JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION DE CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER



Ilustración 1 Lugar de estudio. Fuente: Autor.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
INFORMACIÓN DEL PROYECTO 5
NOMBRE DEL PROYECTO 5
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
OBJETIVO DEL ESTUDIO 6
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6
AMENAZA SISMICA DE LA ZONA 7
AMENAZA POR SISMICIDAD. 7
RIESGO MODERADO A ALTO 7
GEOLOGÍA DE LA ZONA 8
GEOLOGIA GENERAL 8
PRECAMBRICO 9
Ortoneis (pDo). 9
SITEMA CRETACEO 9
Formación Tibú-Mercedes (Kitm). 9
Formación Aguardiente (Kia). 9
DEPOSITOS CUATERNARIOS 9
Depósitos Fluvio-lacustres 10
INFORMACIÓN DEL SITIO DE EXPLORACIÓN 12
UBICACIÓN 12
ESTRUCTURAS VECINAS 12
EXCAVACIONES PARA ZAPATAS 12
Recomendaciones al proceso constructivo de cimentación con predios vecinos. 13
DRENAJE 14
EXPLORACION DEL SUBSUELO 14
PROFUNDIDAD DE EXCAVACION 14
NIVEL FREÁTICO 15
INVESTIGACION DEL SUBSUELO 18
LOCALIZACION Y RESULTADO DE LOS SONDEOS 18
RESULTADOS DE LOS SONDEOS 19

Sondeo 1 19
Sondeo 2 20
Sondeo 3 21
PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES 22
MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO 23
Diseño de la cimentación 24
Resultado de los laboratorios 24
ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA 24
ASENTAMIENTO ELASTICO 25
SUELOS NORMALMENTE CONSOLIDADOS 30
COEFICIENTE DE PRESION DE TIERRAS 32
CRITERIO DEL DISEÑADOR 33
RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO 33
RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION 34
LIMITACIONES 34
ANEXOS 35
REGISTRO FOTOGRÁFICO 35
Registro de los laboratorios 44

INTRODUCCIÓN

La empresa INGESUELOSJB, realizó las investigaciones del subsuelo al interior del predio ubicado en el barrio brisas, en el municipio de Pamplona – Norte de Santander. En el desarrollo del estudio de suelos se ejecutaron sondeos y ensayos de laboratorio para conocer la naturaleza del depósito, profundidad, espesor y composición de los diferentes niveles, nivel freático y sus variaciones, y propiedades desde el punto de vista de ingeniería, con el fin de determinar de manera aproximada las características geotécnicas del terreno para establecer las condiciones que limitan su utilización, los problemas que se puedan presentar y formular algunos criterios y parámetros básicos que deben tener en cuenta los ingenieros encargados del diseño y desarrollo del proyecto.



Ilustración 2 Imagen estado de la cancha. Fuente: Autor.

El estudio se inicia con generalidades como localización y objetivos, posteriormente se enumeran los trabajos realizados en campo y en laboratorio. Con base en estos trabajos se describe el perfil estratigráfico del suelo y algunas de sus características geomecánicas. Con esta información se efectúa un análisis geotécnico que finaliza con recomendaciones que permiten entre otros aspectos establecer el tipo y profundidad de cimentación, capacidad de carga y otros parámetros necesarios para el diseño del proyecto a construirse.

CUMPLIMIENTO DE LA NORMA NSR – 10

El presente estudio cumple con la ley 1229 de 2008 y el decreto 926 de 2010.

(Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR - 10)

El ingeniero geotecnista da fe de que conoce el lugar y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente informe.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO

ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION DE CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El terreno donde se desea realizar las construcciones de la edificación se encuentra ubicado en la república de Colombia, en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, específicamente en el barrio brisas.

Coordenadas del lugar de estudio: 7.383445°N 72.638339°W

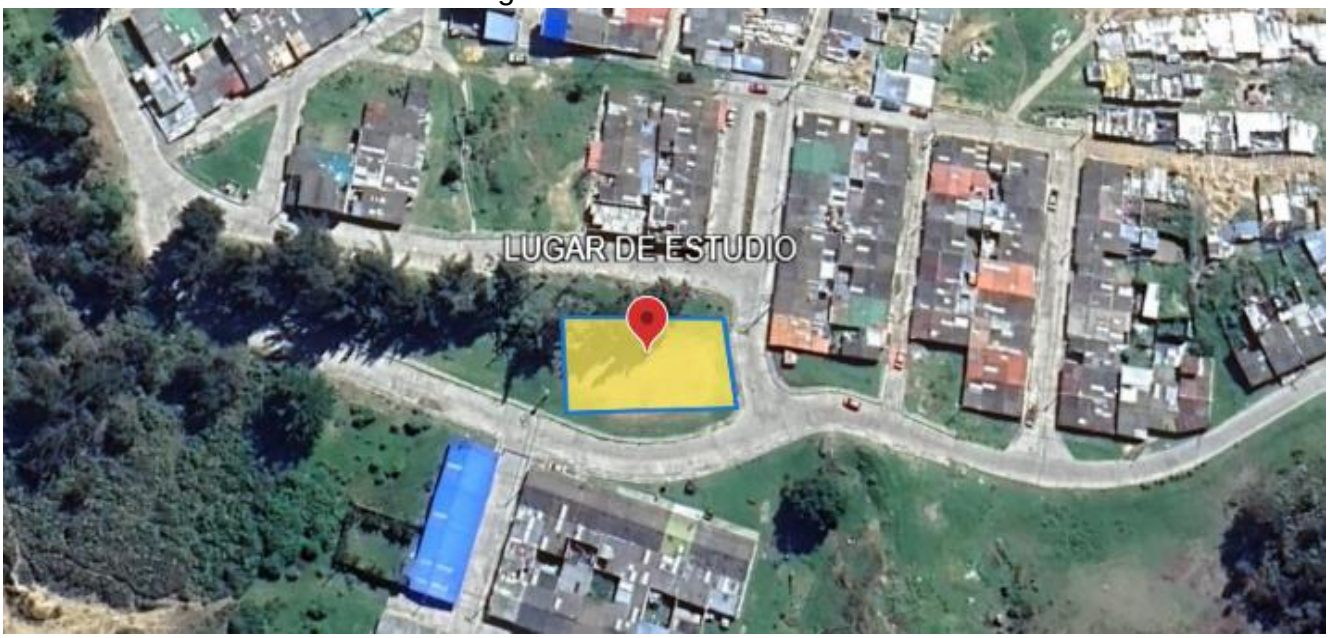


Ilustración 3 Área de estudio. Fuente: Google Earth Pro.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Para garantizar la seguridad, durabilidad y estabilidad de la edificación a construir es de vital importancia conocer todas las características mecánicas del suelo donde va estar ubicado la estructura, para ello se llevar a cabo un estudio donde se determinarán las propiedades mecánicas del suelo. Estos estudios o ensayos deben realizarse de manera correcta, para poder diseñar las cimentaciones con sus respectivas dimensiones y poder establecer el asentamiento que va tener el suelo con la estructura.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto por desarrollar consiste en la construcción de una estructura para un escenario deportivo, cancha de futbol. Se clasifica como una construcción de **nivel de categoría Baja**, dado que la mayor carga vertical estimada es de **25 kN** por m2, conforme a lo establecido en la **tabla H.3.1-1 de la NSR-10**.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

AMENAZA SISMICA DE LA ZONA

Para su análisis dentro del casco urbano del municipio de Pamplona.

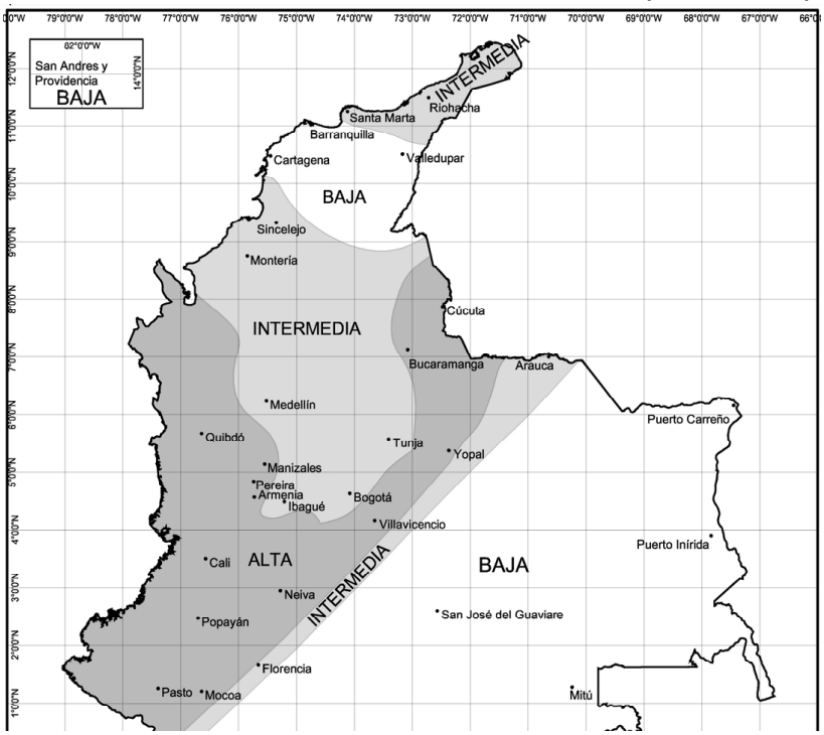


Ilustración 4 Mapa de amenaza sísmica para Colombia según el estudio general de amenaza sísmica.

AMENAZA POR SISMICIDAD.

Teniendo en cuenta que gran parte del territorio del departamento de Norte de Santander se encuentra en una zona de alta Sismicidad, Sarria (1991) hace una zonificación basada en un mapa de isosistas dividiendo el departamento en tres zonas de Amenaza sísmica: alta, intermedia y baja donde el municipio de Pamplona se ubica en una zona de Amenaza Sísmica alta, con intensidad histórica según la escala de Mercalli de IX. La Cabecera municipal debido a su ubicación dentro de un depósito de ladera y cercano a las fallas geológicas a través de las cuales las ondas sísmicas se transmiten con más facilidad.

RIESGO MODERADO A ALTO

Toda el área del municipio y gran parte del departamento se ubican dentro de una zona de riesgo sísmico alto; sin embargo, el alcance de este análisis solo nos permite ubicar la cabecera municipal y el área rural, dentro de dicha zona de riesgo alto. Igualmente debemos recordar que históricamente hay antecedentes trágicos de eventuales sismos en esta región, lo cual permite recomendar, que se aplique estrictamente la Normatividad del Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes en las nuevas edificaciones que se construyan y formular un estudio de vulnerabilidad sobre las actuales construcciones.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

GEOLOGÍA DE LA ZONA

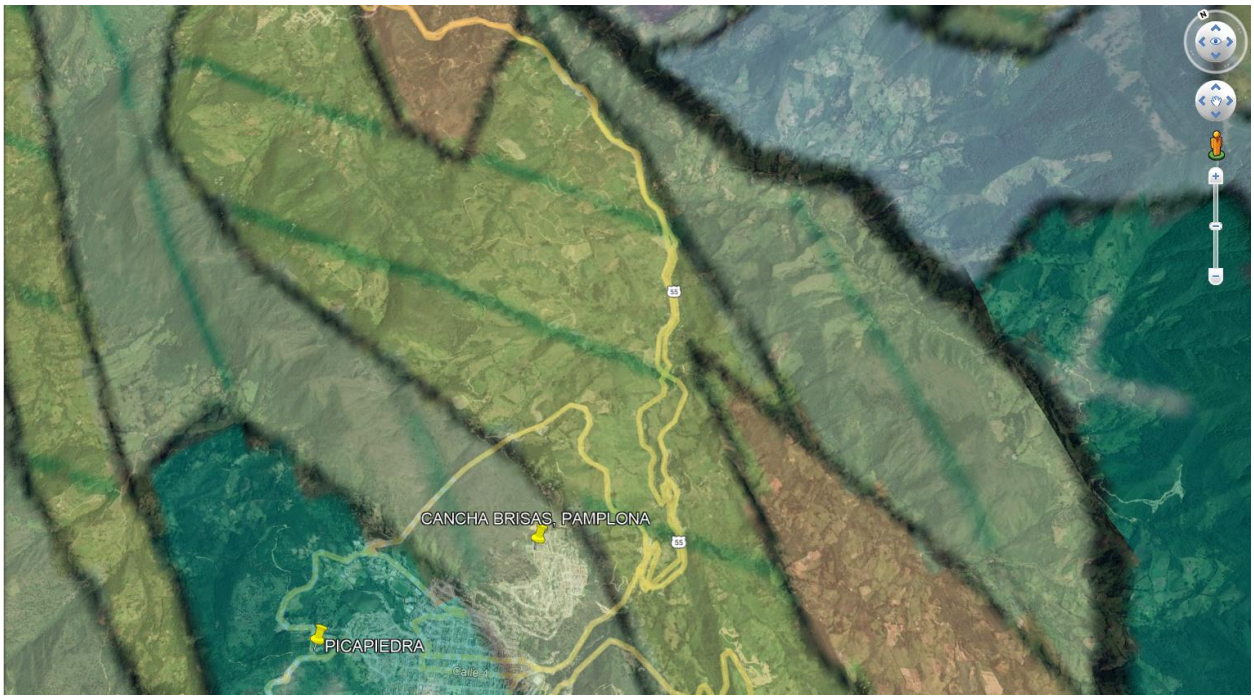


Ilustración 5 Mapa geológico del lugar de estudio. Fuente: Plancha 110 servicio geológico colombiana.

