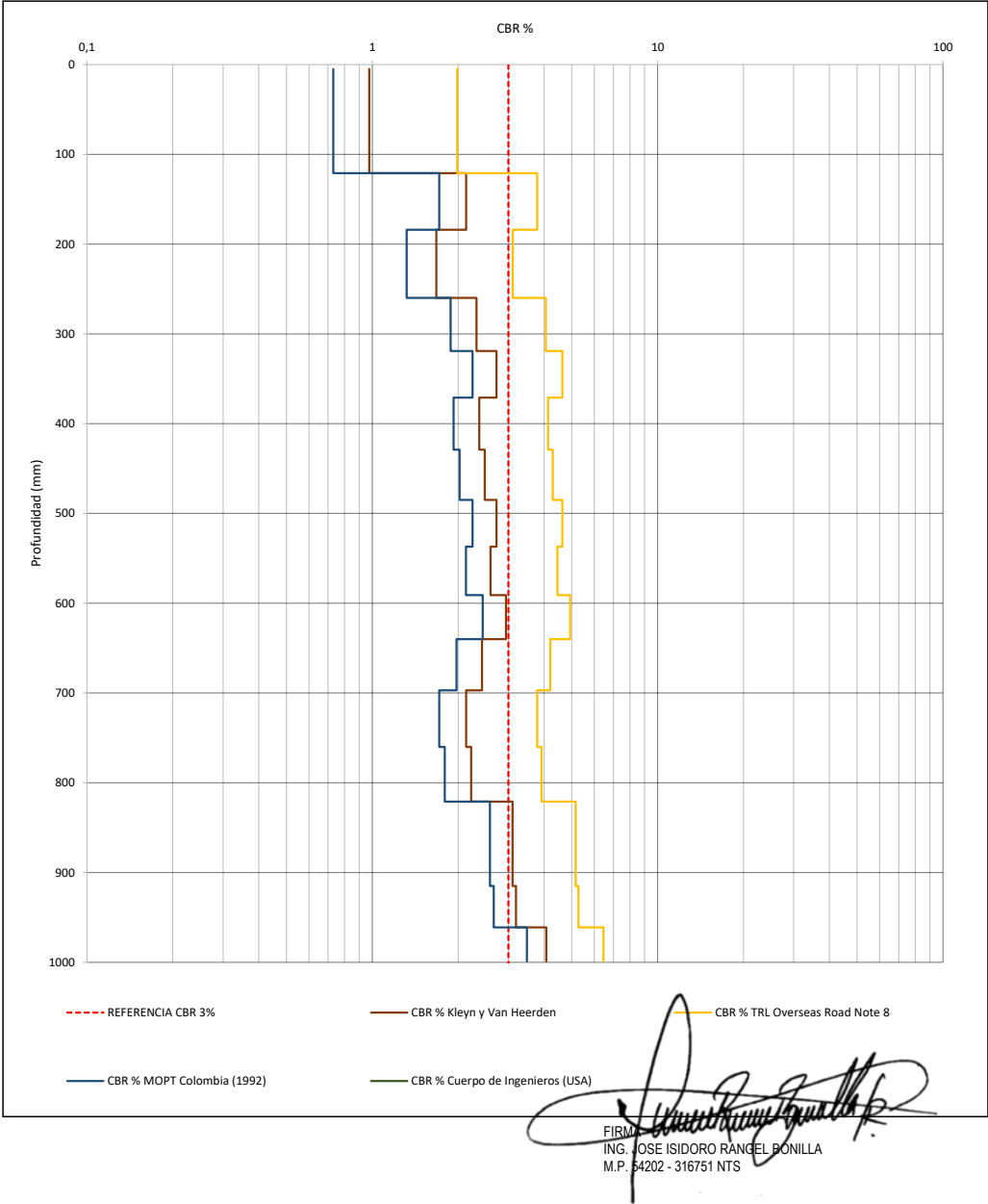
OBSERVACIONES:

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	5	VALOR DE CBR %:	2,09
----------------	----	-------------------------	---	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

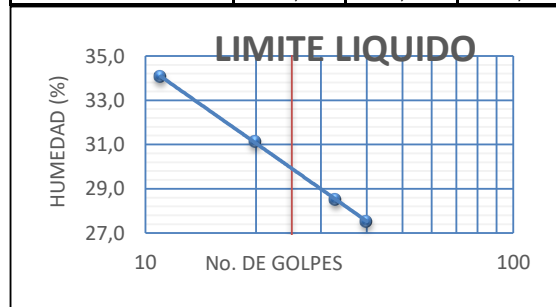
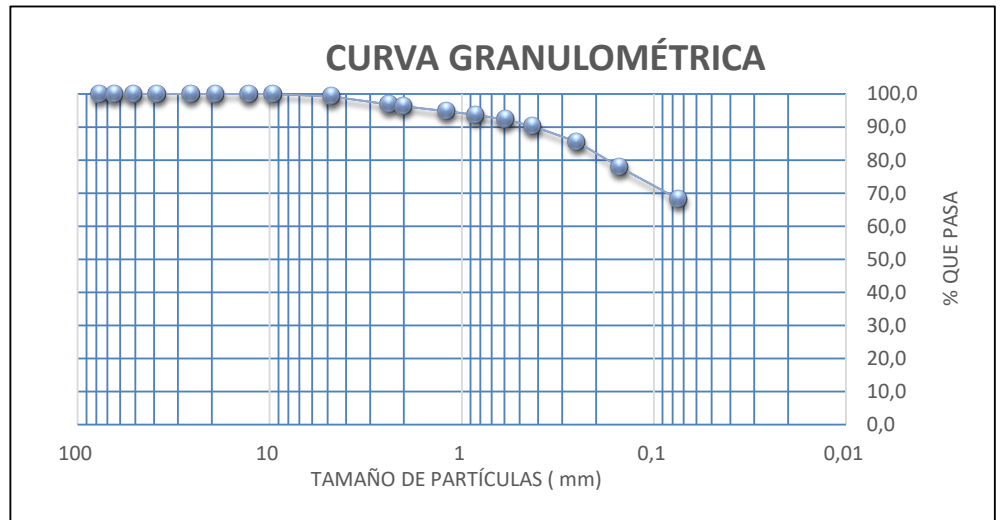
INFORMACION DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO		
UBICACION:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362443.29N 847408.78E		
LOCALIZACION:	APIQUE: 4 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACION:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia superior al límite plástico.		



DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
--	---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362603.20N 847412.75E		
APIQUE:	5	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		95,64
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	2,38	0,79	0,79	99,21
No. 8	2,38	7,27	2,42	3,22	96,78
No.10	2,00	1,61	0,54	3,75	96,25
No. 16	1,19	4,38	1,46	5,21	94,79
No. 20	0,841	3,31	1,10	6,32	93,68
No. 30	0,59	4,27	1,42	7,74	92,26
No. 40	0,425	5,96	1,99	9,73	90,27
No. 60	0,25	14,45	4,82	14,54	85,46
No. 100	0,15	22,81	7,60	22,15	77,85
No. 200	0,074	29,20	9,73	31,88	68,12
FONDO		204,36	68,12	100,00	0,00



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,79	I.G.	9
ARENA	31,09	D60(mm)	-
FINOS	68,12	D30(mm)	-
L.L.	29,91	D10(mm)	-
L.P.	12,45	Cu	-
I.P.	17,47	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	159	61	148
peso húmedo (gr.)	182,39	159,29	175,13
Peso seco (gr.)	170,54	150,02	165,09
Peso tara (gr.)	71,36	71,99	74,67
Humedad	11,95	11,88	11,10
Humedad Promedio	11,64		

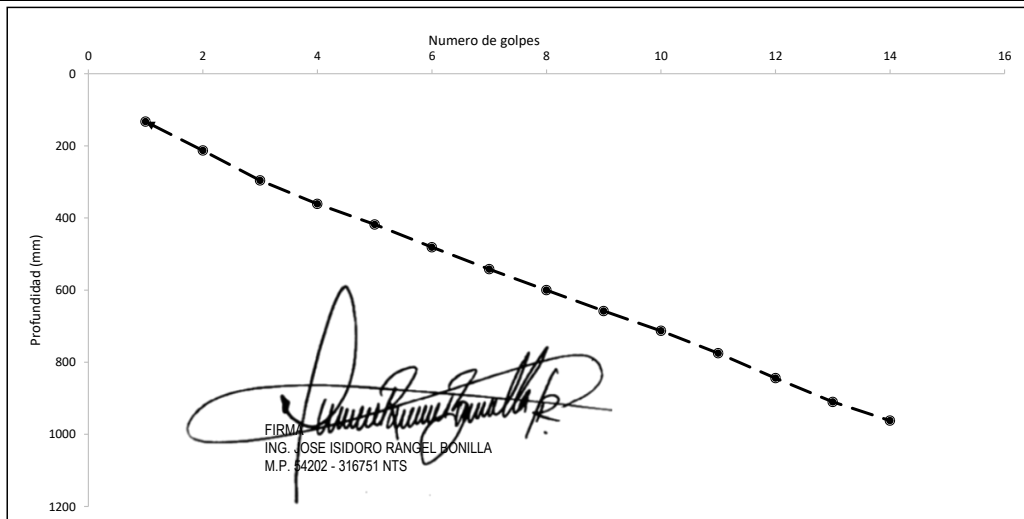
OBSERVACIONES:	