GEOLOGIA GENERAL

Desde el punto de vista geológico-estructural, el casco urbano de Pamplona se desarrolla sobre depósitos cuaternarios de origen fluviolacustre, los cuales se encuentran depositados de forma discordante sobre rocas ígneas del tipo gneis cuarzomonzonítico, pertenecientes a la unidad Ortoneis. Esta zona se ubica en el denominado Valle del Espíritu Santo, atravesado por el cauce del río Pamplonita y bordeado por rocas sedimentarias pertenecientes a las formaciones Girón, Tibú-Mercedes y Aguardiente, con un fuerte control estructural que, desde el punto de vista geomorfológico, da origen a lomas y cuchillas.

Estructuralmente, el casco urbano de Pamplona está enmarcado por la **falla de Pamplona**, de tipo inverso y rumbo norte-sur, y por **el sistema de fallas de Chitagá**, también de tipo inverso y con la misma orientación. Esta estructura está además interrumpida por fallas de tipo normal, localizadas en el **cerro Cristo Rey** y en la cuenca de la **quebrada El Escorial**.

ESTRATIGRAFÍA

En el municipio de Pamplona afloran rocas metamórficas del proterozoico tardío al paleozoico y rocas sedimentarias del Cretáceo inferior pertenecientes a la Cuenca de Maracaibo. Los Depósitos Cuaternarios se encuentran ampliamente distribuidos en la zona cubriendo estas litologías, en su mayoría son de origen denudacional, estructural como Coluviones, conos de deyección; y de origen fluvial como aluviones.

PRECAMBRICO

Ortoneis (pDo).

La unidad Ortogneis corresponde a rocas metamórficas de origen ígneo tipo gneis cuarzo feldespático, La composición predominante al oeste de Pamplona es: biotita de grano grueso, plagioclasas, cuarzo y cristales grandes de feldespato rosado.

La unidad se encuentra ampliamente fracturada y muy meteorizada, dando lugar a suelos arcillosos de color amarillento y a depósitos de ladera tipo coluvión.

La unidad constituye el basamento donde descansan discordantemente los depósitos cuaternarios donde La ciudad de Pamplona desarrollo su urbanismo. Se presentan buenos afloramientos, en la carrera central, Pamplona Bucaramanga y en el barrio Nuevo Amanecer.

SITEMA CRETACEO

Formación Tibú-Mercedes (Kitm).

La formación Tibú- Mercedes corresponde a rocas sedimentarias tipo lodolitas negras fósiles, intercaladas con areniscas y calizas. La formación aflora al sur-este de Pamplona, siguiendo el tren estructural de la secuencia cretácea, El barrio Los Garabatos y el Progreso desarrollaron su urbanismo sobre rocas de esta unidad, ubicadas en la ladera cuchilla El Escorial. También se presentan afloramientos, cubiertos por el urbanismo en los barrios Humilladero y el Camellón. El contacto de la formación con la unidad subyacente (Unidad Ortogneis) esta oscurecido por el material aluvial y coluvial.

Formación Aguardiente (Kia).

La formación Aguardiente corresponde a rocas sedimentarias tipo areniscas de grano grueso medio de color gris claro de composición cuarzosa, glauconita y calcárea con intercalaciones de lodolitas grises en capas delgadas.

La formación presenta buenos afloramientos en la cuchilla El escorial y en el cerro Cristo Rey, donde se desarrolló el urbanismo de los barrios Cristo Rey, Arenales y Villa Cristina. Áreas donde antiguamente se realizaba minería para la extracción de arenas utilizadas en la construcción. La formación Aguardiente se encuentra afectada por fallas de tipo normal, en el cerro Cristo rey y en la cuchilla El Escorial, lo que genera un alto fracturamiento, con presencia de numerosas familias de diaclasas o fracturas, como consecuencia de la fuerte tectónica que afecta la zona, esto genera numerosos depósitos de ladera distribuidos ampliamente en las laderas del valle del río Pamplonita.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos cuaternarios se encuentran ampliamente distribuidos en el valle del Espíritu Santo, cortados por él cauce del río Pamplonita descansando discordantemente sobre las diferentes formaciones presentes principalmente sobre la Unidad Ortogneis.

La formación de los depósitos está relacionada a los procesos estructurales y denudacionales y a los procesos Fluvio-lacustres que permitieron el arranque, transporte y depositación de

abundante material detrítico. A partir de su origen los depósitos se clasificaron de la siguiente manera:

Depósitos Fluvio-lacustres.

Los depósitos fluvio- lacustres se formaron a partir de caudales constantes de las quebradas Monteadentro, El Volcán y Navarro que conforman la cuenca de recepción del río Pamplonita y pequeñas microcuencas de las quebradas, El escorial, El Buque y Jurado que bordean el valle, aportaron material detrítico y su caudal encontró el nivel base para depositar suficiente material detrítico, para conformar un valle amplio de topografía plano ondulosa con pendientes que varían de suave (6-12 %) a pronunciadas (13-30%).

Estos depósitos están constituidos por fragmentos de areniscas y gneiss Cuarzo monzonítico redondeados de baja esfericidad, cuyos tamaños varían de centímetros a metros, embebidos dentro de una matriz areno arcillosa de color amarillenta. El depósito presenta estructura masiva, con espesor variado y altamente permeable, lo que refleja un alto nivel freático.

Sobre los depósitos fluvio-lacustres Pamplona desarrollo su urbanismo, aprovechando la topografía del valle encerrado. Actualmente el río Pamplonita labra su cauce sobre estos depósitos. Él cause presenta forma de canal, con una profundidad que varía de uno a dos metros, y en su recorrido por el casco urbano se encuentra canalizado.

Depósitos Aluviales (Qal).

Los depósitos Aluviales se forman a partir de corrientes de las quebradas Monteadentro, El Volcán, Navarro, Jurado y El Buque que aportan abundante material detritico, el cual es depositado en forma de abanicos. Los depósitos están constituidos por cantos redondeados que varían en tamaño dentro de una matriz areno- arcillosa. Los depósitos Presentan una topografía más abrupta, con pendiente Pronunciada (13 - 30%) a muy pronunciada (31 - 70 %). En el municipio este tipo de depósitos se encuentran urbanizados, como es el caso, de los depósitos dejados por la quebrada Monteadentro donde se desarrolla el urbanismo del barrio Cariongo y la quebrada El Buque, donde actualmente se encuentra funcionando la Universidad de Pamplona.

CONO DE DEYECCION (QTF)

Este tipo de depósitos es formado a partir de la fuerte tectónica de la zona y los cambios climáticos, los cuales aportan abundante material detrítico transportado a través de corrientes superficiales y depositado en forma de conos. Estos depósitos están constituidos por fragmentos o cantos de roca angulosos de baja esfericidad embebidos dentro de una matriz areno-arcillosa. Este tipo de depósito se localiza en el valle de la quebrada El Escorial. Sobre este tipo de depósitos se desarrolló el urbanismo los barrios El escorial, San Pedro y la Casa de Retiros Espirituales.

Depósitos Coluviales (QC)

Los depósitos Coluviales 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 del valle, 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. Este tipo de depósitos se encuentra ampliamente distribuido sobre las diferentes formaciones presentes en la zona de estudio.

Estos depósitos se encuentran bordeando al valle del río Pamplonita, con topografía de lomas con pendientes que varían de pronunciadas (13-30 %) a Escarpadas (>70 %), con espesor variado sobre los cuales sé a desarrollado el urbanismo de los barrios Santa Marta, Las Margaritas, Nuevo Amanecer, Juan XXlll, Galán, Humilladero, Loma de la Cruz, Jurado Los Alpes, El Zulia, urbanización El Pinar.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A escala local se presentan fallas de tipo normal con dirección este-oeste que fracturan las rocas de la formación Aguardiente y la formación Tibú-Mercedes en el cerro Cristo Rey, generando un alto fracturamiento del macizo rocoso que puede heredar planos de falla a los depósitos cuaternarios de la zona de influencia.

En la cuchilla El Escorial La formación Aguardiente presenta un sistema de fallas de contacto y normal que afecta a la parte media de la cuenca de la quebrada El Escorial, donde actualmente se vienen desarrollando proyectos urbanísticos, que ameritan ser estudiados. La fuerte tectónica afecta los macizos rocosos de la Unidad Ortogneis produciendo fracturamiento que acelera los procesos de meteorización. Sobre los depósitos cuaternarios no se observan evidencias de Neotectónica, que suministren información sobre fallas en el basamento y hayan sido heredadas por los depósitos. Las principales estructuras tectónicas dentro del casco urbano de Pamplona son:

- Falla Cristo Rey: Falla de tipo normal, con rumbo este-oeste. Afecta las rocas de la formación Aguardiente y Tibú- Mercedes, generando un paisaje de origen estructural-denudacional, la estructura afecta parte del basamento donde reposan discordantemente depósitos de ladera tipo coluvión, donde se desarrolló el urbanismo de los barrios Juan XXlll.

- Falla El Escorial: Sistema de fallas con rumbo este-oeste, cortadas por una falla de contacto. La falla afecta rocas de la formación Aguardiente y de la formación Tibú- Mercedes y parte de algunos afloramientos de la formación Girón que afecta los depósitos presentes en el valle de la quebrada El Escorial.

INFORMACIÓN DEL SITIO DE EXPLORACIÓN

UBICACIÓN

El lugar en el cual se realizó la exploración se encuentra localizado en el municipio de Pamplona, para la exploración del subsuelo se realizaron 3 perforaciones con SPT.

ESTRUCTURAS VECINAS



Ilustración 6 Estructuras vecinas al lugar de estudio. Fuente: Autor.

En el terreno destinado para la construcción de la estructura NO se encuentran edificaciones vecinas en el perímetro del proyecto. Pero por tal motivo, es de vital importancia que, en caso de realizar excavaciones, no se exceda una profundidad de 1,5 metros sin implementar previamente sistemas de protección o estabilización adecuados que salvaguarden la integridad de las construcciones colindantes.