FIRMA: 
ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

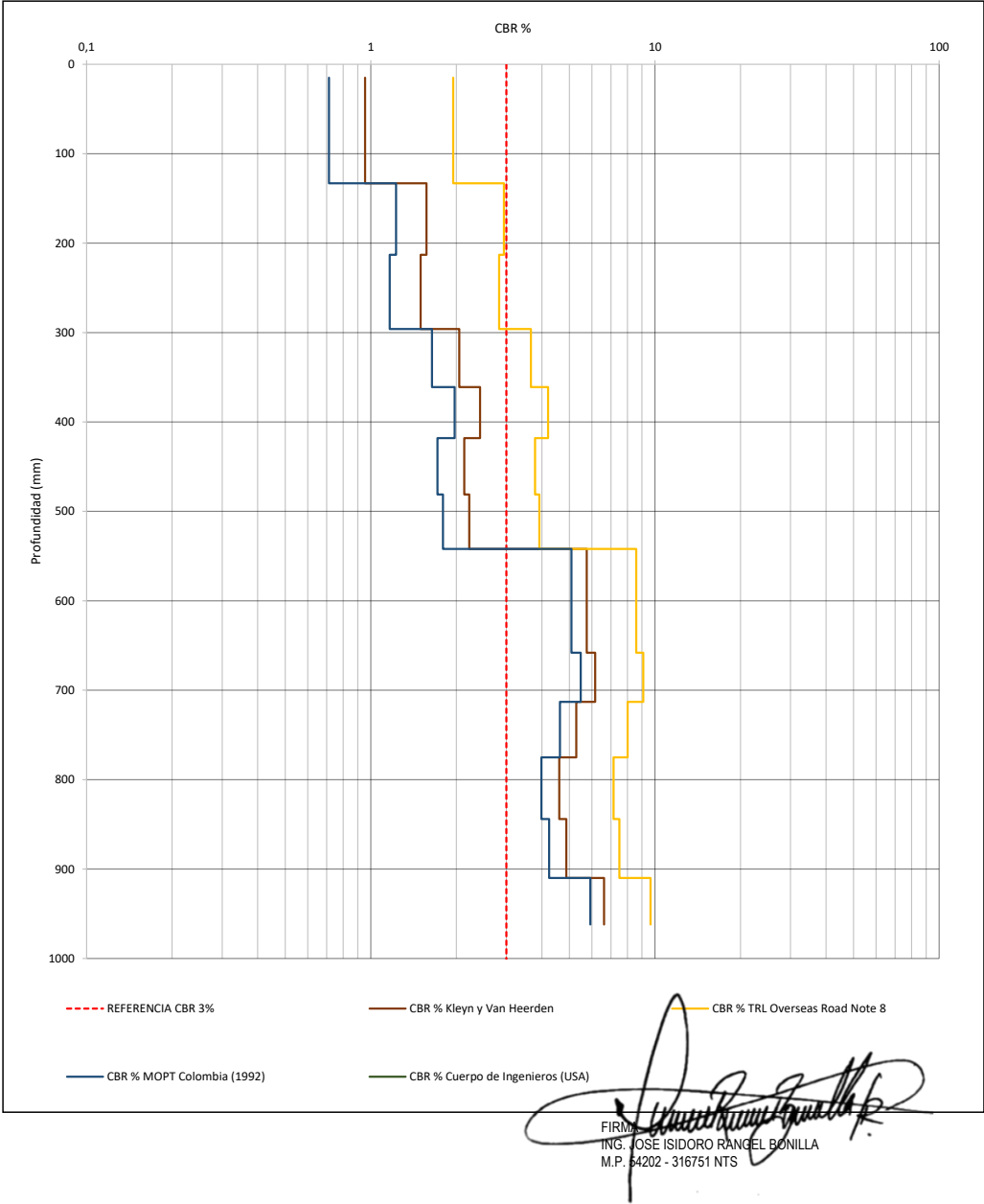
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO			
SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362603.20N 847412.75E			
LOCALIZACION:	APIQUE: 5 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACION:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	15	VALOR DE CBR %:	3,19
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

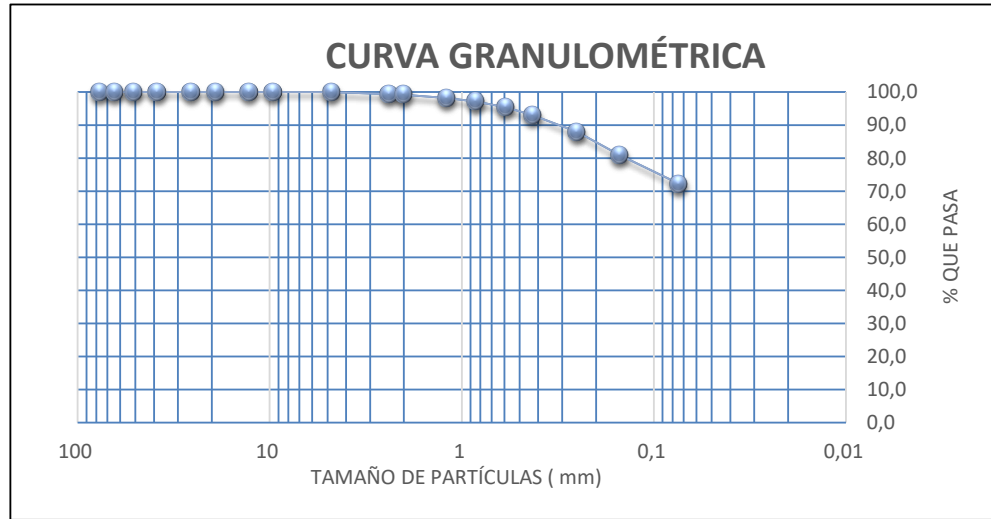
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362603.20N 847412.75E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 5 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



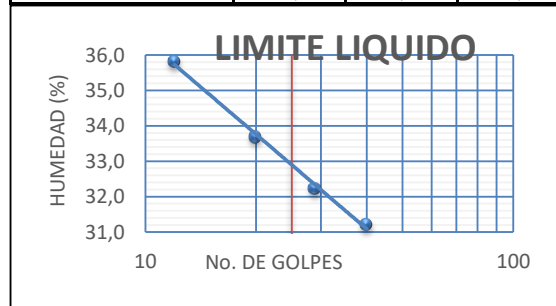
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
---	--	--

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362812.69N 847405.10E		
APIQUE:	6	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.50 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		83,26
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,16	0,05	0,05	99,95
No. 8	2,38	1,72	0,57	0,63	99,37
No.10	2,00	0,52	0,17	0,80	99,20
No. 16	1,19	3,17	1,06	1,86	98,14
No. 20	0,841	3,23	1,08	2,93	97,07
No. 30	0,59	5,03	1,68	4,61	95,39
No. 40	0,425	7,30	2,43	7,04	92,96
No. 60	0,25	15,05	5,02	12,06	87,94
No. 100	0,15	21,11	7,04	19,10	80,90
No. 200	0,074	25,97	8,66	27,75	72,25
FONDO		216,74	72,25	100,00	0,00



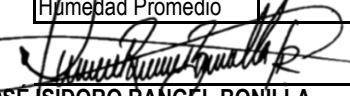
Numero de Golpes	40	29	20	12	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	37	87	93	116	164	174	181
peso húmedo (gr.)	31,67	30,55	32,65	32,65	13,50	13,49	13,12
Peso seco (gr.)	25,38	24,34	25,74	25,69	12,36	12,36	12,01
Peso tara (gr.)	5,22	5,06	5,22	6,25	5,32	5,35	5,22
Humedad	31,20	32,21	33,67	35,80	16,19	16,12	16,35



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,05	I.G.	10
ARENA	27,70	D60(mm)	-
FINOS	72,25	D30(mm)	-
L.L.	32,90	D10(mm)	-
L.P.	16,22	Cu	-
I.P.	16,68	Cc	-

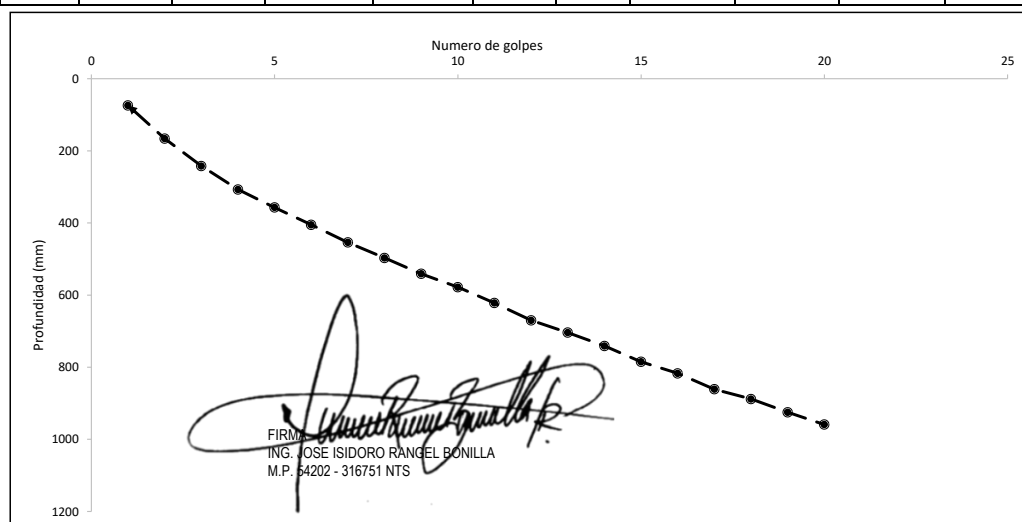
Humedad Natural			
Numero de la tara	151	210	120
peso húmedo (gr.)	163,04	181,60	174,65
Peso seco (gr.)	154,55	171,01	165,09
Peso tara (gr.)	71,35	70,74	75,19
Humedad	10,20	10,56	10,63
Humedad Promedio	10,47		

OBSERVACIONES:	

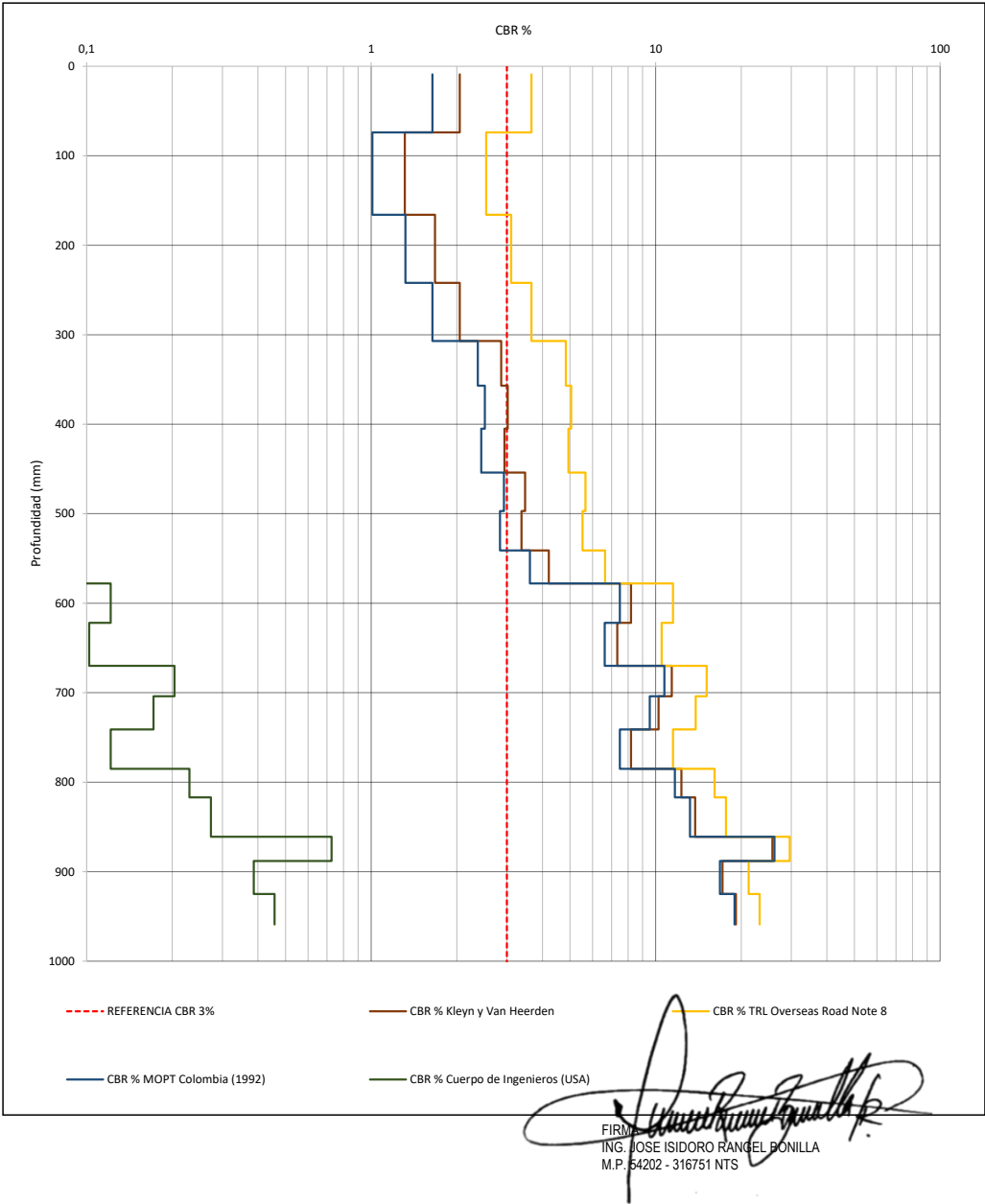
FIRMA: 
ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
 jueves, 16 de octubre de 2025

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	9	VALOR DE CBR %:	7,55
----------------	----	-------------------------	---	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362812.69N 847405.10E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 6 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Ardilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



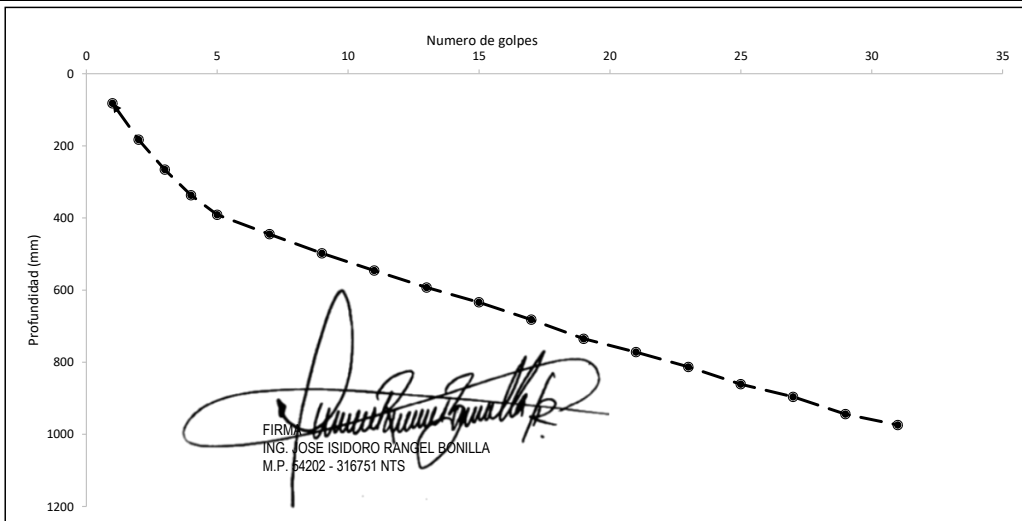
FIRMA: 
ING. JOSÉ SIDORO RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

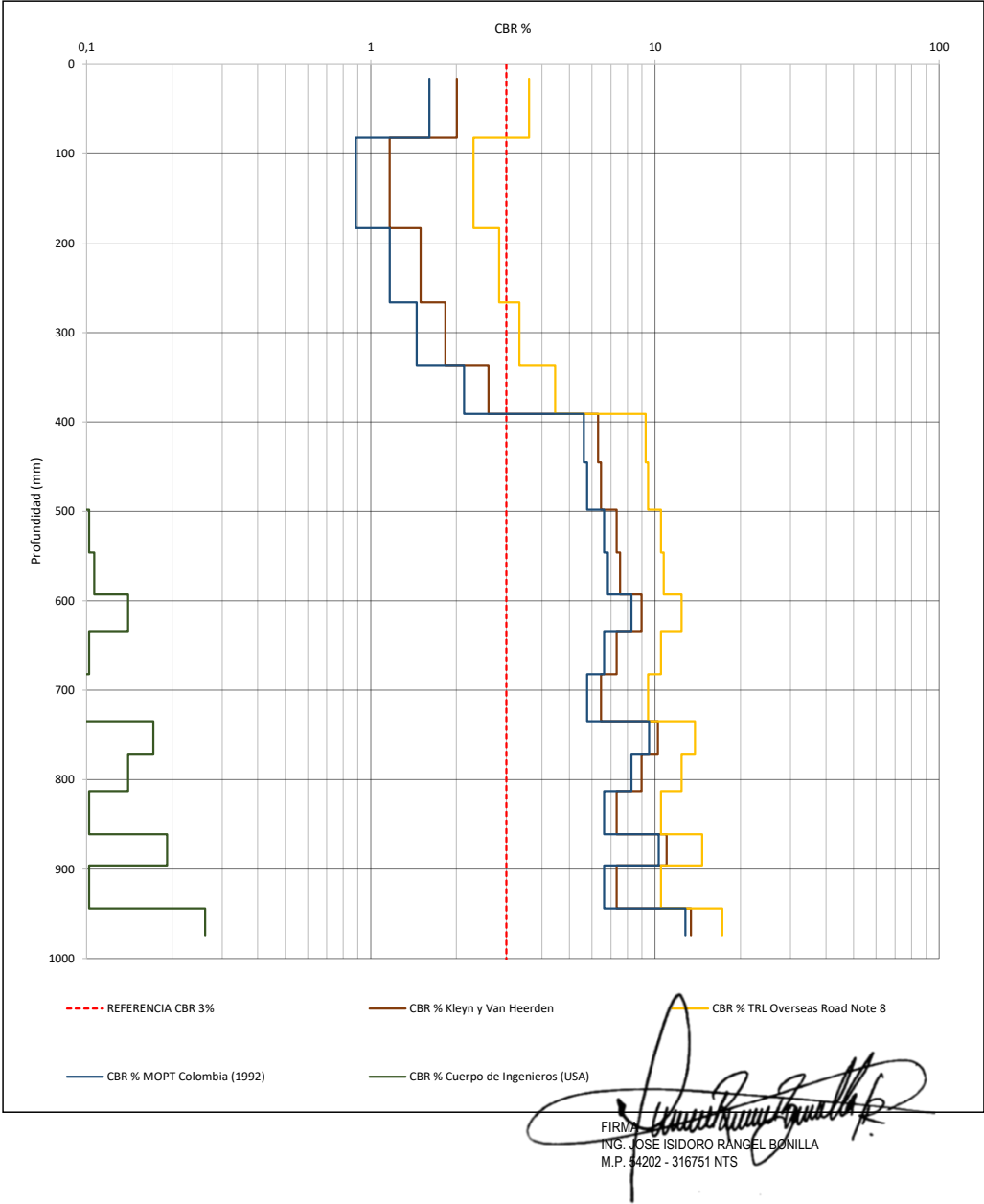
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362924.61N 847314.19E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 7 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	16	VALOR DE CBR %:	5,94
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362924.61N 847314.19E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 7 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arolia arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