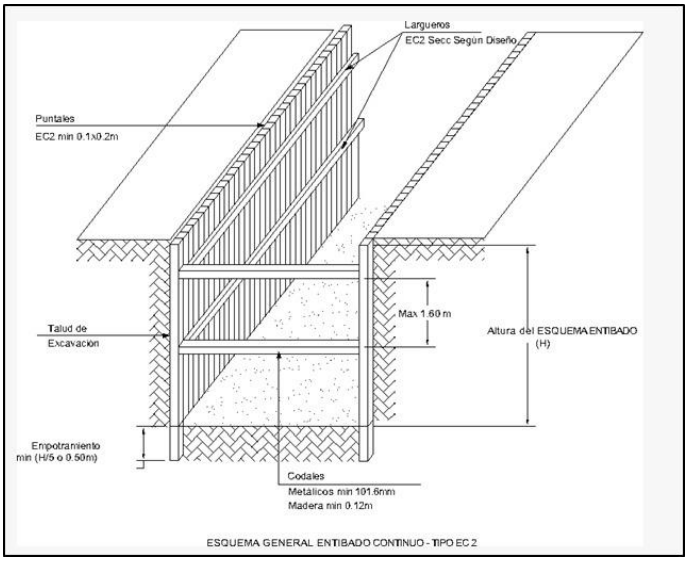
EXCAVACIONES PARA ZAPATAS

Las excavaciones para las zanjas con alturas superiores a 1.0 metro se realizarán en forma vertical empleando un entibado tipo EC 2 con el fin de evitar deslizamientos y garantizar la seguridad de quienes efectúen las excavaciones, dicho entibado será conformado por tablas de madera de 0.10 m x 0.20 m. Las tablas estarán sostenidas con codales metálicos telescópicos de 0.15 m de diámetro por sección, espaciados 1.6 m entre ejes. La longitud de empotramiento de los puntales de los entibados en el suelo será como mínimo de 0.50 m bajo el fondo de la excavación y para los entibados la primera línea de codales deberá estar colocada a una altura inferior a 1.6 m.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

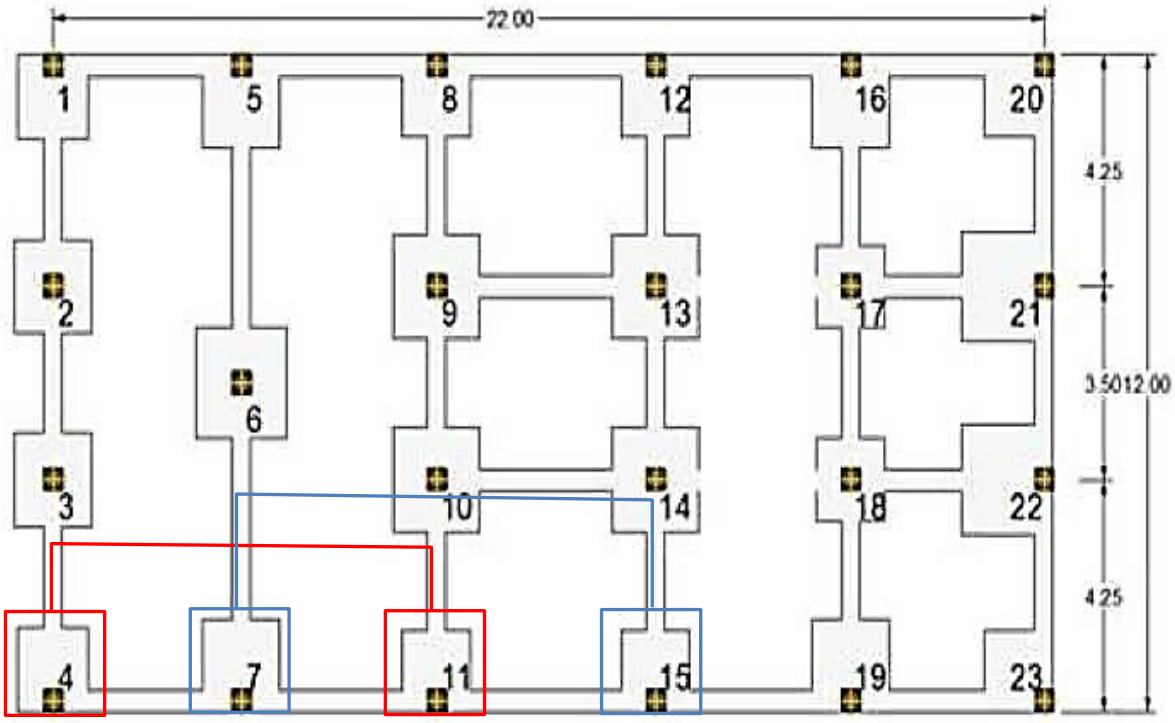


Recomendaciones al proceso constructivo de cimentación con predios vecinos.

Para los procesos de las excavaciones en el lote y que no afecte las edificaciones vecinas, se recomienda desarrollar el siguiente proceso constructivo:

Realizar las excavaciones para cada uno de los cimientos, pero en los perímetros del lote de manera intercalada, tal como se muestra en elsiguiente esquema.

Para el caso explicativo, se puede iniciar con la excavación de la cimentación identificada con el numeral 4 y 11 hasta alcanzar los niveles recomendados de cimentación.



Posteriormente, y de manera inmediata, se deberá realizar la **recuperación del terreno** en las excavaciones **N.º 4 y 11**, hasta alcanzar el **nivel de fundición de la zapata**, utilizando **concreto ciclópeo**, cuyas características técnicas se especifican en el presente informe de suelos. Una vez completados estos procesos, se podrá continuar con la ejecución del siguiente **eje de columnas**, correspondiente a las cimentaciones identificadas con los números **7 y 15** (representadas en **color azul** en el gráfico de cimentación).

DRENAJE

A la hora de la excavación NO se evidencio presencia o yacimientos de aguas en el terreno. Si se presentan nivel freático durante la excavación es importante realizar el abatimiento del mismo con filtros y si es necesario la construcción de una caja para encausar el agua y sacarlo al sistema de alcantarillado. Es de vital importancia hacer los debidos drenajes de aguas lluvias para la construcción para evitar la filtración de dicha agua al suelo.

EXPLORACION DEL SUBSUELO

PROFUNDIDAD DE EXCAVACION

Para este proyecto se realizaron sondeos con equipo SPT distribuidos como se muestra en la siguiente ilustración, alcanzando profundidades promedio de 5.0 m.

(D) El artículo H.3.2.5 – NSR10 PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS específica que al menos el 50% de los sondeos exigidos debe alcanzar la profundidad de 6 metros por debajo del nivel de excavación; sin embargo, en el numeral (d) se define que en los casos donde se encuentre aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, en estudios de categoría BAJA se finaliza el sondeo.

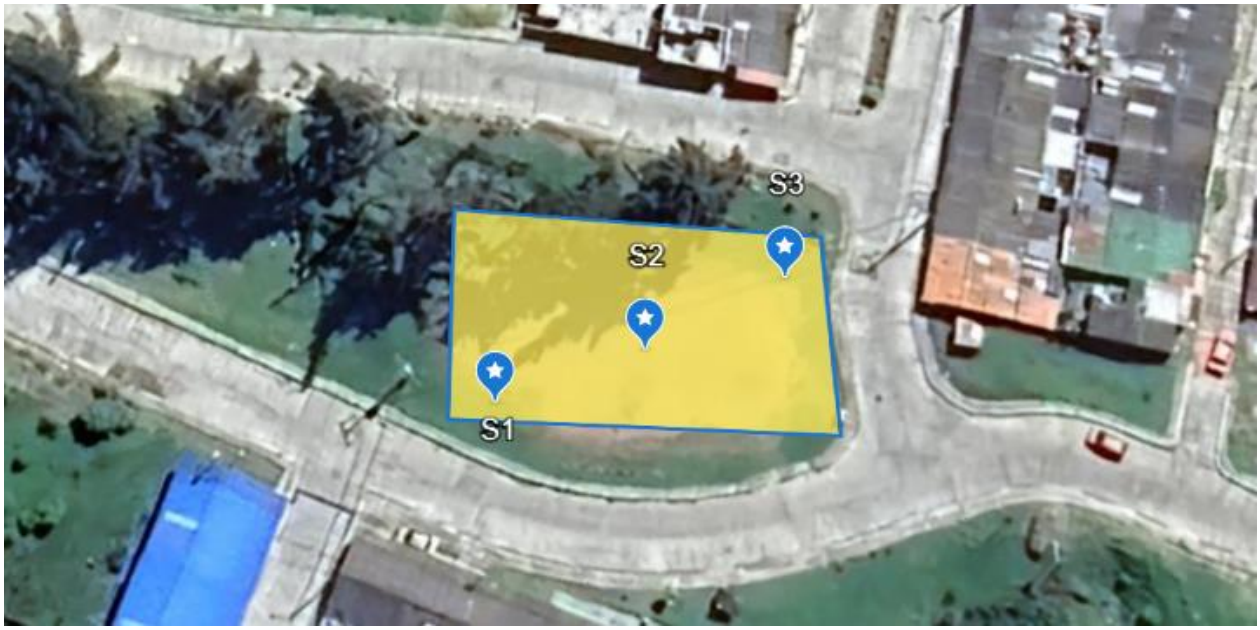


Ilustración 7 Ubicación de los sondeos. Fuente: Autor.

Sondeo	LATITUD	LONGITUD
Sondeo 1	7°23'01"N	72°38'18"W
Sondeo 2	7°23'00"N	72°38'18"W
Sondeo 3	7°23'00"N	72°38'17"W

NIVEL FREÁTICO

En los sondeos realizados para la exploración del subsuelo se evidencio presencia de nivel freático en las profundidades alcanzadas en dichos sondeos.

Sondeos	1	2	3
Profundidad N.F [m]	N. P	N. P	N. P

N. P: No presenta.

A continuación, se presenta los resultados de la exploración del subsuelo en el área donde se construirá la estructura:

En la superficie, desde los 0.5 hasta los 1.5 m de profundidad, se identificó un estrato correspondiente a la capa superficial del terreno, compuesto por un material de color marrón claro con tonalidades amarillentas opacas, tiene un textura predominantemente arenosa-limosa y presencia de materia orgánica. Se observa una consistencia media con presencia de fisuras debido a su cohesión, con humedad moderada, de humedad y consistencia se percibe moderada. Este nivel representa una profundidad aproximada de 1 m.

En continuidad con el estrato superficial, entre los 1.5 y 2.5 m de profundidad se identificó un suelo de arcilla de baja plasticidad, de color marrón claro y presenta manchas de color gris. El material presenta un contenido de humedad moderado al tacto, con buena cohesión entre partículas y una compactación adecuada, lo que le confiere una consistencia firme y estable. La fracción arcillosa otorga plasticidad, la porción mínima de arenas no favorece directamente el drenaje parcial del estrato, pero este a su vez no genera acumulación del líquido que permita llegar a la saturación, su comportamiento mecánico favorece para cimentaciones poco profundas.

posteriormente, en el rango de profundidad comprendido entre 2.5 metros y 4.0 metros, se observa una muestra de suelo con predominancia de arcilla arenosa, lo que puede indicar una posible transición entre un estrato y otro. Presenta una coloración marrón clara a media, y se distingue por un contenido de humedad moderado de igual características que el estrato anterior. Esta al ser manipulada, esta permite ser moldeada presentando buena de cohesión, aunque al ejercer presión demás esta llega a fracturarse o se corta la muestra exhibe una matriz de partículas finas con una proporción significativa de arenas ya que estas se adhieren a una nuestra palma y dedos de la mano, confiriéndole características intermedias entre un suelo cohesivo hacia una transición granular.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Continuando con la descripción del perfil de suelo, a una profundidad de 4.0a 5.5 metros, se identifica una muestra que mantiene las características de arcilla arenosa. Esta capa de suelo exhibe una coloración amarillenta, mostrando un contenido de humedad baja que, junto con una cohesión moderad y baja plasticidad, sugiere una transición gradual en la composición, manteniendo una proporción estable de arenas dentro de la matriz arcillosa. Este estrato presenta una estructura arenosa notable esto debido a que la muestra al ser extraída dentro del tubo presenta buena contextura en una composición, pero al ser manipulada tiene a desmoronarse en diferentes tamaños de muestras.

Nivel (M)		**Sondeo 1 al 3**	**Detalle**
Desde	**Hasta**		
0	1.5		**Suelo de relleno.** se identificó un estrato correspondiente a la capa superficial del terreno, compuesto por un material de color marrón claro con tonalidades amarillentas opacas, tiene un textura predominantemente arenosa-limosa y presencia de materia orgánica **Limitaciones geotécnicas** Suelos competentes para la cimentación de estructuras poco profundas.
1.5	2.5		**Arcilla de baja plasticidad CL,** Se identificó un suelo de arcilla arenosa, de color amarillo claro y presenta manchas de color gris. El material presenta un contenido de humedad moderado, con buena cohesión y una compactación adecuada, lo que le confiere una consistencia firme y estable. De profundidad aproximada de 2.5 m. **Limitaciones geotécnicas**: Suelos competentes para la cimentación de estructuras.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

2.5	4.0		**Arcilla arenosa CS** Se observa una muestra de suelo predominantemente arcillosa arenosa. Presenta una coloración marrón clara a media, y se distingue por un contenido de humedad baja. Cuenta con una profundidad de 4.0 m. consolidada y resistente. **Limitaciones geotécnicas:** Suelos competentes para la cimentación de estructuras.
4.0	5.5		**Arcilla arenosa CS** Se identifica una muestra que mantiene las características de arcilla arenosa. Esta capa de suelo exhibe una coloración con brillo predominante amarillenta, mostrando un contenido de humedad baja y una moderada cohesión con baja plasticidad. Cuenta con una profundidad de 5.5 m. **Limitaciones geotécnicas**: Suelos competentes para la cimentación de estructuras.