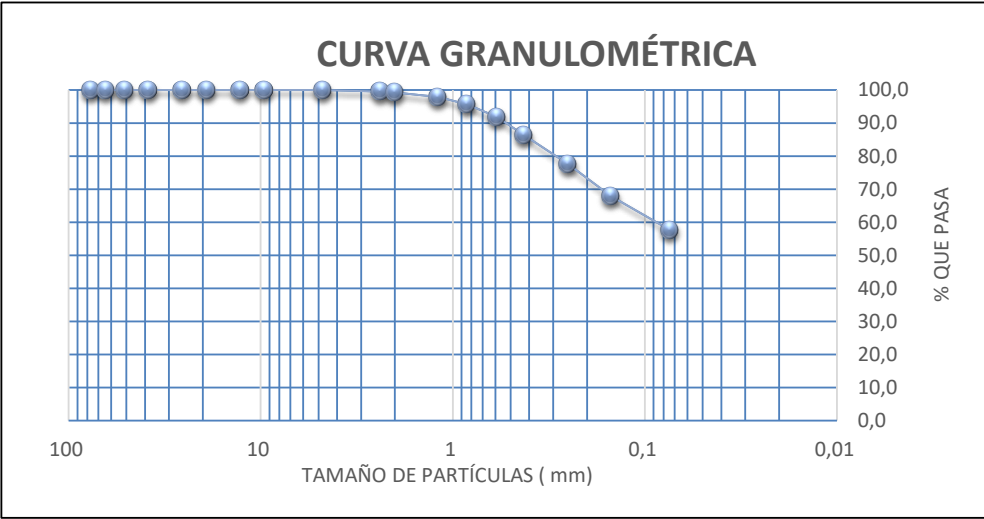
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13

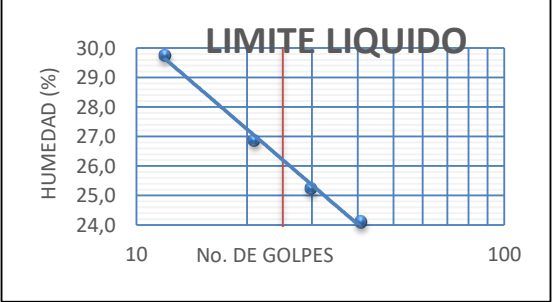
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362883.51N 847565.17E		
APIQUE:	8	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.40 a 1.10 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		127,03
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	1,38	0,46	0,46	99,54
No.10	2,00	0,78	0,26	0,72	99,28
No. 16	1,19	4,27	1,42	2,14	97,86
No. 20	0,841	6,68	2,23	4,37	95,63
No. 30	0,59	11,30	3,77	8,14	91,86
No. 40	0,425	16,40	5,47	13,60	86,40
No. 60	0,25	26,63	8,88	22,48	77,52
No. 100	0,15	28,77	9,59	32,07	67,93
No. 200	0,074	30,82	10,27	42,34	57,66
FONDO		172,97	57,66	100,00	0,00



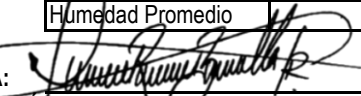
Numero de Golpes	41	30	21	12	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	61	63	64	65	66	67	68
peso húmedo (gr.)	30,28	31,61	32,19	31,61	12,69	12,02	13,45
Peso seco (gr.)	25,42	26,30	26,46	25,55	11,95	11,34	12,73
Peso tara (gr.)	5,24	5,24	5,13	5,17	5,32	5,18	6,24
Humedad	24,08	25,21	26,86	29,74	11,16	11,04	11,09



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	6
ARENA	42,34	D60(mm)	-
FINOS	57,66	D30(mm)	-
L.L.	26,21	D10(mm)	-
L.P.	11,10	Cu	-
I.P.	15,11	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	177	213	78
peso húmedo (gr.)	154,09	184,55	170,68
Peso seco (gr.)	146,50	174,36	161,52
Peso tara (gr.)	75,17	75,14	72,34
Humedad	10,64	10,27	10,27
Humedad Promedio	10,39		

OBSERVACIONES:	

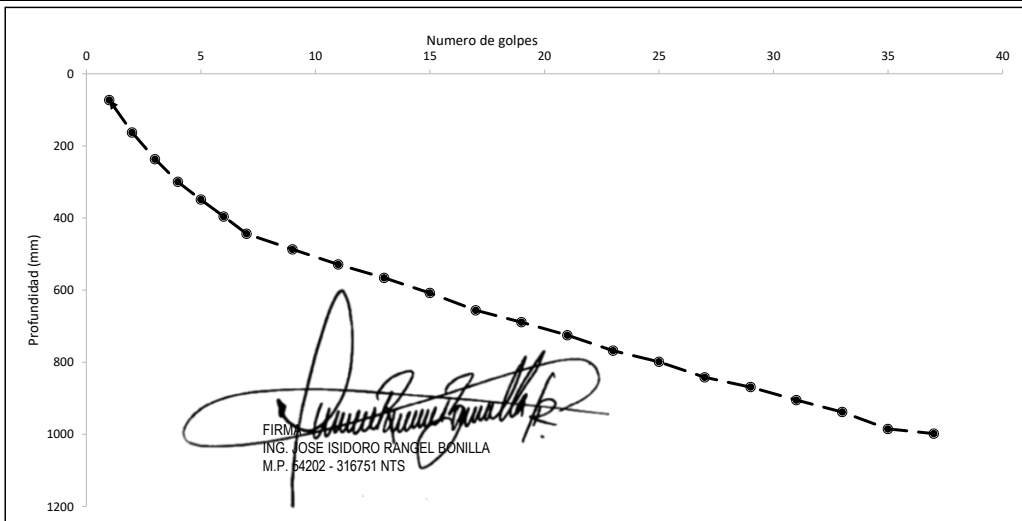
FIRMA: 
ING. JOSÉ ISIDORO RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

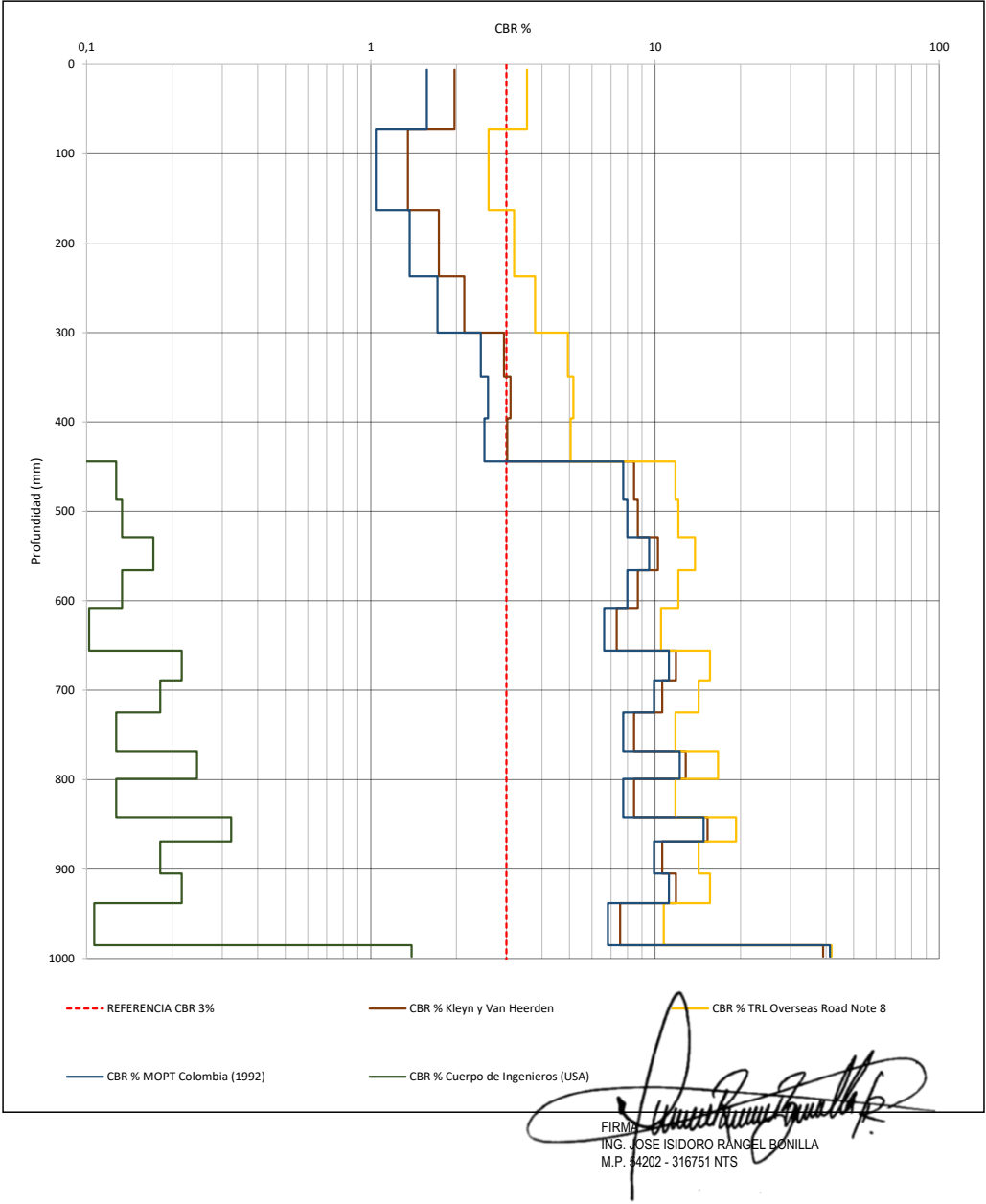
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO		
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO	
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362883.51N 847565.17E	
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 8 MUESTRA: 1	Fecha: jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color naranja, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.	

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	6	VALOR DE CBR %:	8,45
----------------	----	-------------------------	---	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

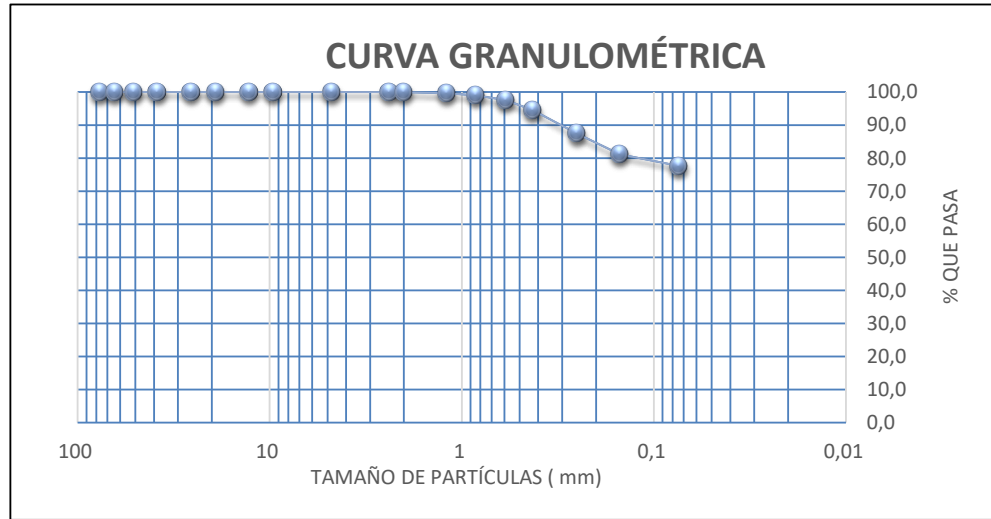
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362883.51N 847565.17E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 8 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color naranjado, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



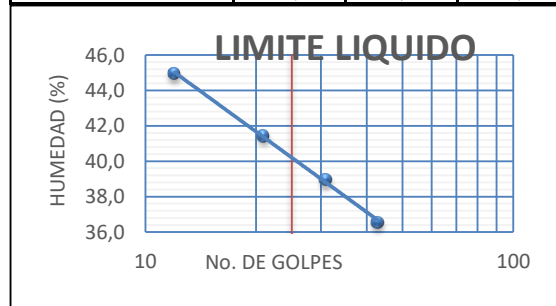
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
---	--	--

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362811.47N 847656.87E		
APIQUE:	9	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.30 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media alta, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		67,07
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	0,03	0,01	0,01	99,99
No.10	2,00	0,08	0,03	0,04	99,96
No. 16	1,19	1,02	0,34	0,38	99,62
No. 20	0,841	1,97	0,66	1,03	98,97
No. 30	0,59	4,24	1,41	2,45	97,55
No. 40	0,425	9,27	3,09	5,54	94,46
No. 60	0,25	21,38	7,13	12,66	87,34
No. 100	0,15	18,67	6,22	18,89	81,11
No. 200	0,074	10,41	3,47	22,36	77,64
FONDO		232,93	77,64	100,00	0,00



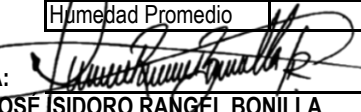
Numero de Golpes	43	31	21	12	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	12	117	133	158	165	176	182
peso húmedo (gr.)	31,61	31,61	32,55	29,56	13,01	12,95	12,82
Peso seco (gr.)	24,56	24,56	24,88	22,06	11,82	11,73	11,66
Peso tara (gr.)	5,24	6,46	6,36	5,37	5,38	5,10	5,24
Humedad	36,49	38,95	41,41	44,94	18,48	18,40	18,07



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-7-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	12
ARENA	22,36	D60(mm)	-
FINOS	77,64	D30(mm)	-
L.L.	40,20	D10(mm)	-
L.P.	18,32	Cu	-
I.P.	21,88	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	163	128	205
peso húmedo (gr.)	172,67	165,21	179,49
Peso seco (gr.)	158,60	152,57	164,77
Peso tara (gr.)	72,59	74,93	76,41
Humedad	16,36	16,28	16,66
Humedad Promedio	16,43		

OBSERVACIONES:	

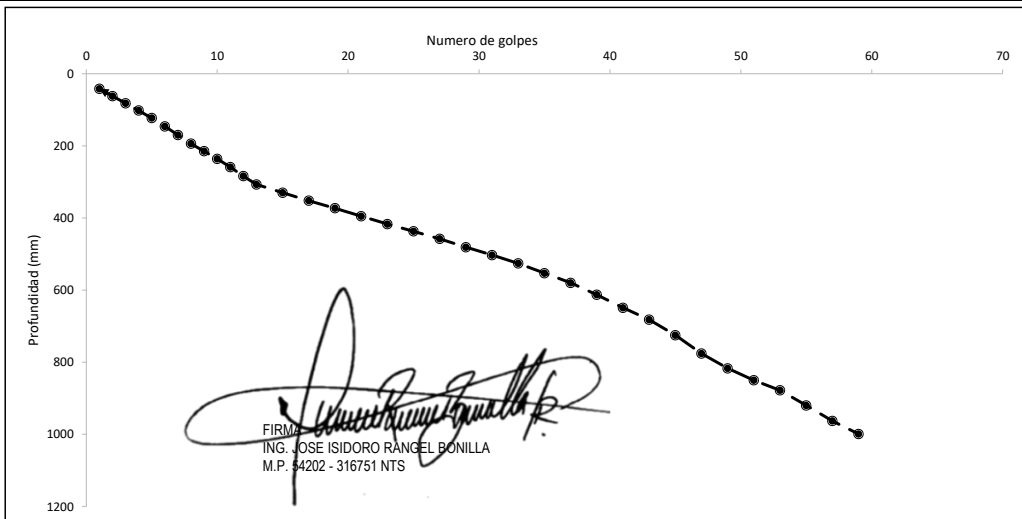
FIRMA: 
 ING. JOSÉ SIDORIO RANGEL BONILLA
 M.P. 54202 - 316751 NTS
 jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

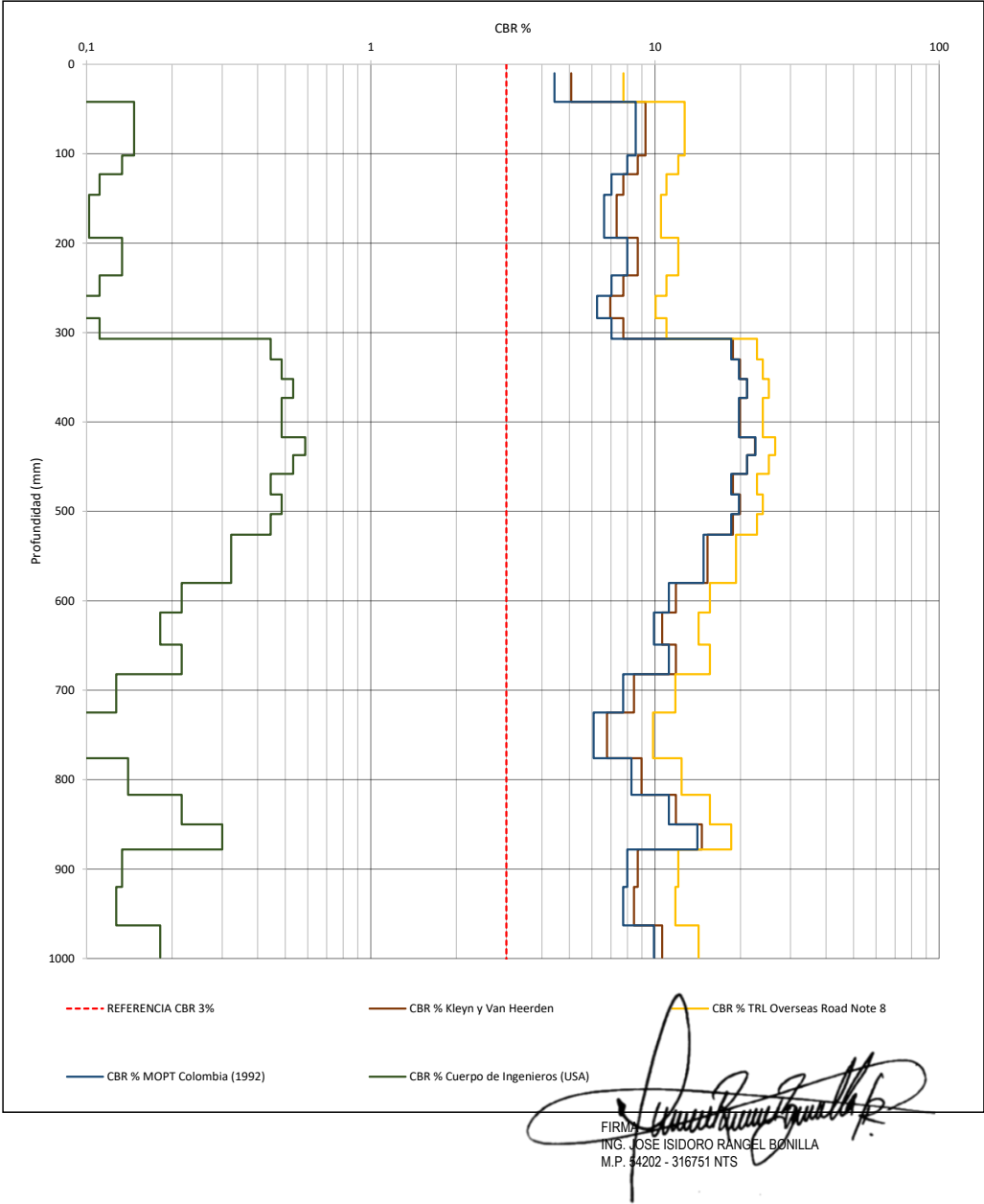
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO			
UBICACIÓN: SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362811.47N 847656.87E			
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 9 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media alta, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	10	VALOR DE CBR %:	11,92
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	-------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