INVESTIGACION DEL SUBSUELO

Con el propósito de caracterizar el suelo sobre el que se proyecta la estructura, se realizaron 3 sondeos a percusión mecánica por el Método de Penetración Estándar (STP – MECANICO) hasta profundidades promedios de 5,50 m. El tipo de muestras obtenidas son semi alteradas tomadas en tubo partido; después de descritas las muestras obtenidas se identificaron las más típicas y se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Ensayo	Norma	Numero de ensayos
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63	4
Humedad	ASTM D 2216	4
Determinación límites de Atterberg	ASTM D 4318	4
Peso unitario	ASTM D2167	2
Gravedad especifica	ASTM D-854	1
Corte directo	ASTM D 3080	
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	4

LOCALIZACION Y RESULTADO DE LOS SONDEOS

Ensayo de penetración estándar: este ensayo permite encontrar la resistencia relativa de las diferentes formaciones de suelo y localizar la superficie de falla. En este ensayo se cuenta el número de golpes necesarios para hincar 50 cm. Un muestreador en forma de tubo partido vertical y este valor número de golpes (N) se correlaciona empíricamente con la resistencia del suelo.

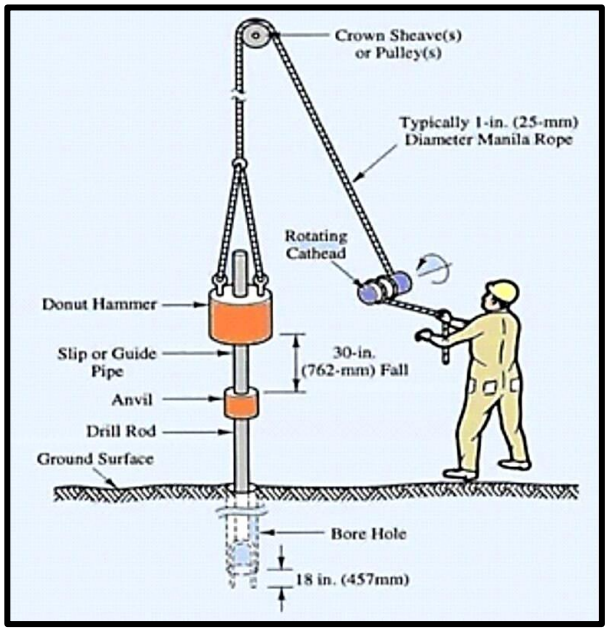


Ilustración 8 Esquema SPT. Fuente: https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/nspt

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

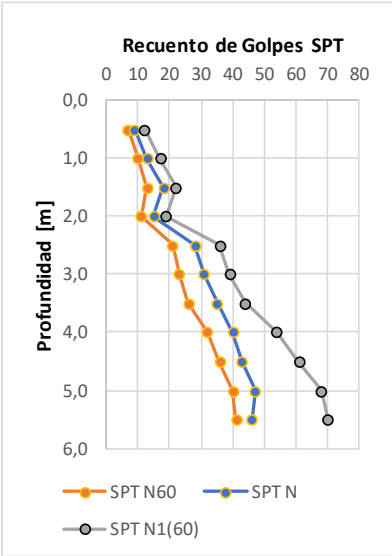
RESULTADOS DE LOS SONDEOS

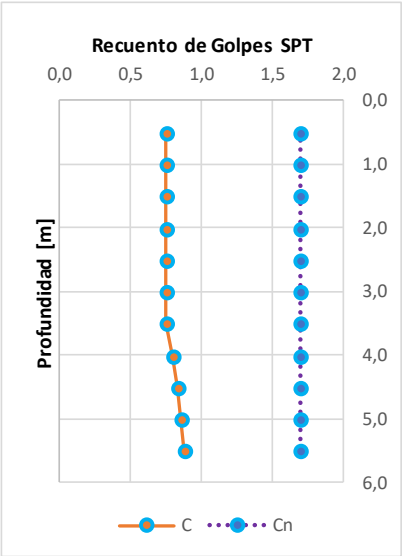
Sondeo 1

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

Proyecto	CONSTRUCCION ESTRUCTURAL CANCHA BRISAS			
N° sondeo	1	**Profundidad [m]**	5,5	
Localización	Pamplona/ Brisas de Pamplonita		**Espesor**	5,5
Solicitante	-		**Codigo**	1
Material			**Fecha**	29/08/2024

Z [m]	N° de golpes	N45	N55	N60	Cn	C	N1(45)	N1(55)	N1(60)
0,5	9	9	7	7	1,70	0,75	15	12	12
1,0	13	13	11	10	1,70	0,75	22	19	17
1,5	18	18	15	13	1,70	0,75	31	25	22
2,0	15	15	12	11	1,70	0,75	25	20	19
2,5	28	28	23	21	1,70	0,75	48	39	36
3,0	31	31	25	23	1,70	0,75	53	42	39
3,5	35	35	29	26	1,70	0,75	59	49	44
4,0	40	42	35	32	1,70	0,79	71	59	54
4,5	43	48	39	36	1,70	0,83	82	66	61
5,0	47	54	44	40	1,70	0,86	92	75	68
5,5	46	54	44	41	1,70	0,88	92	75	70





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

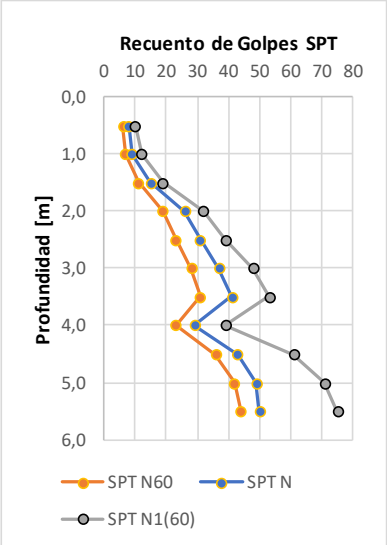
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

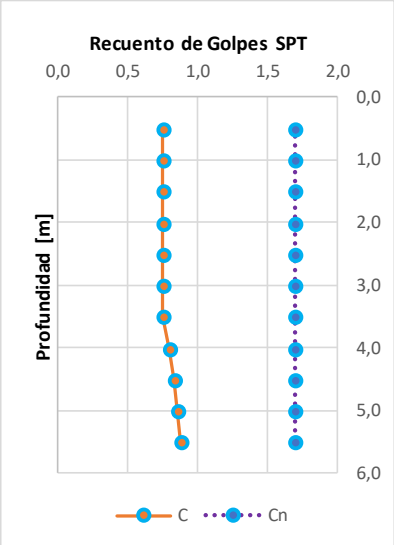
Sondeo 2

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

Proyecto	CONSTRUCCION ESTRUCTURAL CANCHA BRISAS		
N° sondeo	2	**Profundidad [m]**	5,5
Localización	Pamplona/ Brisas de Pamplonita	**Espesor**	5,5
Solicitante	-	**Codigo**	2
Material		**Fecha**	29/08/2024

Z [m]	N° de golpes	N45	N55	N60	Cn	C	N1(45)	N1(55)	N1(60)
0,5	8	8	7	6	1,70	0,75	14	12	10
1,0	9	9	7	7	1,70	0,75	15	12	12
1,5	15	15	12	11	1,70	0,75	25	20	19
2,0	26	26	21	19	1,70	0,75	44	36	32
2,5	31	31	25	23	1,70	0,75	53	42	39
3,0	37	37	30	28	1,70	0,75	63	51	48
3,5	41	41	34	31	1,70	0,75	70	58	53
4,0	29	31	25	23	1,70	0,79	53	42	39
4,5	43	48	39	36	1,70	0,83	82	66	61
5,0	49	56	46	42	1,70	0,86	95	78	71
5,5	50	59	48	44	1,70	0,88	100	82	75





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

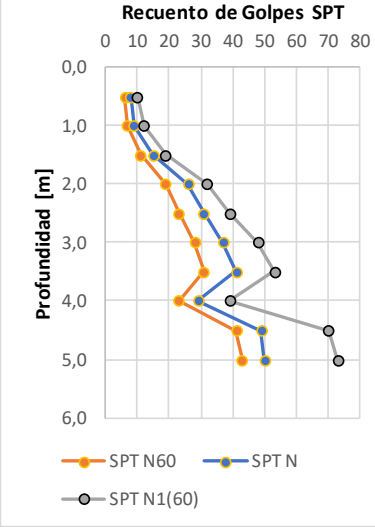
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

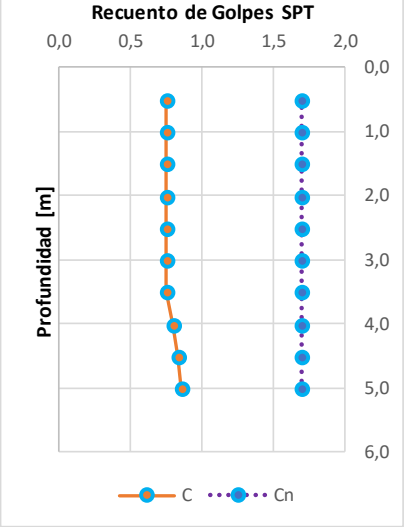
Sondeo 3

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

Proyecto	CONSTRUCCION ESTRUCTURAL CANCHA BRISAS			
N° sondeo	3	**Profundidad [m]**	5,5	
Localización	Pamplona/ Brisas de Pamplonita		**Espesor**	5,5
Solicitante	-		**Codigo**	3
Material			**Fecha**	29/08/2024

Z [m]	N° de golpes	N45	N55	N60	Cn	C	N1(45)	N1(55)	N1(60)
0,5	8	8	7	6	1,70	0,75	14	12	10
1,0	9	9	7	7	1,70	0,75	15	12	12
1,5	15	15	12	11	1,70	0,75	25	20	19
2,0	26	26	21	19	1,70	0,75	44	36	32
2,5	31	31	25	23	1,70	0,75	53	42	39
3,0	37	37	30	28	1,70	0,75	63	51	48
3,5	41	41	34	31	1,70	0,75	70	58	53
4,0	29	31	25	23	1,70	0,79	53	42	39
4,5	49	54	44	41	1,70	0,83	92	75	70
5,0	50	57	47	43	1,70	0,86	97	80	73





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES

A continuación, se presentan los parámetros sísmicos requeridos para el diseño de la estructura a construir, conforme a lo establecido en la Norma NSR-10 para el área de estudio:

A. Amenaza sísmica: Alta.

Movimientos sísmicos de diseño:

B. Aa: 0.30

C. Av: 0.25

Evaluando los valores de N obtenidos en los ensayos de perforación (evaluación del sondeo 1) y cumpliendo con la condición que 50 > N <15 (Tabla A.2.4-1Clasificación de los perfiles de suelo según NSR - 10). Se define que el perfil de suelo en el predio de estudio es de tipo **D**, a partir de este se determina los parámetros de mayoración.