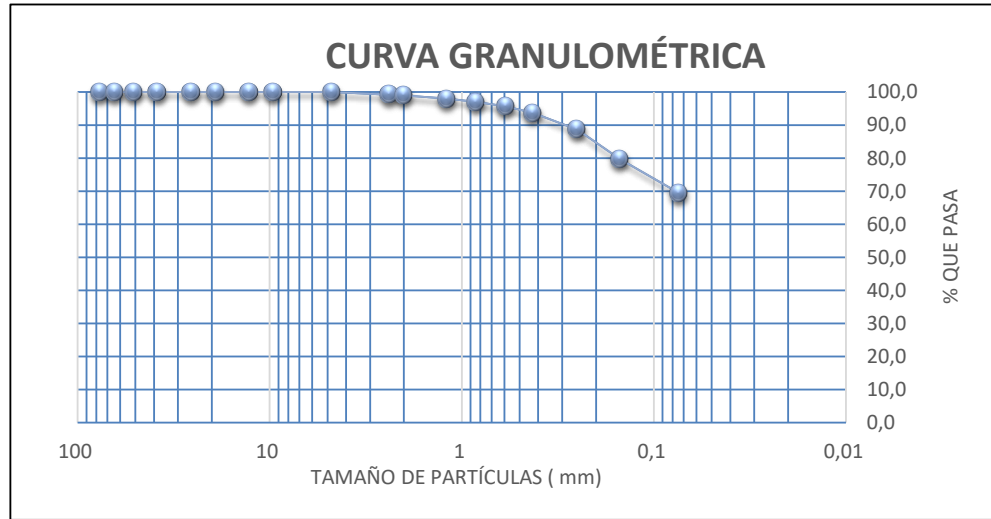
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362811.47N 847656.87E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 9 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media alta, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



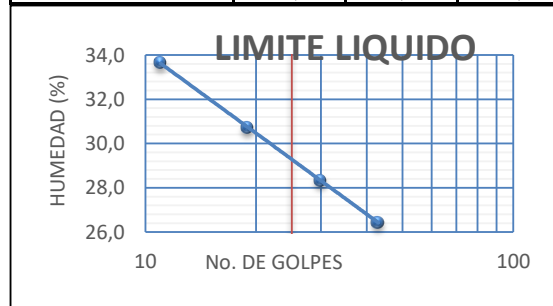
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
--	---	---

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362798.45N 847502.25E		
APIQUE:	10	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.30 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		91,67
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	2,39	0,80	0,80	99,20
No.10	2,00	0,59	0,20	0,99	99,01
No. 16	1,19	3,02	1,01	2,00	98,00
No. 20	0,841	3,04	1,01	3,01	96,99
No. 30	0,59	4,07	1,36	4,37	95,63
No. 40	0,425	5,78	1,93	6,30	93,70
No. 60	0,25	15,36	5,12	11,42	88,58
No. 100	0,15	26,56	8,85	20,27	79,73
No. 200	0,074	30,86	10,29	30,56	69,44
FONDO		208,33	69,44	100,00	0,00



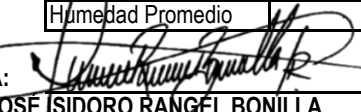
Numero de Golpes	43	30	19	11	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	33	45	56	100	101	102	103
peso húmedo (gr.)	32,64	31,23	33,18	32,55	14,18	12,55	13,61
Peso seco (gr.)	26,90	25,48	26,58	25,95	13,32	11,83	12,82
Peso tara (gr.)	5,18	5,18	5,08	6,33	6,33	6,21	6,28
Humedad	26,43	28,33	30,70	33,64	12,30	12,81	12,08



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	9
ARENA	30,56	D60(mm)	-
FINOS	69,44	D30(mm)	-
L.L.	29,28	D10(mm)	-
L.P.	12,40	Cu	-
I.P.	16,88	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	11	103	74
peso húmedo (gr.)	177,02	187,69	182,86
Peso seco (gr.)	167,73	177,75	173,35
Peso tara (gr.)	72,79	75,19	75,05
Humedad	9,79	9,69	9,67
Humedad Promedio	9,72		

OBSERVACIONES:	

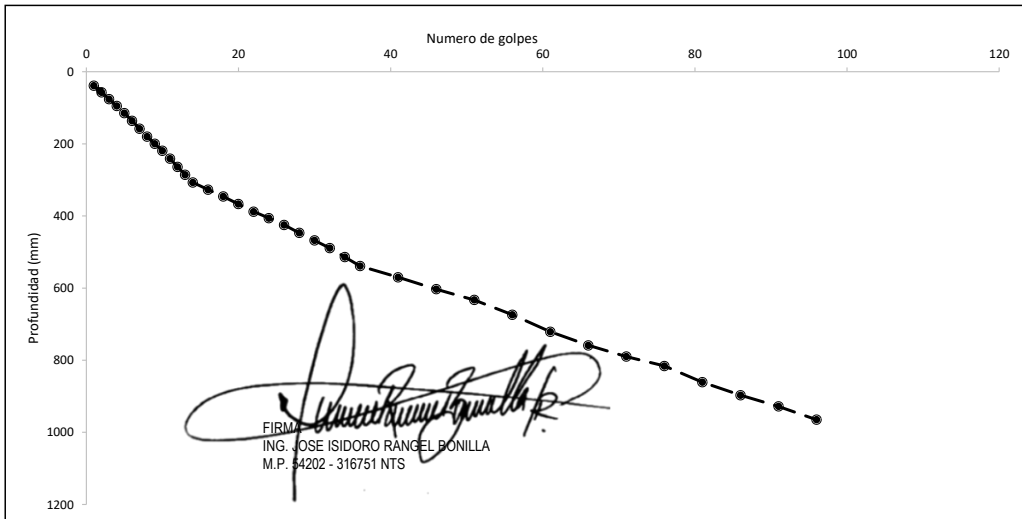
FIRMA: 
 ING. JOSÉ SIDOR RANGEL BONILLA
 M.P. 54202 - 316751 NTS
 jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

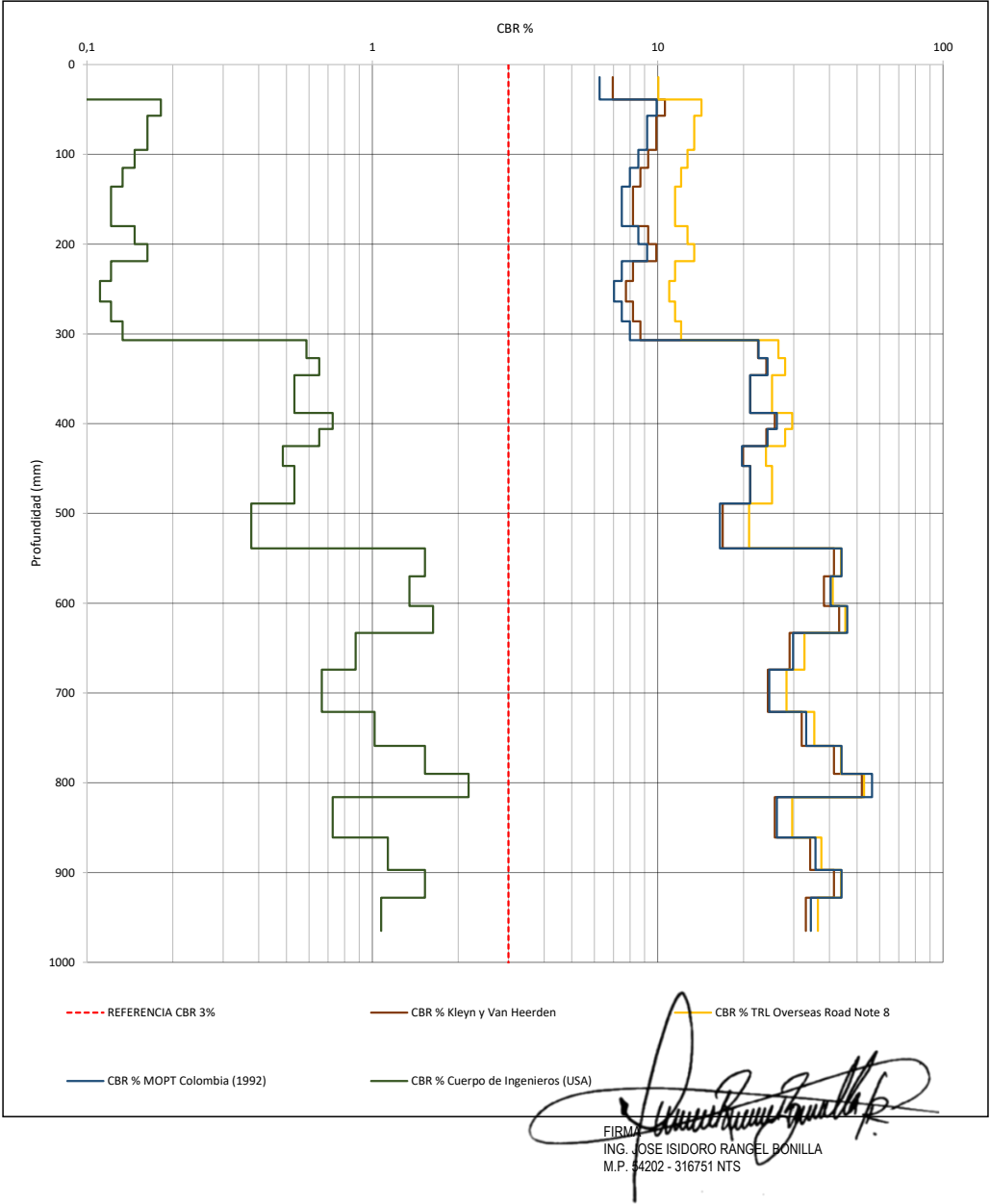
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362798.45N 847502.25E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 10 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	14	VALOR DE CBR %:	21,82
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	-------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362798.45N 847502.25E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 10 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



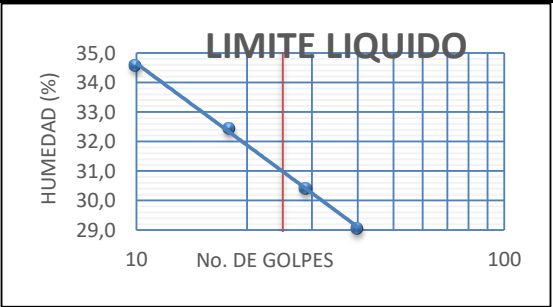
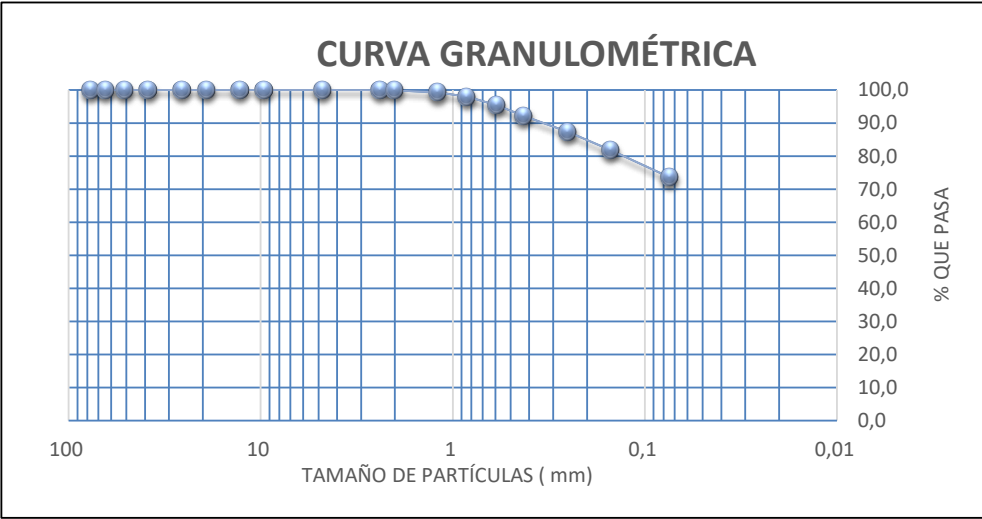
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO
DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR
TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE
LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13

PROYECTO: CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ
LOCALIZACIÓN: SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362736.11N 847681.90E
APIQUE: 11 MUESTRA: 1 PROFUNDIDAD: 0.40 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN: Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al limite plástico.

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		79,37
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 8	2,38	0,18	0,06	0,06	99,94
No.10	2,00	0,20	0,07	0,13	99,87
No. 16	1,19	1,97	0,66	0,78	99,22
No. 20	0,841	3,79	1,26	2,05	97,95
No. 30	0,59	7,71	2,57	4,62	95,38
No. 40	0,425	9,63	3,21	7,83	92,17
No. 60	0,25	14,69	4,90	12,72	87,28
No. 100	0,15	16,51	5,50	18,23	81,77
No. 200	0,074	24,69	8,23	26,46	73,54
FONDO		220,63	73,54	100,00	0,00



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,00	I.G.	10
ARENA	26,46	D60(mm)	-
FINOS	73,54	D30(mm)	-
L.L.	30,98	D10(mm)	-
L.P.	14,67	Cu	-
I.P.	16,32	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	99	43	142
peso húmedo (gr.)	186,77	167,89	181,03
Peso seco (gr.)	175,56	157,61	169,80
Peso tara (gr.)	75,10	71,47	74,93
Humedad	11,16	11,93	11,84
Humedad Promedio	11,64		

OBSERVACIONES:

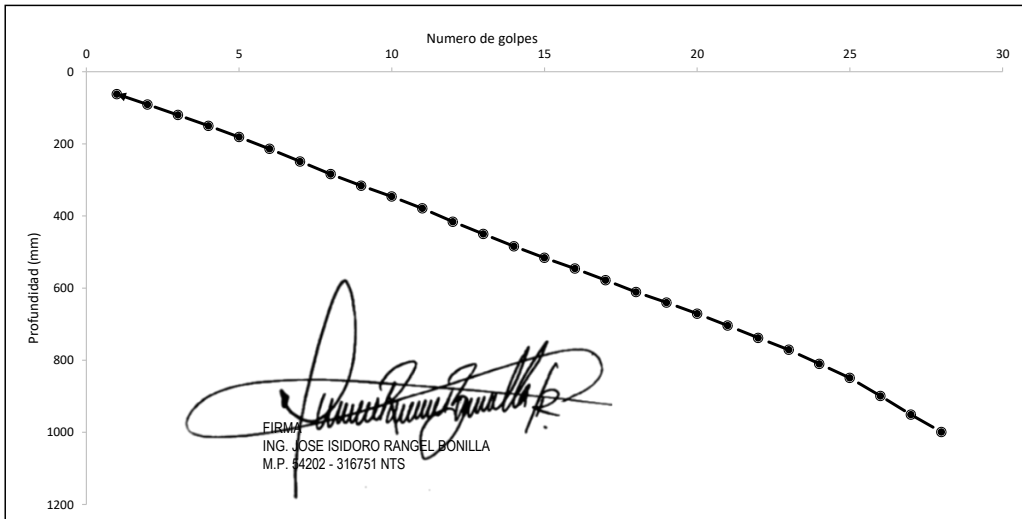
FIRMA:
ING. JOSÉ ISIDORO RANGEL BONILLA
M.P. 54202 - 316751 NTS
jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

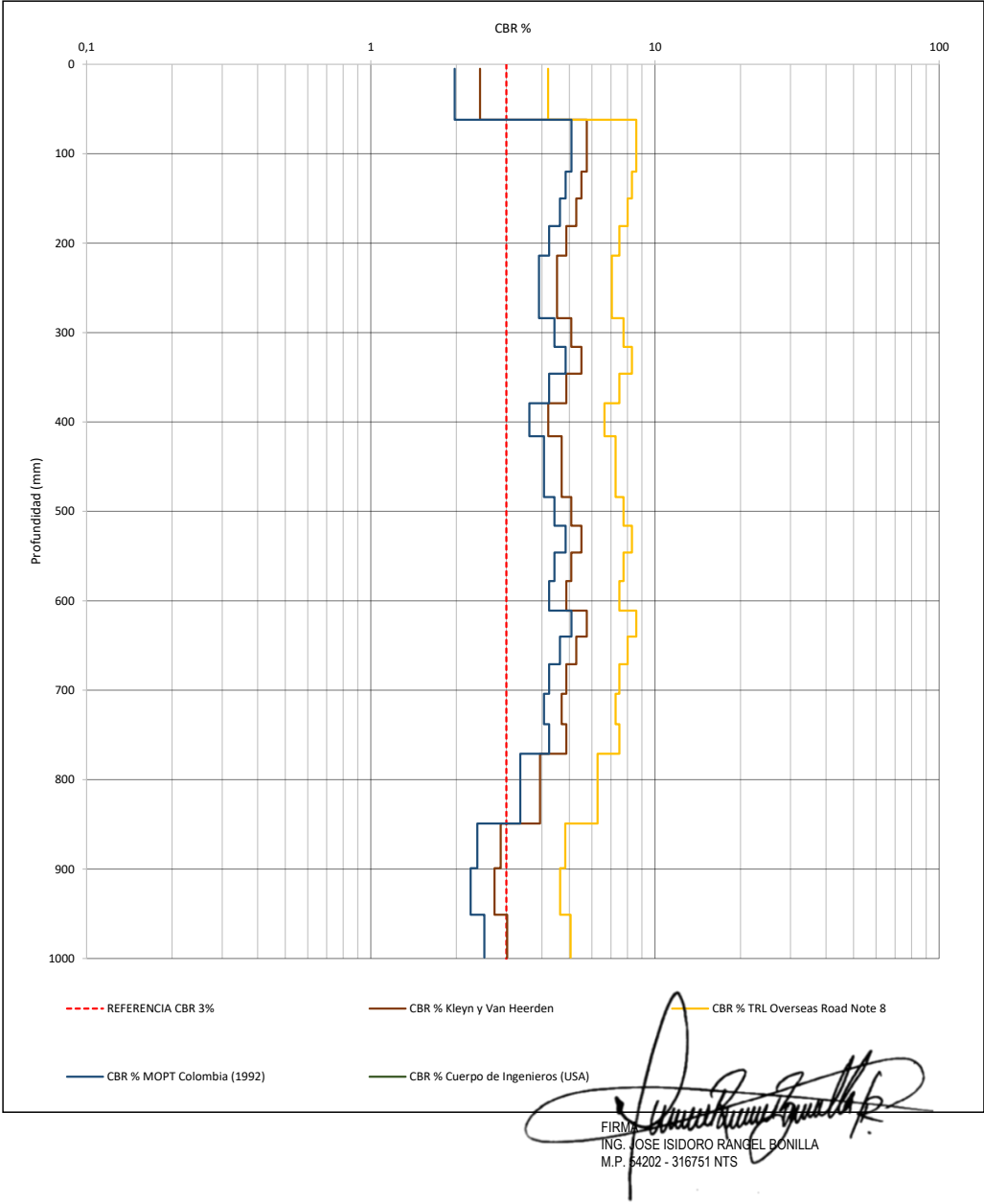
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362736.11N 847681.90E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 11 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	5	VALOR DE CBR %:	4,04
----------------	----	-------------------------	---	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