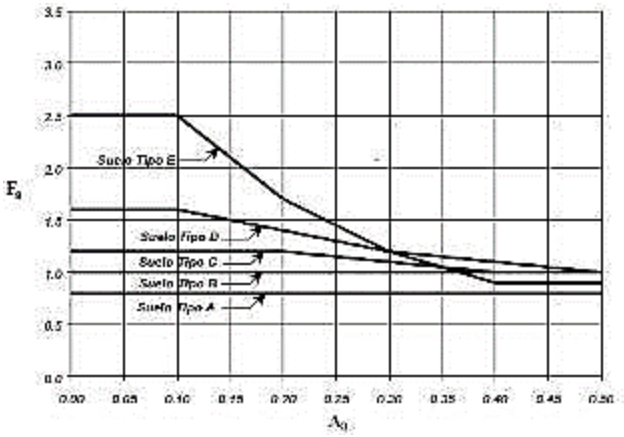
Coeficientes de sitio:

D. Tipo de Perfil de suelo: D.

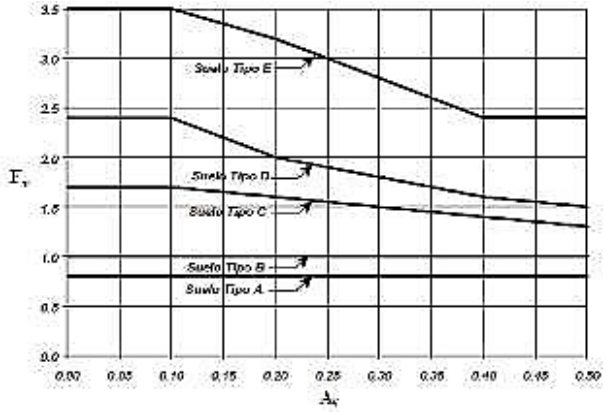
Clasificación del perfil de suelo en el área de estudio - NSR 2010.

TIPO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \overline{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > \overline{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \overline{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$

Fuente. Tabla A.2.4-1 NSR – 10



Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de periodos cortos del espectro.



Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

E. Fa: 1.2 (para periodos cortos del espectro).
F. Fv: 1.9 (para periodos intermedios del espectro).

Para suelos granulares (Ref.: Jamiel Kowski y otros, "New correlations of penetration tests for design practice" Penetration testing, 1988 ISOPT-1, Balkema, 1988).

Número de penetración estándar N	Densidad relativa %	Estado del suelo
0 a 3	0 a 15	Muy suelto
3 a 8	15 a 35	Suelto
8 a 25	35 a 65	Medio
25 a 42	65 a 85	Denso
42 a 58	85 a 100	Muy denso

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

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

Arcilla de consistencia firme

MODULO DE REACCION O COEFICIENTE DE BALASTRO

Para calcular el coeficiente o módulo de reacción Ks se emplea una correlación empírica que relaciona los valores de N en golpes/pie del ensayo de penetración estándar, ancho y longitud del cimiento en metros. Cernica (1995) Geotechnical Engineering – Foundation Design - John Wiley p. 255.

$$\boldsymbol{K_s} = \frac{N}{5.5} * \frac{(1 + 0.5B/L)}{1.5}$$

$$\boldsymbol{K_s} = \frac{8}{5.5} * \frac{(1 + 0.5 * \frac{1}{1})}{1.5}$$

$$\boldsymbol{K_s} = 1.\mathbf{45}\ \boldsymbol{Kg/cm3}$$

Coeficiente balastro para nivel de desplante de las zapatas a 0.5 m.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Diseño de la cimentación

SC (arena arcillosa).

Resultado de los laboratorios

- $^{\gamma}d = 18{,}50\ \frac{KN}{m^3}$
- $^{\gamma}sat = 19{,}50\ \frac{KN}{m^3}$
- $C = 10\ \frac{KN}{m^3}$
- $\phi = 22{,}0$

ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Las ecuaciones de capacidad de carga última presentadas anteriormente son únicamente para cimentaciones continuas, cuadradas y circulares. Éstas no se aplican al caso de cimentaciones rectangulares (0<B/L<1). Además, las ecuaciones no toman en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo arriba del fondo de la cimentación. Además, la carga sobre la cimentación puede estar inclinada. Para tomar en cuenta todos los factores, sugirió la siguiente forma de ecuación general de capacidad de apoyo.

Se utiliza ecuación de capacidad de carga utilizando autores para cálculo de factores por Meyerhorf y Vesic.

$$qu = C * Nc * Sc + q * Nq + \frac{1}{2} * \gamma * B * N\gamma * sy$$

$$q = df * \gamma_d$$

df: Nivel de desplante cimentación. γ: Peso unitario de suelo.

$q = df * \gamma$ df = nivel de desplante cimentación γ= peso unitario de suelo

q = 0.5 m* 18.5 KN/m

q= 9.5 KN/m^2

$$kp = tan^2(45 + \frac{\Phi}{2})$$

$$kp = tan^2(45 + \frac{21}{2})$$

Kp=2.20

22	16.88	7.8	4.066

$NC = 16.88$

$Nq = 7.8$

$N\gamma = 4.066$

Reemplazando en la ecuación general de la capacidad de carga tenemos:

$$qu = 10 * 16.88 * 1.3 + 9.5 * 9.8 + \frac{1}{2} * 18.5 * 1 * 4.066 * 0.8$$

Capacidad portante última (qu):

$$qu = 342.63\ KN/m2$$

Capacidad portante admisible (qadm):

$$qadm = \frac{qu}{Fs}$$

$$qadm = \frac{342.63}{2.5}$$

$$\boldsymbol{qadm} = 137.052\ \mathrm{KN/m2}$$

ASENTAMIENTO ELASTICO

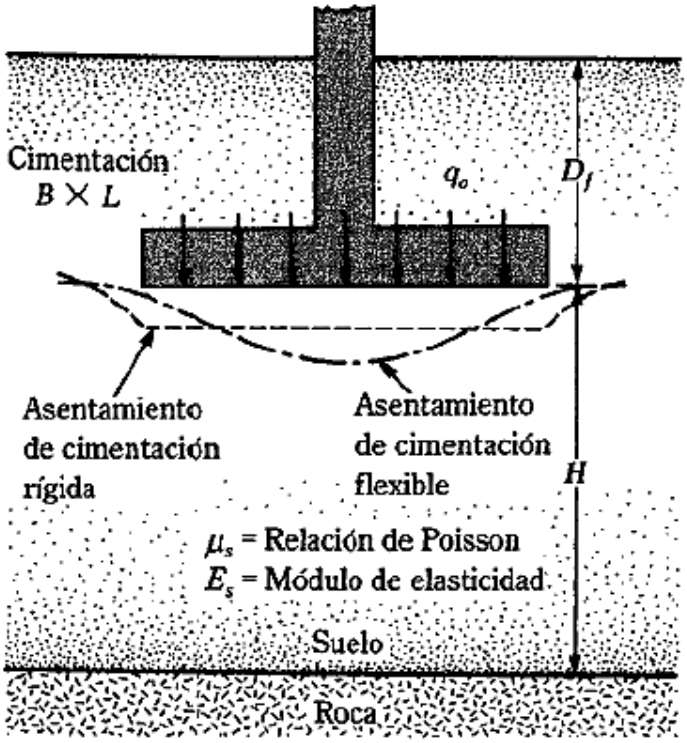
El comportamiento elástico (Ley de Hoock) establece que, al aplicarle un sistema de cargas a un material, existe una deformación, pero al retirarle las cargas el material regresa a su estado geométrico inicial. El comportamiento plástico se caracteriza porque el material permanece deformado aun cuando se le retiren todas las cargas. En el comportamiento viscoso la deformación depende de la magnitud y del tiempo transcurrido En los suelos finos saturados se pueden encontrar los tres tipos de comportamiento, elástico, plástico y viscoplástico En la teoría elástica se establecen las relaciones lineales del esfuerzo saplicados y sus correspondientes deformaciones. Considerando una partícula de suelo que se deforma.

Se produce seguido al proceso constructivo por efecto de las cargas transmitidas y se da por la deformación elástica e inmediata del suelo. Este asentamiento lo tenemos en todas las estructuras e indistintamente del tipo de suelo. Y lo normal en nuestro medio es considerar un asentamiento elástico tolerable menor a nuestro medio es considerar un asentamiento elástico tolerable menor a una pulgada (2.54 cm). Y este dato debe ser tomado en cuenta por el ingeniero estructural al momento de realizar el diseño estructural de la cimentación.

Esquema de representación de asentamientos elásticos de cimentaciones flexibles y rígidas.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com



Esquema de representación de asentamientos elásticos de cimentaciones flexibles y rígidas.

$$\Delta \mathrm{Hi} = \mathrm{qB}\frac{1-\mu 2}{\mathrm{Es}} I_w$$

ΔHi: Asentamiento inmediato.

qc: Magnitud de la presión de contacto, expresada en unidades de Es. [$qc= QeAc$].

B: Dimensión menor del cimiento en unidades de ΔHi.

Iw: Factor de influencia dependiente de la geometría del cimiento y, de su rigidez (Ver valores típicos en Tabla 5.4, Bowles-FAD).

Es, μ: propiedades elásticas del suelo (valores típicos dados en las Tablas 2-6 y 2-7, Bowles-FAD).

$$\Delta H_i = q_c B' \frac{1-\mu^2}{E_s} [I_s] I_f$$

$$\mathrm{I} = \left[I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right]$$

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

TABLE 5-2
Values of I_1 and I_2 to compute the Steinbrenner influence factor I_s for use in Eq. (5-16*a*) for several $N = H/B'$ and $M = L/B$ ratios

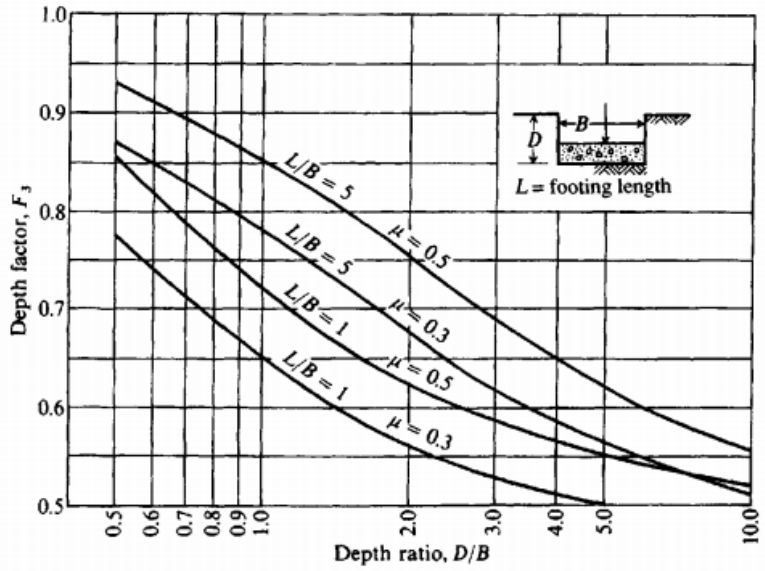
N	M = 1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	I_1 = 0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	I_2 = 0.041	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
0.4	0.033	0.032	0.031	0.030	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027
	0.066	0.068	0.069	0.070	0.070	0.071	0.071	0.072	0.072	0.073	0.073
0.6	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.056	0.055
	0.079	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.091	0.092
0.8	0.104	0.102	0.100	0.098	0.096	0.095	0.093	0.092	0.091	0.090	0.089
	0.083	0.087	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.100	0.101	0.102	0.103
1.0	0.142	0.140	0.138	0.136	0.134	0.132	0.130	0.129	0.127	0.126	0.125
	0.083	0.088	0.091	0.095	0.098	0.100	0.102	0.104	0.106	0.108	0.109
1.5	0.224	0.224	0.224	0.223	0.222	0.220	0.219	0.217	0.216	0.214	0.213
	0.075	0.080	0.084	0.089	0.093	0.096	0.099	0.102	0.105	0.108	0.110
2.0	0.285	0.288	0.290	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292	0.291	0.290	0.289
	0.064	0.069	0.074	0.078	0.083	0.086	0.090	0.094	0.097	0.100	0.102
3.0	0.363	0.372	0.379	0.384	0.389	0.393	0.396	0.398	0.400	0.401	0.402
	0.048	0.052	0.056	0.060	0.064	0.068	0.071	0.075	0.078	0.081	0.084

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

4.0	0.408	0.421	0.431	0.440	0.448	0.455	0.460	0.465	0.469	0.473	0.476
	0.037	0.041	0.044	0.048	0.051	0.054	0.057	0.060	0.063	0.066	0.069
5.0	0.437	0.452	0.465	0.477	0.487	0.496	0.503	0.510	0.516	0.522	0.526
	0.031	0.034	0.036	0.039	0.042	0.045	0.048	0.050	0.053	0.055	0.058
6.0	0.457	0.474	0.489	0.502	0.514	0.524	0.534	0.542	0.550	0.557	0.563
	0.026	0.028	0.031	0.033	0.036	0.038	0.040	0.043	0.045	0.047	0.050
7.0	0.471	0.490	0.506	0.520	0.533	0.545	0.556	0.566	0.575	0.583	0.590
	0.022	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.037	0.039	0.041	0.043
8.0	0.482	0.502	0.519	0.534	0.549	0.561	0.573	0.584	0.594	0.602	0.611
	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.029	0.031	0.033	0.035	0.036	0.038
9.0	0.491	0.511	0.529	0.545	0.560	0.574	0.587	0.598	0.609	0.618	0.627
	0.017	0.019	0.021	0.023	0.024	0.026	0.028	0.029	0.031	0.033	0.034
10.0	0.498	0.519	0.537	0.554	0.570	0.584	0.597	0.610	0.621	0.631	0.641
	0.016	0.017	0.019	0.020	0.022	0.023	0.025	0.027	0.028	0.030	0.031
20.0	0.529	0.553	0.575	0.595	0.614	0.631	0.647	0.662	0.677	0.690	0.702
	0.008	0.009	0.010	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.015	0.016
500.0	**0.560**	0.587	0.612	0.635	0.656	0.677	0.696	0.714	0.731	0.748	0.763
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Figure 5-7 Influence factor I_F for footing at a depth D. Use actual footing width and depth dimension for this D/B ratio. Use program FFACTOR for values to avoid interpolation.