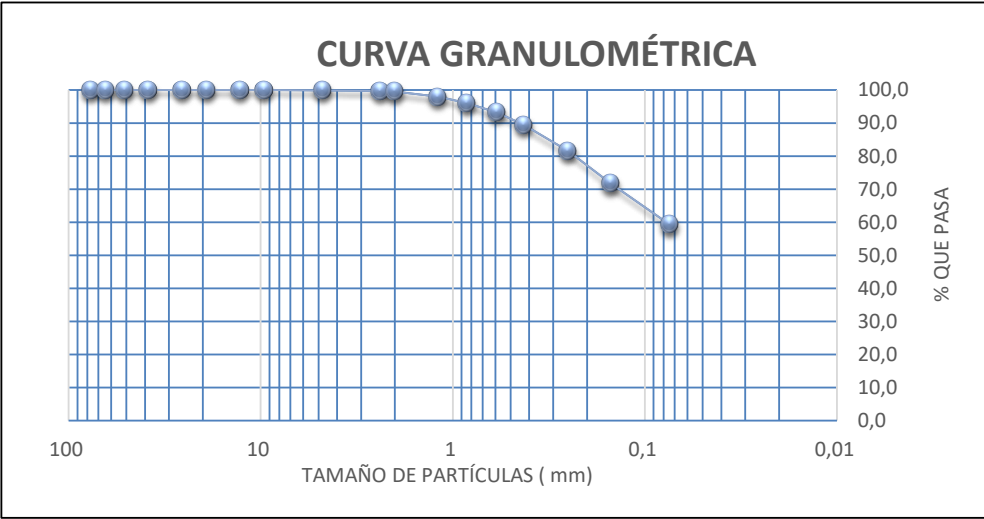
INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362736.11N 847681.90E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 11 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arolia arenosa color marrón, plasticidad media, estado de consistencia inferior al límite plástico.		



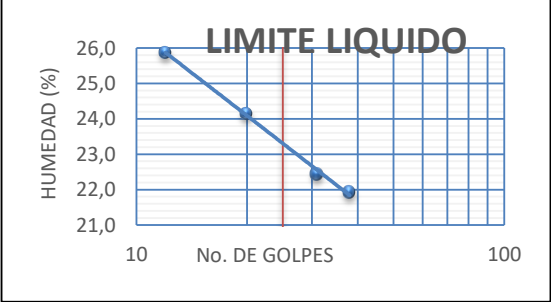
DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA NORMA INV. E - 122 - 13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS SUELOS POR TAMIZADO NORMA INV. E - 123 -13	DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO Y PLÁSTICO DE LOS SUELOS NORMA INV. E - 125 Y 126 - 13
---	--	--

PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362680.21N 847634.36E		
APIQUE:	12	MUESTRA:	1
		PROFUNDIDAD:	0.30 a 1.00 metros
DESCRIPCIÓN:	Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al limite plástico.		

GRADACIÓN					
Peso Inicial		300	Peso Final		122,29
TAMIZ No.		PESO	%	% RET.	% QUE
pulg.	mm.	RETENID	RETENID	ACUM.	PASA
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2 "	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2 "	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2 "	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1 "	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4 "	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2 "	12,7	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8 "	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	0,34	0,11	0,11	99,89
No. 8	2,38	0,61	0,20	0,32	99,68
No.10	2,00	0,40	0,13	0,45	99,55
No. 16	1,19	4,59	1,53	1,98	98,02
No. 20	0,841	5,98	1,99	3,97	96,03
No. 30	0,59	8,38	2,79	6,77	93,23
No. 40	0,425	11,52	3,84	10,61	89,39
No. 60	0,25	23,64	7,88	18,49	81,51
No. 100	0,15	29,60	9,87	28,35	71,65
No. 200	0,074	37,23	12,41	40,76	59,24
FONDO		177,71	59,24	100,00	0,00



Numero de Golpes	38	31	20	12	Limites de Consistencia		
Numero de la tara	4	51	72	122	130	131	172
peso húmedo (gr.)	36,20	32,17	33,41	34,18	13,77	14,70	13,54
Peso seco (gr.)	30,66	27,25	27,92	28,44	12,93	13,93	12,74
Peso tara (gr.)	5,39	5,31	5,17	6,25	5,17	6,32	5,28
Humedad	21,92	22,42	24,13	25,87	10,82	10,12	10,72



CLASIFICACIÓN			
AASHTO	A-6	U.S.C.	CL
GRAVA	0,11	I.G.	5
ARENA	40,65	D60(mm)	-
FINOS	59,24	D30(mm)	-
L.L.	23,30	D10(mm)	-
L.P.	10,56	Cu	-
I.P.	12,75	Cc	-

Humedad Natural			
Numero de la tara	33	134	170
peso húmedo (gr.)	189,72	179,97	187,47
Peso seco (gr.)	179,23	170,91	177,95
Peso tara (gr.)	72,98	75,98	77,04
Humedad	9,87	9,54	9,43
Humedad Promedio	9,62		

OBSERVACIONES:

FIRMA:

ING. JOSÉ ISIDORO RANGEL BONILLA

M.P. 54202 - 316751 NTS

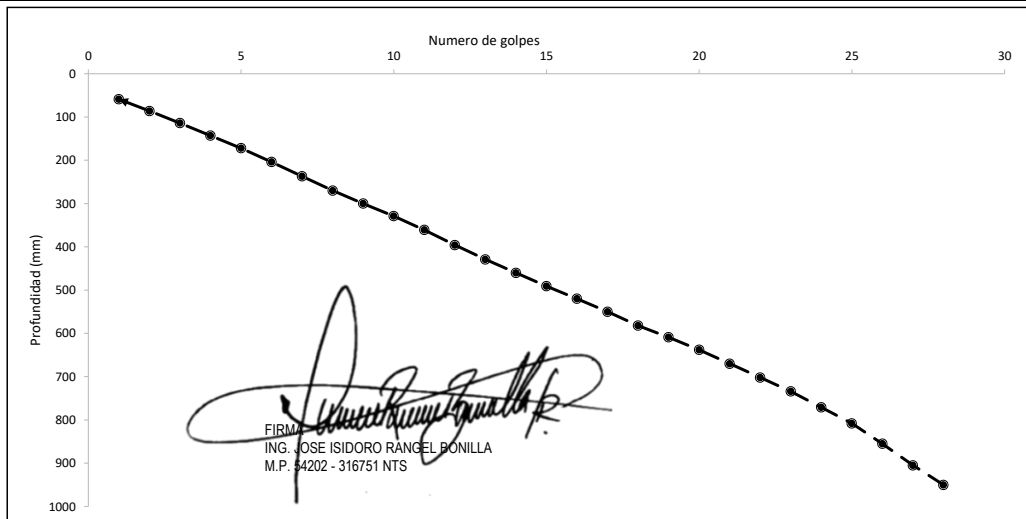
jueves, 16 de octubre de 2025

ENSAYOS DE CAMPO PARA SUELOS
CDP - CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN INV. E - 172 - 13

INFORMACION DE CONO DINAMICO			
CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONO			
SECTOR BOCONO - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362680.21N 847634.36E			
PROYECTO:			
UBICACION:			
LOCALIZACION:	APIQUE: 12 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACION:	Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

TIPO DE SUELO:	CL	PROFUNDIDAD ENSAYO (mm)	10	VALOR DE CBR %:	4,34
----------------	----	-------------------------	----	-----------------	------

TIPO DE MARTILLO:	8 Kg
-------------------	------

[illegible]

INFORMACIÓN DE CONO DINAMICO			
PROYECTO:	CONSTRUCCION CART PATH EN CAMPO DE GOLF SECTOR BOCONÓ		
UBICACIÓN:	SECTOR BOCONÓ - VILLA DEL ROSARIO COORDENADA 1362680.21N 847634.36E		
LOCALIZACIÓN:	APIQUE: 12 MUESTRA: 1	Fecha:	jueves, 16 de octubre de 2025
CARACTERIZACIÓN:	Arcilla arenosa color marrón con vetas naranjadas, plasticidad baja, estado de consistencia inferior al límite plástico.		