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

SUELO	E(Kg/cm2)
Arcilla muy suelta	3.5 a 30
Arcilla suelta	20 a 50
Arcilla media	40 a 80
Arcilla dura	70 a 180
Arcilla arenosa	300 a 400
Arena limosa	70 a 200
Arena suelta	100 a 250
Arena densa	500 a 800
Arena densa y grava	1000 a 2000

Tabla valores típicos módulos de elasticidad (kezdi 1975).

SUELO	U
Arcilla saturada	0.5
Arcilla con arena y limo	0.3 a 0.42
Arcilla no saturada	0.3 a 0.40
Suelo arenoso	0.15 a 0.25
Arena	0.30 a 0.35

$$\Delta H_i = \mathrm{qB}\frac{1-\mu^2}{E_s} I_s I_f$$

$$\mathrm{Is} = (\mathrm{l}_1 + \frac{1-2u}{1-u} * l_2)$$

Obtenemos los valores:

$M = L'/B' = 1/1 = 1$

$N = \frac{H}{B'} = 0.5/1 = 0.5$

De la tabla 5.2 del libro de Bowles:

$$\mathrm{I1} = 0.50$$
$$\mathrm{I2} = 0{,}083$$

Obtenemos los valores de if del grafia 5.7 bowles.
Con D/B, L/B, μ ingresar a la Figura 5.7 de FAD de Bowles, para hallar el factor de corrección de Fox por profundidad, $F_s = I_f$. Adoptar If= Iw = 0.78, (valore en dicha curva, para μ= 0.30 D/B=0.5, L/B = 1).

$$\Delta \mathrm{Hi} = 25\ \mathrm{kN} * 1{,}0\ \mathrm{m2} * \frac{1-0{,}207^2}{40000}\left(0{,}050 + \frac{1-2*0{,}3}{1-0{,}3} * 0{,}073\right) * 0{,}78$$

$$\Delta H_{icentro} = 0{,}00002\ \mathrm{m} = 0{,}002\ \mathrm{cm} = 0{,}02\ mm$$

$\Delta H_{icentro} = 0{,}15\ cm$, asentamiento previsto para la estructura con la losa de cimentación diseñadas y la carga que será trasmitida.

SUELOS NORMALMENTE CONSOLIDADOS

Para el cálculo del asentamiento por consolidación primaria es necesario determinar diversos parámetros que se muestran a continuación:

$D_f = 0.5\ m$

$B = 1.0\ m$

$L = 1{,}0\ m$

$H = 1.0\ m \rightarrow \ \ Profundidad\ de\ influencia\ de\ la\ carga.$

$LL = 22{,}630$

$CC = 0{,}009(LL - 10) \rightarrow \ Indice\ de\ compresión.$

$CC = 0{,}009(22{,}630 - 10)$

$CC = 0{,}114$

$e_o = 0{,}970 \rightarrow \ \ Relación\ de\ vacios.$

$\sigma'_o = \sum \gamma * h \rightarrow \ \ Esfuerzo\ del\ suelo.$

$\sigma'_o = (18.5\ KN/m^3)(0.5.\ m) + (18.5\ KN/m^3)(0.5.\ m + (18.5\ KN/m^3)(0.5.\ m)$

$\sigma'_o = 27.75\ KN/m^2$

Luego de lo anterior, es necesario establecer el valor de la influencia de acuerdo a los incrementos de esfuerzos en la masa del suelo, teniendo en cuenta las siguientes formulas:

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

$$I_z = \frac{1}{4\pi}\left[\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1}\left(\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}\right)+tan^{-1}\left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1}\right)\right]$$

$m = \frac{B}{H}$

$n = \frac{L}{H}$

Si $m^2+n^2+1 < m^2n^2$ se debe sumar π a la cantidad dentro del paréntesis en el ultimo termino.

$m = \frac{1\,m}{1\,m} = 1$

$n = \frac{1\,m}{1\,m} = 1$

$$I_z = \frac{1}{4\pi}\left[\frac{2(1)(1)\sqrt{(1)^2+(1)^2+1}}{(1)^2+(1)^2+(1)^2(1)^2+1}\left(\frac{(1)^2+(1)^2+2}{(1)^2+(1)^2+1}\right)\right.$$
$$\left. + tan^{-1}\left(\frac{2(1)(1)\sqrt{(1)^2+(1)^2+1}}{(1)^2+(1)^2-(1)^2(1)^2+1}\right)\right]$$

$I_z = 0.1752$

$\Delta\sigma = 4Iq_{C_n}$

$\Delta\sigma = 4 * (0.1752) * (27.75\ KN/m^3) = 19.450\ KN/m^2$

$S_{c(p)} = \frac{C_cH_c}{1+e_o} log \frac{\sigma'_0+\Delta\sigma}{\sigma'_0}$

$S_{c(p)} = \frac{(0{,}114)(4{,}190\ m)}{1+(0{,}970)} log \frac{(27.75KN/m^2)+(0.1752\ KN/m^2)}{(27.75\ KN/m^2)}$

$S_{c(p)} = 0{,}013\ m = 1.33\ cm$

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

COEFICIENTE DE PRESION DE TIERRAS

A continuación, se indican los resultados de laboratorio del ensayo de Corte Directo por medio del cual se determinan los coeficientes de presión de tierras para los diseños y construcción de muros de contención y análisis de estabilidad de taludes. Las muestras fueron tomadas de forma inalterada para asemejar las condiciones reales del suelo en el laboratorio.

Coeficiente de presión de tierras para diseño de muro de contención

Coeficiente de presión activa:

$$ka = tan^2(45 - \frac{\Phi}{2})$$

$$ka = tan^2(45 - \frac{22{,}0}{2})$$

$$ka = 0{,}45$$

Coeficiente de presión pasiva:

$$kp = tan^2(45 + \frac{\Phi}{2})$$

$$ka = tan^2(45 + \frac{22{,}0}{2})$$

$$kp = 2{,}20$$

CRITERIO DEL DISEÑADOR

Para la realización del diseño de cimentaciones de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NRS-10 y en conformidad con la facilidad de cálculo se eligió utilizar o diseñar zapatas aisladas con un nivel de desplante de 0.5 m y un ancho de cimentación de 1 m.

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO

Después de haber realizado un exhaustivo análisis a las propiedades físico-mecánicas del suelo donde se desea realizar la ejecución del proyecto, el cual se debió tener en cuenta las cargas que la estructura transmite a este por medio de las columnas y estas a su vez a las zapatas. Se deben tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proyecto las siguientes recomendaciones con el fin de brindar mayor seguridad a la construcción de este:

- En el estudio de suelo se evidencia una consistencia en el tipo de suelo encontrado que predominan de partículas finas
- El nivel de desplante que se proyectó para el sistema de cimentaciones se dará a una profundidad de 0.5, medidos desde la superficie del terreno.
- En caso de encontrar sectores que evidencien presencia de colapsabilidad, expansividad, se recomienda reemplazar el material por relleno de acuerdo a lo estipulado en la normativa vigente o estabilización del material del sector mejorado.
- Luego de haber tomado un modelo de cimentación se toma la decisión de hacer una losa.
- El Q_{ADM} es $1.37052\ Kg/cm^2$.
- La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será $137.052\ KN/m^2$con un asentamiento 0,15 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación.
- El valor del asentamiento total, el cual es la suma del asentamiento elástico y el asentamiento por consolidación primaria es de $\rho_T = 0{,}15\ cm + 1.33\ cm = 1.48\ cm$.
- Con el fin de proporcionar seguridad a la estructura y basándonos en la normatividad se asume un factor de seguridad de 2.5 para el diseño de la de la cimentación.

RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION

Después de haber analizado las propiedades del suelo que servirá como base para la cimentación se dan las siguientes recomendaciones para tener en cuenta cuando se inicien los procesos de construcción, los cuales se deben llevar de la mejor forma sin que sufran alteraciones, las cuales puedan repercutir negativamente en el sistema estructural de la obra**.**

- Se debe hacer un retiro de la losa de concreto y suelo de relleno hasta una profundidad de 0.50 m para así descartar la masa de suelo que contenga materia orgánica.
- No se debe avanzar más de 1.50 metros en las excavaciones sin haber hecho contención para protección de estructura vecina.
- Se deben hacer los adecuados drenajes para evitar la filtración de agua al subsuelo ocasionando Cambios en las propiedades del suelo.

LIMITACIONES

Las recomendaciones incluidas en este informe se basan en la investigación por nosotros ejecutada, acorde con la práctica común de la ingeniería de suelos y con la cobertura suficiente para definir las condiciones del subsuelo en el área del proyecto. No obstante, si se presentan condiciones no contempladas en este informe, como variación en el proyecto o diferencias en el subsuelo, se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas.



_____

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
Mat: 54202 – 409141 NTS
Ingeniero civil – esp. geotecnia – esp. estructural
Cel: 3164638302

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

ANEXOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com





Muestras obtenidas del ensayo de SPT del estudio.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Registro de los laboratorios

Proyecto		Sondeo	1	Profund. (mts)	1,5		
ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONST. CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER		Estrato		Espesor		Fecha	6/09/2024
AASTHO	ARENA ARCILLOSA						
SUCS	SC						

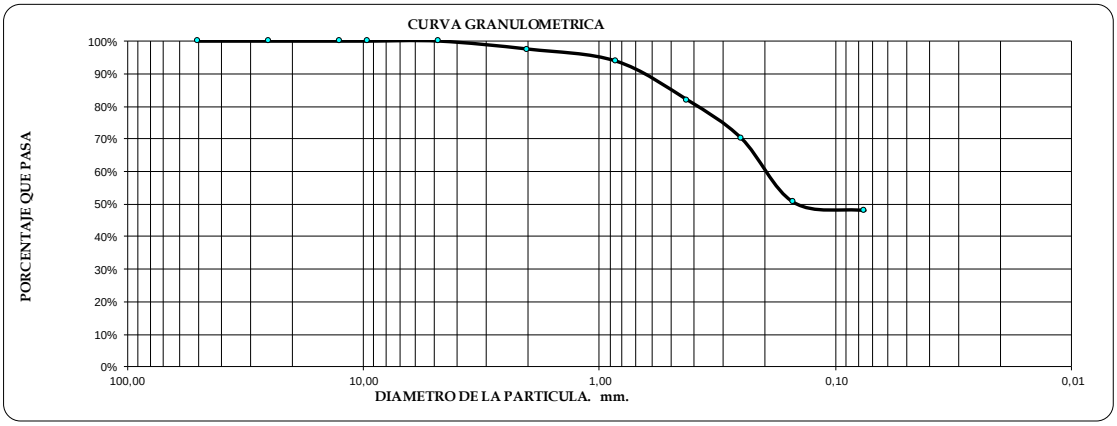
INGE SUELOS JB
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

GRANULOMETRIA CON LAVADO

PESO DE LA MUESTRA SIN LAVADO (gr)	245,0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	114,0
PESO DE LA MUESTRA SECA, Ws (gr)	131,0
PROCENTAJE DE MATERIAL LAVADO TAMIZ #200	46,53%
PORCENTAJE DE ERROR % e < 1%	0,00%

Tamiz Nº	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acomulado	% Pasa
2"	50,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,750	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
10	2,000	6,00	2,45%	2,45%	97,55%
20	0,850	9,00	3,67%	6,12%	93,88%
40	0,425	29,00	11,84%	17,96%	82,04%
60	0,250	29,00	11,84%	29,80%	70,20%
100	0,150	48,00	19,59%	49,39%	50,61%
200	0,075	6,00	2,45%	51,84%	48,16%
Pasa 200	Bandeja	4,00	1,63%	53,47%	
	SUMA TAMIZADO	**131,0**	**53,47%**		
		TOTAL	**100,0%**		

Grava	**0,00%**	**Clasificación**	
Arena	**51,8%**	**U.S.C.S.**	**S.C**
Finos	**48,2%**	**AASHTO**	



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

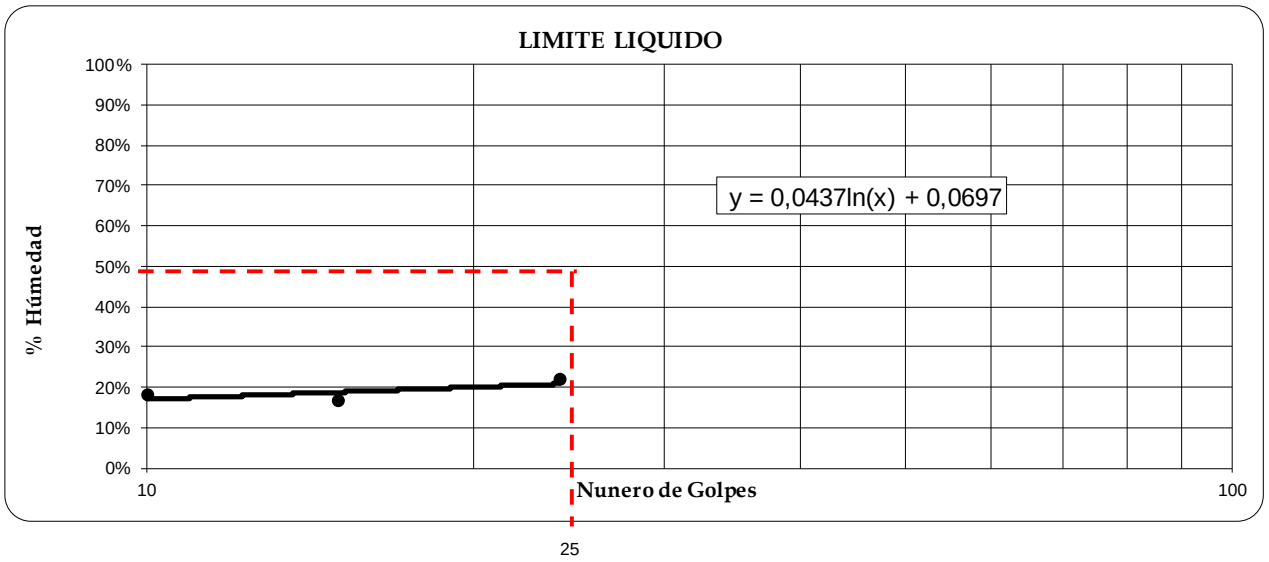
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER					
Sondeo	1	**Capa**		**Profundidad**	1,5	
Localización	VEREDA SABANETA					
solicita				Codigo		
Material	SC			**Fecha**	6/09/2024	

LIMITE PLASTICO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,60	14,45	15,61
W Suelo Seco. +Lata	13,36	14,10	14,83
W Lata	9,00	9,50	9,00
% de Humed.	**28,44%**	**7,61%**	**13,38%**

LIMITE LIQUIDO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,80	15,00	14,90
W Suelo Seco. +Lata	14,06	14,29	14,11
W Lata	10,00	10,00	10,50
% de Humed.	**18,23%**	**16,55%**	**21,88%**
N° de golpes	**10**	**15**	**24**

Limite liquido	**WL =**	**22,63%**
Limite plástico	**WP =**	**16,48%**
Indice de plasticidad	**Ip =**	**6,15%**



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto		Sondeo	2	Profund. (mts)	2,5		
ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONST. CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER		Estrato		Espesor		Fecha	6/09/2024
AASTHO	Arcilla de baja plasticidad						
SUCS	CL						

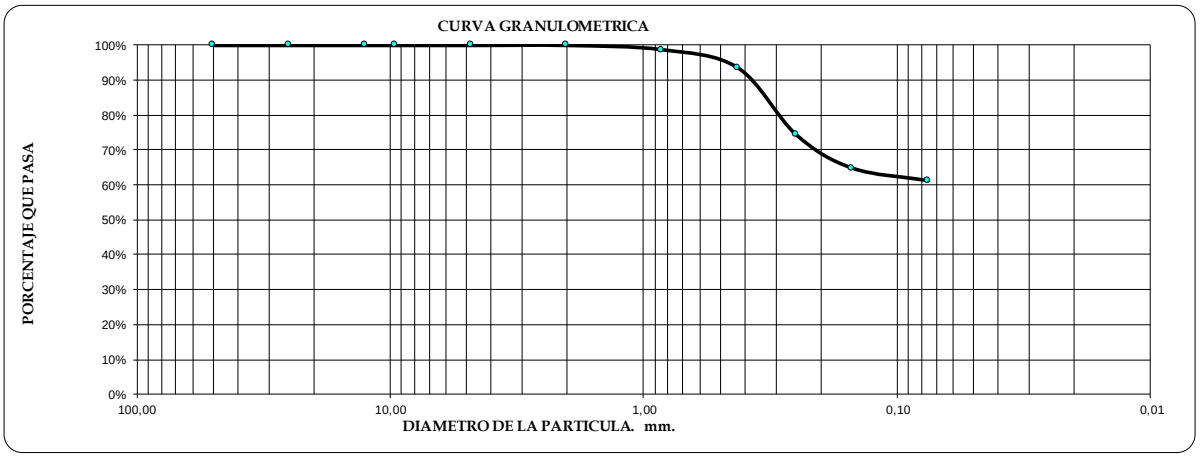
INGE SUELOS JB
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

GRANULOMETRIA CON LAVADO

PESO DE LA MUESTRA SIN LAVADO (gr)	250,0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	149,0
PESO DE LA MUESTRA SECA, Ws (gr)	101,0
PROCENTAJE DE MATERIAL LAVADO TAMIZ #200	59,60%
PORCENTAJE DE ERROR % e < 1%	0,99%

Tamiz Nº	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acomulado	% Pasa
2"	50,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,750	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
10	2,000	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
20	0,850	3,00	1,20%	1,20%	98,80%
40	0,425	13,00	5,20%	6,40%	93,60%
60	0,250	48,00	19,20%	25,60%	74,40%
100	0,150	24,00	9,60%	35,20%	64,80%
200	0,075	9,00	3,60%	38,80%	61,20%
Pasa 200	Bandeja	3,00	1,20%	40,00%	
	SUMA TAMIZADO	**100,0**	**40,00%**		
		TOTAL	**99,6%**		

Grava	**0,00%**	**Clasificación**	
Arena	**38,8%**	**U.S.C.S.**	**C.L**
Finos	**60,8%**	**AASHTO**	



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

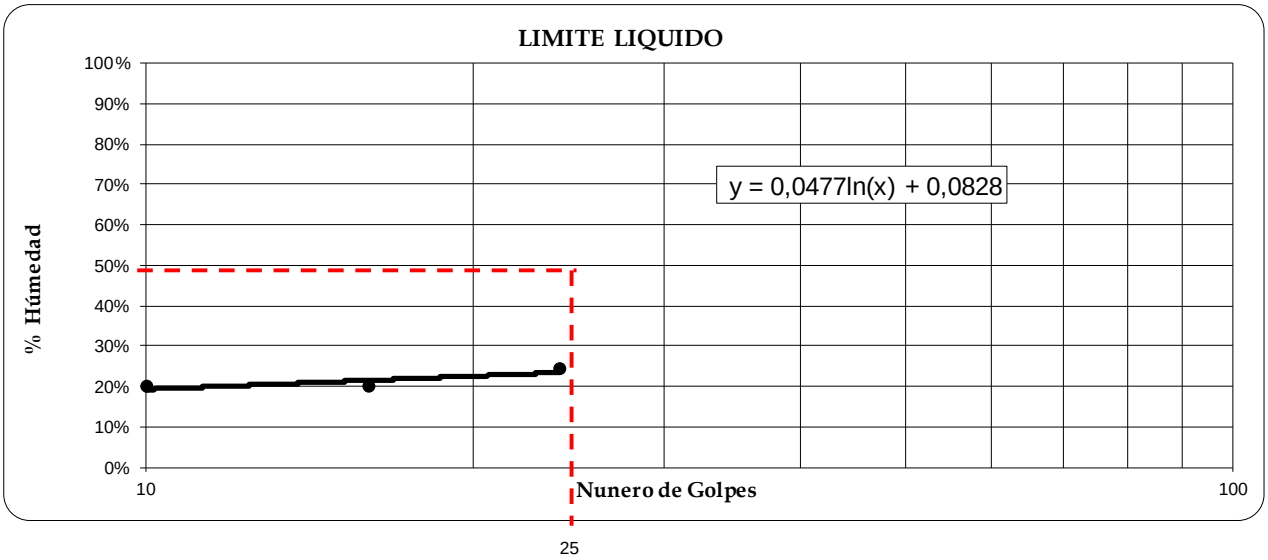
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER					
Sondeo	2	**Capa**		**Profundidad**	2,5	
Localización	VEREDA SABANETA					
solicita					Codigo	
Material	SC				**Fecha**	6/09/2024

LIMITE PLASTICO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,60	14,45	15,61
W Suelo Seco. +Lata	13,51	14,27	14,91
W Lata	9,00	9,50	9,00
% de Humed.	**24,17%**	**3,77%**	**11,84%**

LIMITE LIQUIDO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,80	15,00	14,90
W Suelo Seco. +Lata	14,00	14,17	14,04
W Lata	10,00	10,00	10,50
% de Humed.	**20,00%**	**19,90%**	**24,29%**
N° de golpes	**10**	**16**	**24**

Limite liquido	**WL =**	**22,63%**
Limite plástico	**WP =**	**13,26%**
Indice de plasticidad	**Ip =**	**9,36%**



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto		Sondeo	3	Profund. (mts)	4		
ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONST. CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER		Estrato		Espesor		Fecha	6/09/2024
AASTHO	Arcilla arenosa						
SUCS	CS						

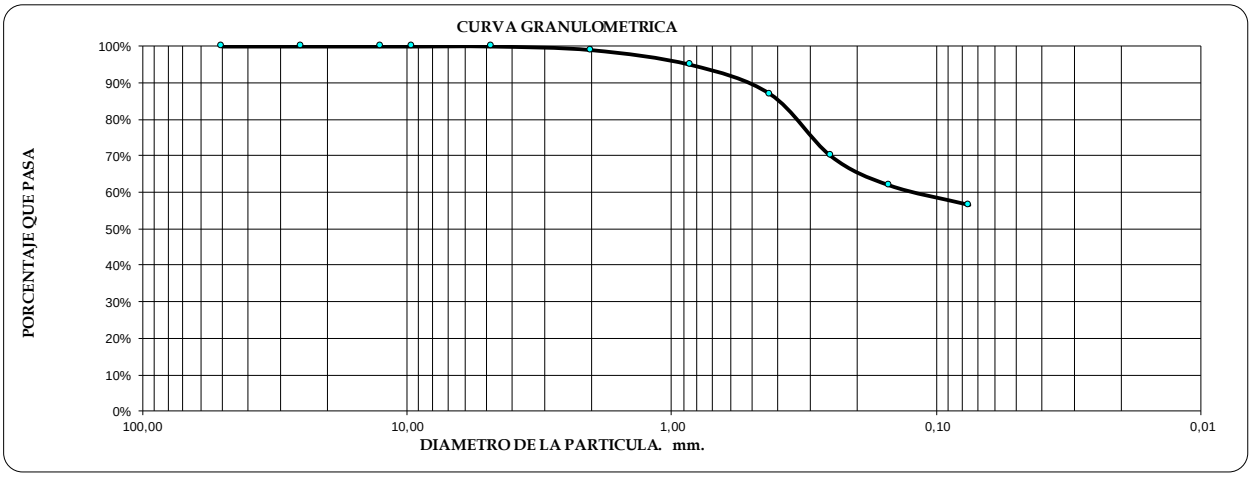
INGE SUELOS JB
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

GRANULOMETRIA CON LAVADO

PESO DE LA MUESTRA SIN LAVADO (gr)	300,0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	151,0
PESO DE LA MUESTRA SECA, Ws (gr)	149,0
PROCENTAJE DE MATERIAL LAVADO TAMIZ #200	50,33%
PORCENTAJE DE ERROR % e < 1%	0,00%

Tamiz Nº	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acomulado	% Pasa
2"	50,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,750	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
10	2,000	3,00	1,00%	1,00%	99,00%
20	0,850	12,00	4,00%	5,00%	95,00%
40	0,425	24,00	8,00%	13,00%	87,00%
60	0,250	51,00	17,00%	30,00%	70,00%
100	0,150	24,00	8,00%	38,00%	62,00%
200	0,075	16,00	5,33%	43,33%	56,67%
Pasa 200	Bandeja	19,00	6,33%	49,67%	
	SUMA TAMIZADO	**149,0**	**49,67%**		
		TOTAL	**100,0%**		

Grava	0,00%	Clasificación	
Arena	43,3%	U.S.C.S.	C.s
Finos	56,7%	AASHTO	



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

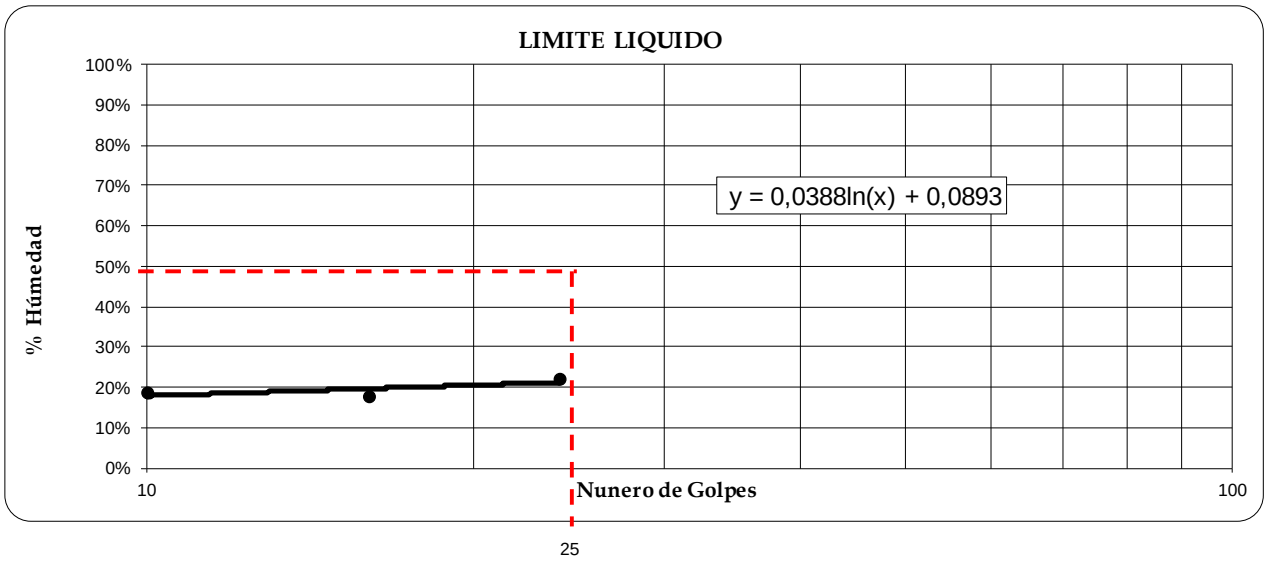
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER					
Sondeo	3	**Capa**		**Profundidad**	4	
Localización	VEREDA SABANETA					
solicita				Codigo		
Material	SC			**Fecha**	6/09/2024	

LIMITE PLASTICO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,60	14,45	15,61
W Suelo Seco. +Lata	13,47	14,16	14,75
W Lata	9,00	9,50	9,00
% de Humed.	**25,28%**	**6,22%**	**14,96%**

LIMITE LIQUIDO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,00	14,35	14,90
W Suelo Seco. +Lata	13,37	13,69	14,10
W Lata	10,00	10,00	10,50
% de Humed.	**18,69%**	**17,89%**	**22,22%**
Nº de golpes	**10**	**16**	**24**

Limite liquido	**WL =**	**22,63%**
Limite plástico	**WP =**	**15,49%**
Indice de plasticidad	**Ip =**	**7,14%**



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto		Sondeo	1	Profund. (mts)	5,5		
ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONST. CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER		Estrato		Espesor		Fecha	6/09/2024
AASTHO	Arcilla arenosa						
SUCS	CS						

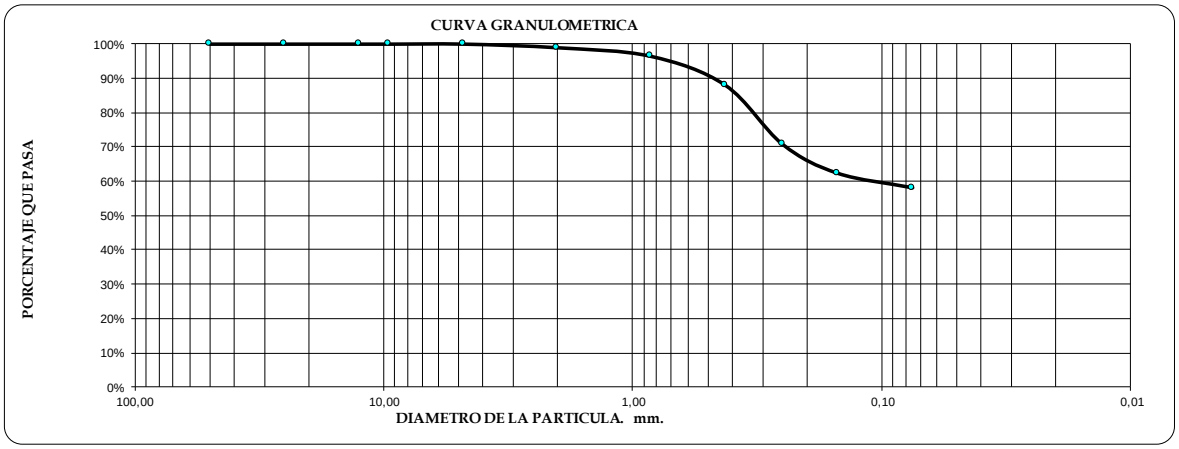
INGE SUELOS JB
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

GRANULOMETRIA CON LAVADO

PESO DE LA MUESTRA SIN LAVADO (gr)	285,0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	151,0
PESO DE LA MUESTRA SECA, Ws (gr)	134,0
PROCENTAJE DE MATERIAL LAVADO TAMIZ #200	52,98%
PORCENTAJE DE ERROR % e < 1%	0,75%

Tamiz Nº	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acomulado	% Pasa
2"	50,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,750	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
10	2,000	3,00	1,05%	1,05%	98,95%
20	0,850	7,00	2,46%	3,51%	96,49%
40	0,425	24,00	8,42%	11,93%	88,07%
60	0,250	49,00	17,19%	29,12%	70,88%
100	0,150	24,00	8,42%	37,54%	62,46%
200	0,075	12,00	4,21%	41,75%	58,25%
Pasa 200	Bandeja	14,00	4,91%	46,67%	
	SUMA TAMIZADO	**133,0**	**46,67%**		
		TOTAL	**99,6%**		

Grava	**0,00%**	**Clasificación**	
Arena	**41,8%**	**U.S.C.S.**	**C.s**
Finos	**57,9%**	**AASHTO**	



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

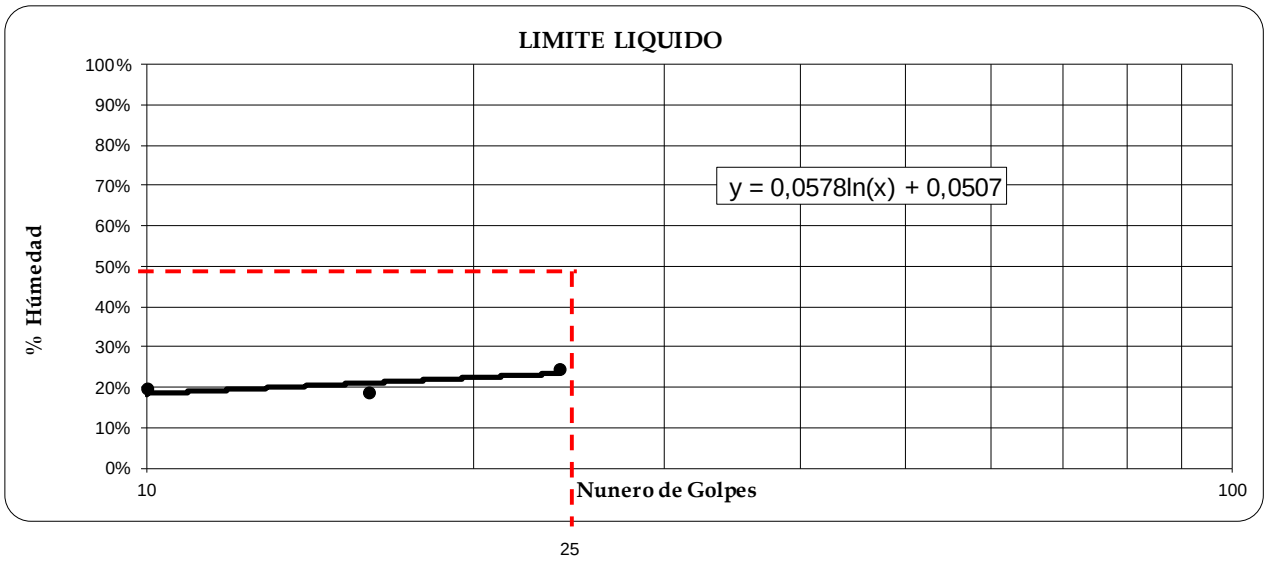
TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

Proyecto	ESTUDIO DE SUELOS PARA PROYECTO CONSTRUCCION CANCHA DEPORTIVA EN EL BARRIO BRISAS DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER					
Sondeo	1	**Capa**		**Profundidad**	5,5	
Localización	VEREDA SABANETA					
solicita				Codigo		
Material	CS			**Fecha**	6/09/2024	

LIMITE PLASTICO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,60	14,40	15,61
W Suelo Seco. +Lata	13,43	14,15	14,70
W Lata	9,00	9,50	9,00
% de Humed.	**26,41%**	**5,38%**	**15,96%**

LIMITE LIQUIDO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. +Lata	14,00	14,35	14,65
W Suelo Seco. +Lata	13,35	13,66	13,83
W Lata	10,00	10,00	10,50
% de Humed.	**19,40%**	**18,85%**	**24,62%**
Nº de golpes	**10**	**16**	**24**

Limite liquido	**WL =**	**22,63%**
Limite plástico	**WP =**	**15,92%**
Indice de plasticidad	**Ip =**	**6,71%**



JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. ESTRUCTURAL
ESP. GEOTECNIA

INGE SUELOS
CIMENTANDO TUS PROYECTOS

TEL:3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com


República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional y

La Universidad de Santander

UDES

Juan Pablo Boada Guerrero

Especialista en Geotecnia Ambiental

Registrado en el folio 83726 Nº de Acta 85310 Diploma No. 74010

DOCUMENTOS VALIDOS UNICAMENTE PARA EL ESTUDIO DE SUELOS UBICADO PARA LA CANCHA BRISAS, EN EL BARRIO BRISAS DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER